



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2016/17

17-07 FERRY 1500 PAX Y 1000 ML

CUADERNO 12

EQUIPOS Y SERVICIOS

Grado Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Marcos Covelo Fernández

TUTOR

Fernando Lago Rodríguez

FECHA

2017



Escola Politécnica Superior
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.016-2017

PROYECTO NÚMERO 17-07

TIPO DE BUQUE: RO-PAX

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV GL, Marpol, Solas. SRTP.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 1500 pasajeros, 1000 metros lineales que permitirán transportar 30 tráileres y 115 turismos simultáneamente.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 26 nudos al 90% MCR, 15% de margen de mar, autonomía de 3000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: los propios de este tipo de buque.

PROPULSIÓN: Dual-fuel (diésel/GNL).

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 1500 pasajeros y 55 tripulantes.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: los propios de este tipo de buque.

Ferrol, 28 Setiembre 2016

ALUMNO: D. Marcos Covelo Fernández



ÍNDICE:

1. Introducción.....	pág-4
2. Amarre y fondeo.....	pág-6
3. Achique y sentinas	pág-8
4. Equipos y servicios contra incendios.....	pág-9
5. Lastre.....	pág-11
6. Salvamento.....	pág-12
7. Agua dulce.....	pág-15
8. Aguas residuales.....	pág-17
9. Ventilación cámara de máquinas.....	pág-19
10. Climatización.....	pág-24
Planos.....	pág-27
Anexo.....	pág-32



1. Introducción:

En este proyecto se diseña un buque tipo Ro-Pax. Dicho buque será diseñado con objeto de transportar 1500 pasajeros y 1000 metros lineales de carga rodada, que le permitan albergar 115 turismos y 30 tráileres simultáneamente. Estará destinado para trayectos relativamente largos, por lo que contará con acomodación adecuada para viajes nocturnos (todos los pasajeros dispondrán de camarotes o cómodas butacas) y de diversos servicios a bordo (restaurante, cafeterías, tiendas, zonas de ocio). Será dotado con propulsión dual-fuel en línea con las actuales exigencias medioambientales. El diseño se realizará de acuerdo a la Sociedad de clasificación DNV-GL y será conforme con Marpol y Solas (incluyendo el requerimiento de retorno seguro a puerto SRTP). La velocidad de servicio que deberá alcanzar será de 26 Kn con una autonomía de 3000 millas.

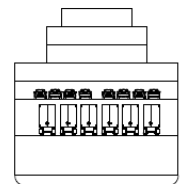
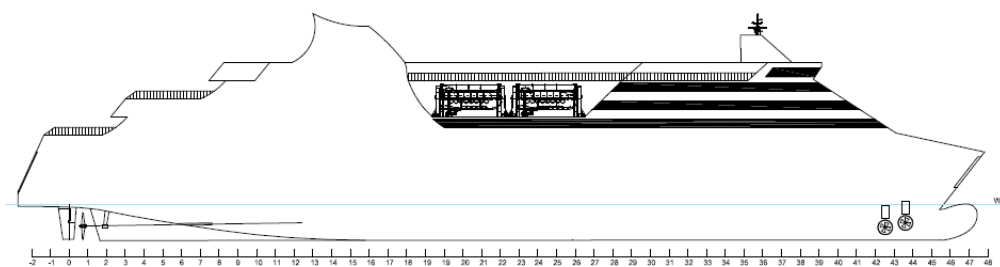
Neste proxecto diseñase un buque tipo Ro-Pax. Este buque estará deseñado para transportar 1500 pasaxeiros e 1000 metros lineais de carga rodada, o que lle permite acomodar 115 vehículos e 30 tráileres simultaneamente. Estará destinado a viaxes relativamente longas, polo que terá aloxamento adecuado para viaxes nocturnas (todos os pasaxeiros terán cabinas ou cómodos asentos) e varios servizos a bordo (restaurante, cafeterías, tendas, áreas de lecer). Estará equipado con propulsión de dobre combustible en liña cos requisitos ambientais actuais. O deseño realizarase segundo a sociedade de clasificación DNV-GL e estará de acordo con Marpol e Solas (incluído o requisito de retorno seguro a porto SRTP). A velocidade de servizo a alcanzar será de 26 Kn cunha autonomía de 3000 millas.

In this project a ship type Ro-Pax is designed. This vessel will be designed to carry 1500 passengers and 1000 linear meters of roll cargo, allowing it to accommodate 115 cars and 30 trailers simultaneously. It will be destined for long journeys, so it will have adequate accommodation for night trips (all passengers will have cabins or comfortable seats) and various services on board (restaurant, coffee shops, shops, leisure areas). It will be equipped with dual-fuel propulsion in line with current environmental requirements. The design will be made according to the DNV-GL classification society and will be in accordance with Marpol and Solas (including the safe return to port SRTP). The service speed to be achieved will be 26 knots with an autonomy of 3000 miles.



Características buque Ferry

L_{pp}	130 m
L_{total}	145,6 m
B	24,4 m
D	7,84 m
$T_{diseño}$	5,26 m
C_b	0,58
C_m	0,960
C_p	0,60
Despl	9923,2 t
Pasajeros	1500
Tripulación	55
Velocidad	26 nudos
BKw	31768,6 Kw





2. Amarre y fondeo:

Los equipos de amarre y fondeo se dimensionarán según las indicaciones del DNV, que a su vez están en consonancia con las reglas universales de la IACS. El primer paso consiste en calcular el número de equipo a partir de algunos parámetros básicos del buque, y con este valor entrar en una tabla estándar que proporciona el número de anclas y la masa de cada una, la longitud total de cadena (a repartir homogéneamente) y el diámetro de los eslabones, la longitud de estachas de remolque y su resistencia, y por último el número de líneas de amarre, la longitud de las mismas y la resistencia a la tracción que deben ofrecer.

El número de equipo se calcula con la fórmula:

$$EN = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot B \cdot H + \frac{A}{10}$$

Donde:

- Δ : desplazamiento del buque (9923,2 t).
- B: manga (24,4 metros).
- H: altura efectiva, calculada como el puntal de la cubierta más alta menos el calado (21,2 metros).
- A: área lateral de la obra muerta (2579,8 m²).

Obteniéndose un valor de:

$$EN = 1754$$

Con dicho valor, entrando en las tablas correspondientes del DNV se consiguen los valores de:

- Número de anclas: 2
- Masa por ancla: 5250 kg
- Longitud total de cadenas: 577,5 metros
- Diámetro de cadenas: 73 mm para acero normal (K1)
- Carga de rotura cadena: 1990 Kn
- Longitud línea de remolque: 220 metros
- Carga de rotura remolque: 1024 Kn
- Líneas de amarre: 5
- Longitud líneas de amarre: 190 metros
- Carga de rotura amarre: 353 Kn

La longitud total de cadenas habrá de dividirse en dos tramos iguales para formar los dos trenes de fondeo exigidos. Los 577,5 m equivalen a 21 largos de 27,5 m, de modo que se decide instalar dos cadenas de 11 largos cada una,



esto es, 302,5 m. Con este dato y el diámetro de los eslabones ya definido es posible calcular el volumen requerido para cada caja de cadenas:

$$V = 4,84 \cdot d_c^2 \cdot l_c \cdot 10^{-6}$$

$$V = 4,84 \cdot 73^2 \cdot 302,5 \cdot 10^{-6}$$

$$V = 7,80 \text{ m}^3$$

Suponiendo que las cajas de cadenas sean cilíndricas, el diámetro de estas debe ser de al menos 25 veces el diámetro de las cadenas, por lo que:

$$l = 25 \cdot 73 = 1,83 \text{ metros}$$

Cada caja de cadenas estará compuesta por los siguientes volúmenes:

- Gatera: se dota de una altura de 1,5 m.
- V1: volumen cónico que ocupa la cadena al almacenarse. La altura de este volumen se obtiene:

$$h_2 = \frac{l}{2} \cdot \operatorname{tg}(30^\circ) = 0,526 \text{ m}$$

Resultando entonces V1:

$$V1 = \frac{h_2}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2 = 0,459 \text{ m}^3$$

- V2: volumen donde se almacena la cadena. Se obtiene como:

$$V2 = V - V1 = 7,34 \text{ m}^3$$

Siendo la altura:

$$h_3 = 2,80 \text{ m}$$

- Zona achique: se dota de una altura de 0,6 m.

Se obtiene por tanto que el buque deberá ser dotado de 2 cajas de cadenas cilíndricas de 1,83 metros de diámetro y 5,43 metros de altura.

El DNV establece que los molinetes de anclas deberán ser capaces de ejercer una determinada fuerza de tracción normal durante un tiempo de 30 min con una velocidad de izado de 9 m/min, y una fuerza máxima un 50% superior durante al menos 2 min sin requisito de velocidad. Estas fuerzas exigidas son, para un grado de acero de cadena K1:



$$T_{\text{normal}} = 36,8 \cdot d_c^2 = 196,10 \text{ Kn}$$

$$T_{\text{máxima}} = 1,5 \cdot T_{\text{normal}} = 294,16 \text{ Kn}$$

Con estos valores se puede obtener el valor de la potencia al eje necesaria para el molinete, tomando un rendimiento total (incluyendo las pérdidas en la transmisión, en el barbotén y en el escobén) del 40%:

$$P_{\text{molinete}} = \frac{T_{\text{normal}} \cdot V_{\text{izado}}}{\mu} = 73,54 \text{ Kw}$$

Con el freno puesto, el molinete deberá soportar un empuje del 45 % de la carga de rotura de la cadena, resultando:

$$T_{\text{freno molinete}} = 0,8 \cdot 1990 = 1592 \text{ Kn}$$

Se proporciona también una fórmula para calcular el diámetro interior del escobén a partir del diámetro de la cadena:

$$D_{\text{escobén}} = [(100 - d_c) \cdot 0,03867 + 7,5] \cdot d_c = 623,72 \text{ mm}$$

El DNV especifica que los chigres de amarre deben dimensionarse de forma que la tracción máxima soportada se sitúe entre 1/4,5 y 1/3 la carga de rotura de la estacha. Tomando el mayor valor resulta:

$$T_{\text{chigre}} = 1/3 \cdot 353 = 118 \text{ Kn}$$

Y suponiendo una velocidad de izado de 20 m/min y un rendimiento del 40 %, se obtiene una potencia para los chigres de:

$$P_{\text{chigre}} = \frac{118 \cdot 20}{0,4 \cdot 60} = 98,33 \text{ Kw}$$

El freno de los chigres deberá soportar un 80 % de la carga de rotura de la estacha, resultando:

$$T_{\text{freno chigre}} = 0,8 \cdot 353 = 282,4 \text{ Kn}$$



3. Achique y sentinas:

Todos los compartimentos estancos que no sean empleados como tanques de combustible, agua dulce, lastre, etc. deberán estar conectados a un sistema de achique dotado de las bombas adecuadas para descargar al mar los fluidos que puedan llegar a contener. Dichos fluidos serán de carácter oleoso normalmente, por lo que deberán ser tratados en un separador de sentinas garantizando que no contengan más de 15 partes por millón de hidrocarburos cuando se expulsen al mar.

La instalación estará conformada por un colector principal de achique, con ramales a los pocetes situados en los diferentes compartimentos. En cada uno se dispondrán varios pocetes asegurando que con diferentes escoras y trimados el fluido no se acumula. Las bombas succionarán el fluido enviándolo a un tanque de sentinas y de ahí al separador. Existirá un by-pass a este permitiendo en caso de emergencia expulsar el fluido sin tratar (tal como indica el SOLAS).

El dimensionamiento del sistema de achique y sentinas se realizó conforme a las indicaciones del SOLAS. En él se indica que el buque contará con 3 bombas para este servicio si el coeficiente de bomba de sentina es menor de 30, o 4 si es mayor. Para hallar el coeficiente de bomba de sentina primero debe determinarse si $P1$ es mayor que P , siendo:

- P : volumen de espacios de pasajeros y tripulación bajo la cubierta de cierre, en el caso del buque proyecto no existe ninguno ($P = 0$).

- $P1 = K \cdot N$

Donde:

- N : número de pasajeros, 1500 en el buque proyecto.
- $K = 0,056 \cdot L$ ($L = 133,34$ m)

$$P1 = 1500 \cdot 0,056 \cdot 133,34 = 11200,56$$

Se comprueba que $K \cdot N$ es inferior al volumen total de espacios de pasajeros del buque (obtenido de los planos):

$$\text{Vol. esp.} = 33551,37 \text{ m}^3$$

Con $P1$ y P calculados se obtiene el coeficiente de bomba de sentina mediante la fórmula:

$$\text{coef. bomba} = 72 \cdot \left[\frac{M + 2 \cdot P1}{V + P1 - P} \right]$$

Donde:



- M: volumen del espacio de máquinas y de los tanques adyacentes, 5579,06 m³.
- V: volumen total del buque por debajo de la cubierta de cierre, 34999,08 m³

Se obtiene:

$$\text{Coef. bomba} = 43,6$$

Dicho valor es mayor que 30 por lo que el buque debe estar dotado de 4 bombas para el servicio de achique. Estas bombas estarán conectadas al colector de achique. Además estarán situadas en compartimentos distintos, de forma que una inundación no afecte a todas ellas a la vez, y distribuidas a lo largo de la eslora del buque de modo que sea posible afrontar cualquier situación de averías (2 en la zona de proa y 2 en la zona de popa).

El colector de achique tendrá un diámetro no inferior al obtenido por la expresión:

$$d = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{L \cdot (B + D)} = 119,64 \text{ mm}$$

Este valor se redondea al diámetro estándar 125 mm. Las bombas tendrán potencia suficiente para hacer circular el agua por el colector a 2 m/s, lo cual implica un caudal no inferior a:

$$Q = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 0,125^2}{4} \cdot \frac{3600}{1} = 88,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

Y deberán aportar una presión de 4 bar.

A bordo será necesaria una planta de tratamiento que garantice que el efluente al ser expulsado no cuenta con más de 15 partes por millón (ppm) de hidrocarburos. Se estima que con una separadora capaz de tratar 5000 l/h será suficiente para el buque proyecto.



4. Equipos y servicios contra incendios:

El diseño de los servicios contra incendios del buque se realizó siguiendo las indicaciones de:

- Capítulo II del Convenio Internacional para la Seguridad de la vida Humana en la mar (SOLAS).
- Normas UNE.
- “Instalaciones de protección contra incendios” del profesor J. Ángel Fragueta Formoso.
- NFPA 750

Con el objetivo de prevenir y extinguir cualquier incendio a bordo del buque se instalarán los siguientes medios de protección:

- Medios de protección activa:
 - Instalaciones de detección y alarma.
 - Instalación de extinción de incendios.
 - Instalaciones auxiliares, sistemas de ventilación, aporte de combustible, puertas contrafuegos.
- Medios de protección pasiva:
 - Mamparos contraincendios.
 - Medios de cierre.
- Instalación de detección y alarma:

El buque de proyecto contará con un sistema de detección y alarma que pueda activar la señal de emergencia tanto automáticamente como por medios manuales distribuidos por todas las cubiertas. Los detectores de humo se instalarán en los espacios de máquinas, espacios de servicio, puestos de control, espacios de carga y espacios de habitación, incluidos pasillos, escaleras y vías de evacuación. No será necesario disponer detectores en baños privados ni en cualquier otro espacio en el que se estime un riesgo de incendio prácticamente nulo. En los camarotes debe existir una alarma acústica que se active tan pronto como se detecte humo. Por otra parte, los avisadores de accionamiento manual se instalarán en todos los espacios de habitación o de servicio y en puestos de control, habiendo uno en cada salida y estando distribuidos en los pasillos de forma que ningún punto diste más de 20 m de uno de estos dispositivos. El buque contará con un puesto central de control con dotación permanente en el que estarán centralizadas todas las alarmas contra incendios del buque y desde el que se podrán manejar las puertas resistentes al fuego y los ventiladores.



- Instalación de extinción de incendios:

En el buque principalmente se dispondrá de tres de estos sistemas:

- red de bocas de incendio equipadas.
- instalación fija automatizada de agua nebulizada.
- extintores portátiles manuales distribuidos por todos los espacios del buque.

Red de bocas de incendio equipadas:

El sistema de suministro de agua para las bocas de incendios contará con tomas de mar, bombas, colectores, y tuberías adecuadas para abastecer todas las mangueras.

Las bocas contra incendios deberán situarse de forma que por lo menos dos chorros de agua procedentes de dos bocas contra incendios separadas puedan alcanzar cualquier parte del buque normalmente accesible a los pasajeros o a la tripulación. Esto deberá ser posible incluso estando cerradas las puertas situadas en mamparos estancos o de separación de zonas de fuego. Se instalarán bocas de incendios equipadas (BIE), que permiten una rápida utilización. En la habilitación se optará por BIE-25 de manguera semirrígida, que puede ser utilizada por una sola persona y no necesita desplegar toda la manguera para funcionar.

Contará con 3 bombas principales, la ubicación de las cuales será tal que habiéndose declarado un incendio en cualquier compartimento del buque no queden inutilizadas todas ellas. Además, contará con 1 bomba contra incendios de emergencia que se encontrará en un espacio no contiguo a cualquier espacio de máquinas de categoría A ni al espacio en el que se encuentren las bombas principales. Tampoco se permite el acceso directo entre el espacio de máquinas y el espacio donde se encuentren la bomba de emergencia y su fuente de energía.

La presión en todas las bocas cuando estén descargando dos de ellas debe mantenerse en $0,4 \text{ N/mm}^2$.

El SOLAS establece que el caudal contra incendios no será inferior a $2/3$ del caudal de achique de sentinas:

$$Q_t \geq \frac{2}{3} \cdot Q_s \cdot N_s = 235,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cada bomba contra incendios principal tendrá una capacidad no inferior al 80% del caudal total exigido dividido por el número de bombas:

$$Q_{min} = 0,8 \cdot \frac{Q_t}{N} = 62,8 \text{ m}^3/h$$

Se debe comprobar que el caudal de cada bomba es suficiente para abastecer dos bocas de incendios funcionando conjuntamente. El caudal de una BIE se puede estimar mediante la siguiente expresión:

$$Q_{BIE} = K \cdot \sqrt{P}$$

Donde:

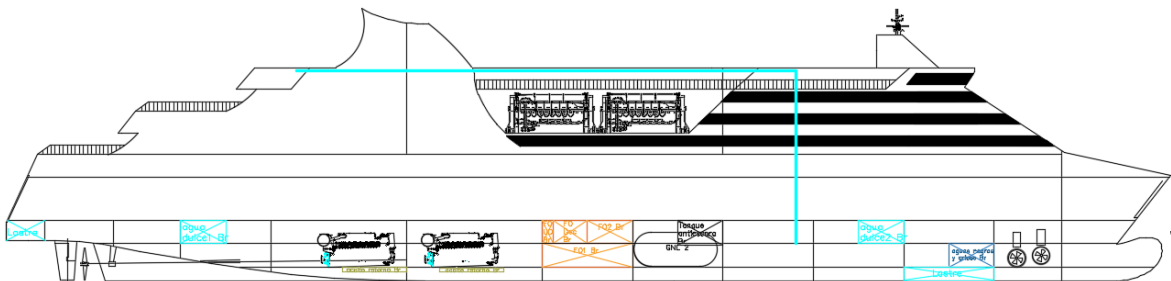
- K: constante que para BIE-25 toma un valor en torno a 42.
- P: presión en la toma de conexión. El mínimo exigido por el SOLAS es de 4 bar, pero se considera un valor insuficiente por lo que se dimensionará el sistema para proporcionar 7 bar.

Con estos valores se obtiene el caudal necesario para 2 BIE:

$$Q_{BIE} = 2 \cdot 42 \cdot \sqrt{7} = 222,24 \text{ l/min} = 13,33 \text{ m}^3/h$$

Siendo el caudal obtenido por el SOLAS mayor, con lo que resulta adecuado.

Para determinar la presión que deben aportar las bombas se deben considerar las pérdidas en las tuberías. Por ello, se calcularán las pérdidas de presión que se producirán hasta las bocas más alejadas de las bombas:



El cálculo de las pérdidas de carga se realiza mediante la fórmula de Hazen-Williams:

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

Donde:

- C: constante para el tipo y condición del tubo, 140 para tubos de acero inoxidable que son los seleccionados para dicho servicio.
- d: diámetro interior medio del tubo, en mm.
- L: longitud equivalente de tubo y accesorios, en m.
- Q: caudal que circula por el tubo, 3926 l/min en el ramal principal y 222,24 l/min en el ramal secundario.



El diámetro interior del tubo se puede obtener mediante el caudal y la velocidad a la que circulará el fluido. El colector principal del servicio contra incendios se dimensionará de forma que el agua circule a una velocidad de aproximadamente 2 m/s:

$$Q_{min} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$d = 204 \text{ mm}$$

Los ramales secundarios se dimensionarán para una velocidad del agua de 5 m/s, resultando:

$$d = 30,7 \text{ mm}$$

La longitud equivalente de tubo se obtiene mediante un cálculo aproximado, ya que se desconoce la disposición final de dichas tuberías. Las bombas se situarán a proa en la cubierta 2, y hasta las bocas más alejadas a popa de la cubierta 8, se estima mediante los planos que existirá:

	Longitud equivalente (m)
Colector principal (200 mm)	21,3
Accesorios	
Válvula de mariposa	8,6 (x13)
Te roscada	11 (x7)
Codo 90°	5,7 (x5)
Margen	10 %
TOTAL	262,46
Ramal secundario (32 mm)	55,6
Accesorios	
Válvula de mariposa	2,2 (x10)
Te roscada	2,1 (x5)
Codo 90°	1 (x10)
Margen	10 %
TOTAL	107,91

Con estos valores, se obtiene unas pérdidas de presión de:

$$P = 7,649 \text{ bar}$$

Las bombas deberán aportar al circuito una presión entonces de:

$$P = P_{BIE} + P_{geom} + P_{pérd}$$

Donde:



- P_{BIE} : la presión que se le debe suministrar a la boca, 7 bar en la toma de conexión, lo que suponiendo una pérdida de 1 bar en la propia BIE resulta en 6 bar en punta de lanza.
- P_{geom} : la presión necesaria para salvar la diferencia de altura, calculada como $0,098 \cdot \Delta h$.
- $P_{pérd}$: las pérdidas de carga en la tubería.

Resultando entonces una presión de:

$$P = 16,73 \text{ bar}$$

Por su parte, la bomba de emergencia deberá aportar un caudal no inferior al 40% del total aportado por las otras bombas:

$$Q_{em} = 0,4 \cdot Q_t = 94,2 \text{ m}^3/h$$

La instalación contará con una conexión internacional a tierra que permita abastecerla.

Instalación fija automatizada de agua nebulizada:

Todos los espacios, tanto de habilitación, de máquinas como cubiertas de carga rodada estarán protegidas por una instalación fija de agua nebulizada. Se escogió este sistema por las múltiples ventajas que aporta:

- La niebla de agua es capaz de penetrar por los diferentes recodos del espacio, incluyendo bajo los vehículos, contando por ello con más alcance que otros métodos.
- El consumo de agua es menor que en un sistema de rociadores tradicionales.
- El sistema emplea agua técnica, de la cual el buque puede reponerse en tránsito tras un disparo del sistema.
- No resulta tan peligroso para la vida humana, pues se mantiene un porcentaje alto de oxígeno.
- Es un sistema que no produce contaminación.
- Los daños en maquinaria y equipos producidos por el agua son reducidos.

El servicio estará formado por una red de tuberías que distribuyen agua a presión hacia todas las boquillas de nebulización del buque, las cuales se abren automáticamente cuando se activa la señal de alarma tras la detección de un fuego. Su diseño se realizó conforme a la regla americana NFPA 750 de



la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, que trata específicamente de los sistemas de agua nebulizada.

Las principales características del sistema serán:

- De tipo tubería húmeda, es decir, que los conductos estarán permanentemente llenos de agua.
- Las boquillas serán automáticas, estando cada una de ellas dotada de una válvula de accionamiento automatizado descarga el agua tan pronto como se dan las condiciones programadas.
- Deberá garantizarse una continuidad de suministro de agua dulce durante al menos 30 minutos, para asegurar la completa supresión del incendio.
- Se dispondrá de las conexiones necesarias para emplear agua salada para la extinción por nebulización en caso de emergencia, contando para ello con filtros adecuados para soportar la peor calidad de agua.

El diseño del sistema de agua nebulizada depende de los componentes y del fabricante que se escoja. Para realizar un diseño preliminar en este anteproyecto se seleccionarán los componentes del fabricante Marioff, que está certificado por el DNV-GL.

Según indica el propio DNV los nebulizadores de dicha marca se deben disponer:

- modelo 1MB 6MB 100A (15,9 litros por minuto):
 - 1 por cada cabina de menos de 16 m², medida que cumplen todas las cabinas del buque proyecto.
 - Espaciados en 3,75 metros en pasillos y escaleras.
 - Espaciados 3,5 metros en espacios públicos cuando la altura del techo este sobre 2,5 metros.
- Modelo 1MC 6MC 100A (27,4 litros por minuto):
 - Espaciados 3,75 metros en espacios públicos donde la altura del techo este sobre 5 metros, como en la cubierta 3 (tráileres).
 - Espaciados 2,65 metros en zonas de almacén.

Dichas boquillas deben trabajar con una presión del agua entre 120 y 140 bar. Las bombas aportarán una presión de 140 bar, suficiente para asegurar que, teniendo en cuenta las pérdidas producidas en las tuberías, se alcanzarán más de 120 bar en las boquillas más alejadas.



El caudal que deberán aportar las bombas se calcula para el espacio más exigente, que en el caso del buque proyecto es la cubierta 3 (tráileres). Dicha cubierta tiene 2100 m² donde se deben instalar el modelo 1MC 6MC 100A, que requiere mayor caudal (27,4 l·min). Se estima que serán necesarios 198 nebulizadores para cubrir dicha superficie.

Suministrar agua a todos ellos a la vez exigiría un equipo de dimensiones desproporcionadas, a la vez que no representaría una situación probable. Por ello, la IMO realiza las siguientes indicaciones en su circular MSC.1/Circ.1272: el suministro de agua para cubiertas de carga rodada debe dimensionarse para como mínimo una superficie de 280 m². Para este proyecto se decidió incrementar dicha superficie hasta los 650 m², aumentando la efectividad del sistema y permitiendo combatir el incendio en varios espacios o cubiertas si se diese el caso.

El caudal necesario para una descarga supone entonces:

$$Q = 27,4 \cdot 61 \text{ (nebulizadores)} = 1671,4 \text{ l·min} = 100,28 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por tanto las bombas deberán ser capaces de abastecer dicho caudal a 140 bar.

Se instalarán 3 grupos de bombas, al igual que para el circuito de BIE, en la zona de proa y a popa de la cámara de máquinas, asegurando que se encuentren en zonas de fuego distintas.

El volumen necesario para una descarga, considerando que dicha descarga debe durar 30 minutos para asegurar la supresión del incendio, resulta:

$$V = 100,28 / 2 = 50,142 \text{ m}^3$$

Para hacer frente a dicha descarga se sobredimensionó el volumen de los tanques de agua dulce.



Extintores portátiles manuales:

Cumpliendo con las exigencias del SOLAS se instalarán extintores portátiles en los diferentes espacios del buque. Dependiendo del espacio se dispondrán los siguientes tipos de extintor:

- Habitación: extintores de polvo ABC de 9 Kg, dispuestos en los diferentes espacios y a la entrada de estos.
- En espacios con equipo electrónico extintores de CO₂, para minimizar el daño a los equipos.
- En cada cámara de máquinas 2 extintores de espuma de 45 litros y 2 extintores portátiles de espuma.
- A bordo se llevarán cargas de respeto suficientes para recargar completamente 10 extintores y hasta el 50% el resto.



5. Lastre:

Tal y como se explicó en el cuaderno 4, el buque cuenta con dos tanques de lastre en popa (de 82,4 m³ cada uno) y uno en proa (de 72 m³). El sistema de lastre contará con 2 bombas, según indica el reglamento. El caudal que deben aportar dichas bombas se calculó como:

$$Q = \frac{V}{T \cdot N}$$

Donde:

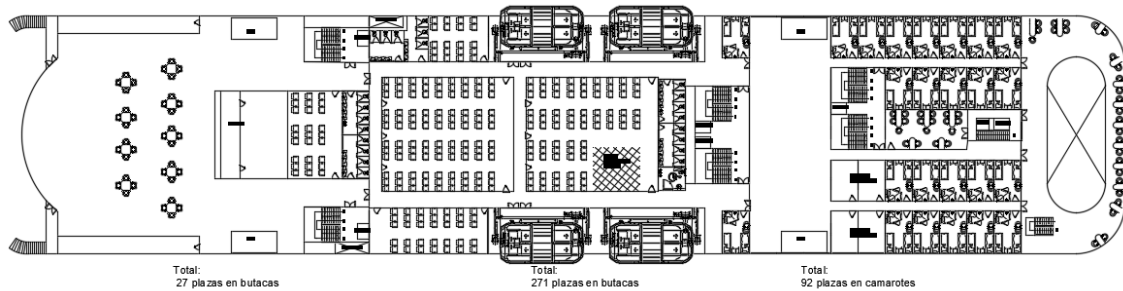
- V: volumen total de los tanques de lastre (236,8 m³).
- T: tiempo de deslastre (se supusieron 3 horas).
- N: número de bombas que trabajaran simultáneamente (2 bombas).

Se obtiene:

$$Q = 39,46 \text{ m}^3$$

La sociedad de clasificación permite emplear como bombas de lastre las bombas de achique obligatorias. En este caso, puesto que el caudal de achique que se calculó es superior al caudal de lastre, se usarán las bombas de achique para realizar las funciones de lastre del buque, de modo que no será necesario instalar más bombas a bordo.

Tal y como se indicó en el cuaderno 7, cada uno de estos medios de evacuación se dispondrán en una zona vertical diferente del buque.



Se dotará al buque además con 2 botes de rescate, uno a cada banda, situados en la cubierta superior.

Además de dichos medios de evacuación, el buque contará con los siguientes equipos y sistemas a fin de garantizar la seguridad de las personas a bordo en caso de evacuación:

- Respondedor de radar: al menos uno en cada banda, dispuestos para poder ser rápidamente situados en cualquier medio salvavidas que sea lanzado al agua.
- Cohetes lanzabengalas con paracaídas: 12 en el puente.
- Sistemas de alarma y comunicación en posiciones estratégicas en todas las cubiertas para convocar la señal de emergencia y alertar a todas las personas a bordo.
- Sistema de megafonía apto para situaciones de emergencia (conectado al cuadro de emergencia) y audible en todos los espacios, también en cubiertas a la intemperie, por encima del ruido ambiente. El sistema deberá estar formado por dos bucles independientes suficientemente separados en toda su extensión y con amplificadores independientes.
- Aros salvavidas: en todas las cubiertas, a babor y a estribor, y al menos uno en las proximidades de popa. Debe haber uno de cada banda con una línea de vida (rabiza) de longitud no inferior a dos veces la altura sobre el agua, aunque no menos de 30 m. Como mínimo la mitad de los aros contarán con luces de autoencendido, y dos de estos estarán equipados además con señales de fumígenas y serán fácilmente accesibles desde el puente. No coincidirán las



luces y las líneas de vida en un mismo aro. Todos los aros llevarán escritos el nombre del buque y el puerto de registro en letras mayúsculas.

- Chalecos salvavidas: se llevarán uno por persona a bordo, más un 10% adicional en chalecos para niños, más otros adicionales en puente, cabinas de control y otros puestos de trabajo para la tripulación. Además se dispondrán chalecos para el 5% de las personas a bordo en los centros de reunión u otros lugares estratégicos de las cubiertas.

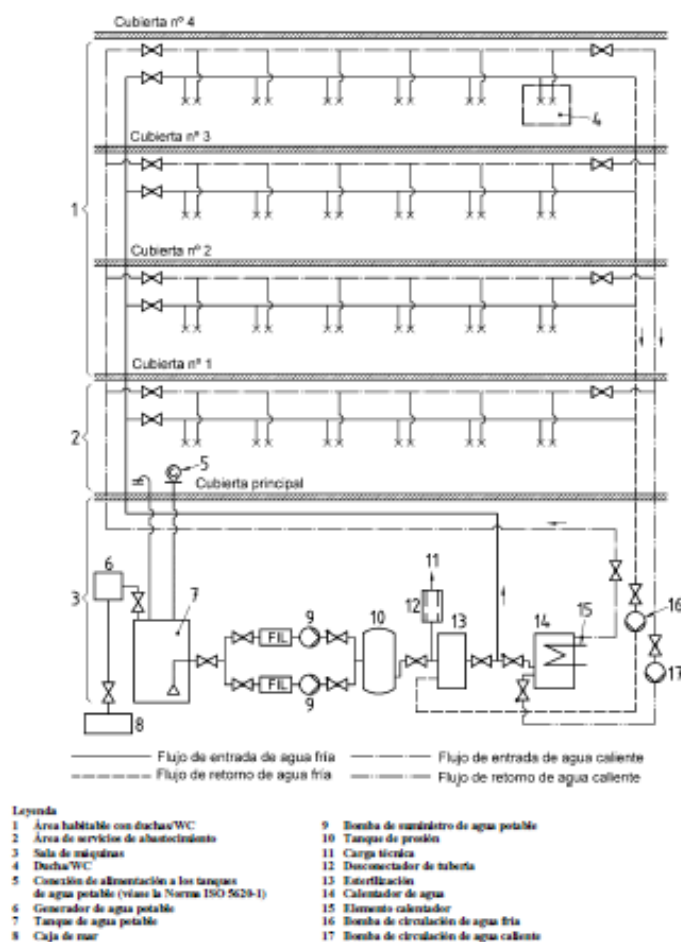
- Trajes de inmersión: debe proporcionarse un traje de inmersión adecuado para cada tripulante al que se le asigne un bote de rescate. Además, cada bote salvavidas contará con 3 trajes de inmersión en su interior.



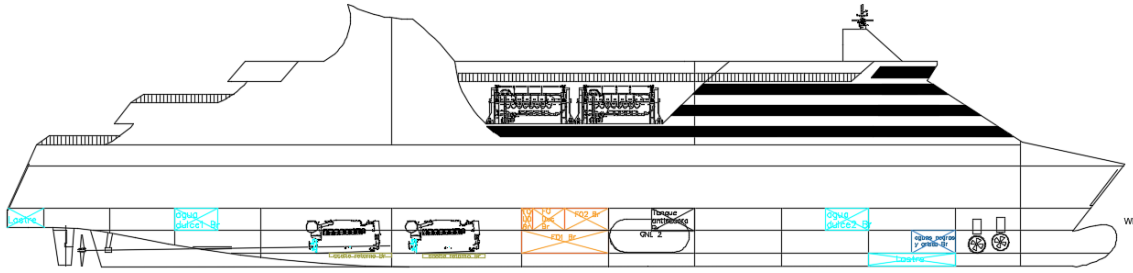
7. Agua dulce:

El servicio de agua dulce estará formado por las tomas de mar, la planta de generación de agua dulce, la conexión al suministro público, los tanques de agua dulce, las bombas principales, el tanque de agua a presión (tanque hidróforo), la planta de esterilización, el calentador de agua, las bombas de circulación, y todas las líneas, válvulas y accesorios pertinentes. Entre estos accesorios estarían filtros previos a las bombas, manómetros, termómetros, sensores de la calidad del agua, válvulas antirretorno, reductoras de presión y limitadoras de caudal.

El diseño del servicio de agua dulce se realizó conforme la norma UNE-EN ISO 15748. En esta se muestra un ejemplo de circuito típico:



El servicio estará duplicado con objeto de cumplir los requerimientos del SRTP. Por ello, se habilitarán 2 espacios en zonas de fuego diferentes para la instalación de bombas, calentadores, tanques:



El consumo de agua potable se obtiene de la norma, donde se dan los siguientes valores para buques ferry con sistema de aseos de vacío:

- Pasajero con cama: 160 litros por persona y día.
- Pasajero sin cama: 55 litros por persona y día.

Y teniendo en cuenta que la distribución de pasajeros a bordo es de:

- Pasajeros con cama (camarote): 805
- Pasajeros sin cama (butaca): 750

Se obtiene entonces un valor de:

Volumen agua dulce = 170 m³/día

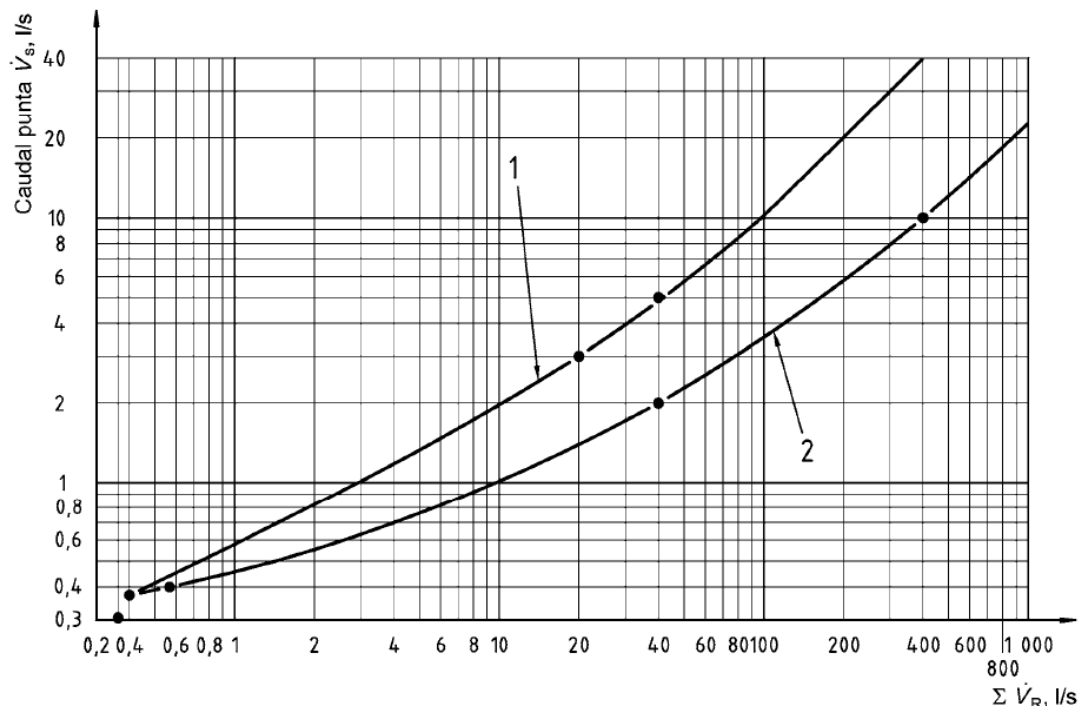
Con este valor y teniendo en cuenta las necesidades de agua técnica, se dotará al buque de 2 plantas de generación de agua dulce con capacidad para 90 m³ al día.

Para obtener el caudal de las bombas principales es necesario el caudal punta, para lo cual la norma aporta los valores necesarios para los diferentes consumidores:

Equipo	Número	Caudal unitario (l/s)		Caudal total (l/s)	
		Fría	Caliente	Fría	Caliente
Ducha	805	0,15	0,15	120,75	120,75
Lavabos	830	0,07	0,07	58,1	58,1
Retretes	830	0,30		249	
Urinarios	10	0,30		3	
Fregaderos	10	0,07	0,07	0,7	0,7
Lavavajillas	6	0,15		0,9	
Lavadora	8	0,25		2	
TOTAL				434,45	179,55



El resultado es un caudal bruto de 614 l/s. El caudal punta se obtiene a partir del anterior caudal mediante la siguiente gráfica de la norma. El valor obtenido es inferior, pues tiene en cuenta que no todos los consumidores van a activarse a la vez:



Se obtiene un valor de:

- Caudal punta agua fría: 41 l/s
- Caudal punta agua caliente: 17 l/s

Resultando un total de 208,8 m³/h. El circuito contará con:

- 4 bombas (2 de reserva) para el agua fría, que proporcionarán cada una 73,8 m³/h.
- 4 bombas (2 de reserva) para el agua caliente, que proporcionarán cada una 30,6 m³/h

Por su parte contará con 2 plantas potabilizadoras que podrán hacer frente cada una a dicho caudal.

La presión que deberán aportar las bombas asegurará que a todos los consumidores se les proporcione 1,5 bar. Para ello se estudiaron las pérdidas de carga a los consumidores más alejados, a popa en la cubierta 8 (Hazen-Williams):

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



Donde:

- C: constante para el tipo y condición del tubo, 140 para tubos de acero inoxidable que son los seleccionados para dicho servicio.
- d: diámetro interior medio del tubo, en mm.
- L: longitud equivalente de tubo y accesorios, en m.
- Q: caudal que circula por el tubo, en l/min en cada ramal.

El diámetro interior del tubo se puede obtener mediante el caudal y la velocidad a la que circulará el fluido. El colector principal se dimensionará de forma que el agua circule a una velocidad no superior a 1,4 m/s, tal como indica la norma:

$$Q_{min} = 1,4 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$D_{agua\ fría} = 193\text{ mm}$$

$$D_{agua\ caliente} = 124\text{ mm}$$

La longitud equivalente de tubo se obtiene mediante un cálculo aproximado, ya que se desconoce la disposición final de dichas tuberías. Las bombas se situarán a proa en la cubierta 2, y hasta las bocas más alejadas a popa de la cubierta 8, se estima mediante los planos que existirá:

	Longitud equivalente (m)
Colector principal (250 mm)	21,3
Accesorios	
Válvula de mariposa	9,9 (x13)
Te roscada	14 (x7)
Codo 90°	7,4 (x5)
Margen	10 %
TOTAL	313,5

Con estos valores, se obtiene unas pérdidas de presión de:

$$P_{agua\ fría} = 0,237\text{ bar}$$

$$P_{agua\ caliente} = 0,188\text{ bar}$$

Las bombas deberán aportar al circuito una presión entonces de:

$$P = P_{BIE} + P_{geom} + P_{pérd}$$

Donde:



- P_{BIE} : la presión que se le debe suministrar al consumidor, 1,5 bar.
- P_{geom} : la presión necesaria para salvar la diferencia de altura, calculada como $0,098 \cdot \Delta h$.
- $P_{pérd}$: las pérdidas de carga en la tubería.

Resultando entonces una presión de:

$$P_{\text{agua fría}} = 3,8244 \text{ bar}$$

$$P_{\text{agua caliente}} = 3,7762 \text{ bar}$$

No existirán tanques hidróforos entre las bombas y la red, por tratarse de caudales elevados, siguiendo las indicaciones de la norma.

El dimensionamiento del calentador de agua se realiza en función del número de personas a bordo, tal y como indica la norma:

Número de personas	Volumen del calentador de agua	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

Se optó por instalar 4 calentadores de 7000 litros cada uno, con una potencia de 300 Kw que permitirá calentar todo su volumen en 90 minutos.



8. Aguas residuales:

El sistema de tratamiento de aguas residuales constará fundamentalmente de una red de líneas que transporten las aguas de desecho desde los desagües hasta los colectores, y de estos hasta la planta de tratamiento, donde se obtendrá el agua tratada que podrá ser vertida, o hasta un tanque, donde podrá ser almacenada. Como es lógico, las líneas de aguas grises y negras permanecerán separadas a lo largo de todo su recorrido.

Debido a las considerables dimensiones del sistema de aguas de desecho en el buque del proyecto, se opta por un sistema de vacío.

Según la norma UNE-EN ISO 15749 el sistema debe dimensionarse para un volumen diario de aguas residuales de:

- 25 l/persona·día de aguas negras.
- 160 l/persona·día de aguas grises.

Lo que suponen un total de 38,8 m³ de aguas negras y 248,8 m³ de aguas grises al día. En el Marpol se recoge que a más de 12 millas de la costa no es necesario tratar dichas aguas. Dado que el buque navegará de forma continua en su explotación no se considera necesario que las plantas de tratamiento puedan procesar todas las aguas residuales generadas, siendo gran parte de estas expulsadas durante la navegación. Se instalarán 2 plantas de tratamiento capaz de tratar 96 m³ al día cada una, con lo que unido a la capacidad de los tanques de almacenamiento el buque pueda asumir 290 m³ de aguas residuales al día.

La misma norma también dispone de las siguientes fórmulas para el cálculo de la capacidad de aire que necesitará el sistema de vacío.

- Para aguas negras:

$$V = W \cdot b_1 \cdot f_1 \cdot f_2$$

Donde:

- W: número de retretes.
- b₁: consumo de aire en una activación (60 l).
- f₁: número de retretes usados por hora (7 en un ferry).
- f₂: factor de pérdidas (1,25).

Se obtiene:

$$V = 223,1 \text{ m}^3/\text{h}$$



- Para aguas grises:

$$V = \frac{K \cdot m \cdot b_2}{a \cdot n} + \frac{K \cdot m}{a}$$

Donde:

- a: número de períodos pico (2).
- b_2 : consumo de aire por una activación (50 l).
- K: número de personas alojadas (1555).
- m: consumo de agua por persona y día (60 l).
- n: cantidad de agua usada en una activación (15 l).

Se obtiene:

$$V = 202,15 \text{ m}^3/\text{h}$$



9. Ventilación cámara de máquinas:

El buque dispone de doble cámara de máquinas, disponiendo de 2 motores propulsores en cada una (4 en total de 9160 Kw cada uno). Las cámaras de máquinas del buque se sitúan en la zona vertical intermedia y contienen, entre otros equipos y sistemas, los motores principales, que necesitan un consumo de aire determinado para producir la combustión y además son una gran fuente de calor que ha de ser evacuado para mantener la temperatura de los espacios en niveles seguros. Esto significa que la ventilación de la cámara de máquinas es un servicio esencial para la funcionalidad y la seguridad del buque.

El diseño de dicho sistema se realizó conforme a la norma UNE-EN ISO 8861. El cálculo se realizó para la cámara de máquinas más a proa, por ser la que necesitará mayor ventilación (al estar contigua a tanques calefactados de HFO). Según la norma el flujo de aire necesario será el mayor de:

$$Q = q_c + q_h$$

$$Q = 1,5 \cdot q_c$$

Donde q_c y q_h son los flujos necesarios por combustión y evacuación de calor respectivamente. Dichos flujos se obtienen de la siguiente forma:

- Flujo de aire para la combustión:

Se compone por los flujos necesarios para la combustión de motores principales, generadores y caldera.

El caudal de aire que necesitan los motores principales para realizar la combustión puede calcularse con la fórmula:

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

Donde:

- P_{dp} : potencia de los motores a pleno rendimiento (2 motores de 9160 Kw).
- m_{ad} : caudal específico de aire de admisión (0,002 Kg/Kws).
- ρ : densidad del aire (1,13kg/m³).

Se obtiene:

$$q_{dp} = 32,42 \text{ m}^3/\text{s}$$



El caudal de aire que necesitan los motores generadores para realizar la combustión puede calcularse con la fórmula:

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

Donde:

- P_{dg} : potencia de los motores a pleno rendimiento (2500 Kw).
- m_{ad} : caudal específico de aire de admisión (0,002 Kg/Kws).
- ρ : densidad del aire (1,13kg/m³).

Se obtiene:

$$q_{dg} = 2,21 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal de aire para la combustión de calderas puede calcularse con la fórmula:

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

Donde:

- m_s : capacidad de vapor total de la caldera (3000 Kg/h, estimado de los buques de la base de datos).
- m_{fs} : consumo de combustible (0,077 Kg/Kws).
- m_{af} : aire necesario para la combustión (15,7 Kg/Kg).
- ρ : densidad del aire (1,13kg/m³).

Se obtiene:

$$Q_b = 0,89 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto, el flujo de aire para la combustión resulta:

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

$$\mathbf{q_c = 35,52 \text{ m}^3/\text{s}}$$



- **Flujo de aire para evacuación de la emisión de calor:**

Para su cálculo deben tenerse en cuenta las siguientes emisiones de calor:

Emisión de calor de los motores principales:

$$\phi_{dp} = 400 \text{ Kw}$$

(Obtenidos de la norma en función de la potencia)

Emisión de calor de los motores generadores:

$$\phi_{dg} = 95 \text{ Kw}$$

(Obtenidos de la norma en función de la potencia)

Emisión de calor de la caldera:

$$\phi_b = m_s \cdot m_{fs} \cdot h \cdot \frac{\Delta h_b}{100} \cdot B_1$$

Donde:

- m_s : capacidad de vapor total de la caldera (3000 Kg/h, estimado de los buques de la base de datos).
- m_{fs} : consumo de combustible (0,077 Kg/Kws).
- h : valor calorífico del combustible (40,2 KJ·Kg).
- Δh_b : pérdida de calor de la caldera en porcentaje (0,8 %)
- B_1 : constante en función de la ubicación de la caldera (0,1).

Se obtiene:

$$\phi_b = 0,0022 \text{ Kw}$$

Emisión de calor de las tuberías de vapor:

$$\phi_p = m_{sc} \cdot \frac{\Delta h_b}{100}$$

Donde:

- m_{sc} : consumo total de vapor (1875 Kg/h).
- Δh_b : pérdida de calor de las tuberías en porcentaje (0,2 %)

Se obtiene:



$$\phi_p = 3,75 \text{ Kw}$$

Emisión de calor de los generadores eléctricos:

$$\phi_g = P_g \cdot \left(1 - \frac{n}{100}\right)$$

Donde:

- P_g : potencia de los generadores instalados (2500 Kw).
- n : rendimiento de los generadores (94%).

Se obtiene:

$$\phi_g = 150 \text{ Kw}$$

Emisión de calor de las instalaciones eléctricas:

Se estima tal y como dice la norma, al no tener diseñada la instalación, como el 20% de la potencia eléctrica del buque:

$$\phi_{ie} = 0,2 \cdot 1250 = 250 \text{ Kw}$$

Emisión de calor de las tuberías de escape:

$$\phi_{tec} = 0,9 \text{ Kw}$$

(Obtenido de la norma suponiendo un diámetro de 300 mm)

Emisión de calor de los tanques calefactados:

Se obtiene multiplicando el área de los tanques que se encuentra contigua con la cámara de máquinas (en este caso 63,9 m²) por un coeficiente de emisión del tanque dado por la norma (0,05 Kw/m², suponiendo el tanque a 80 °C y con 30 mm de aislamiento):

$$\phi_t = 63,9 \cdot 0,05 = 3,195 \text{ Kw}$$

Con estos valores se obtiene entonces un flujo de aire para evacuación de la emisión de calor de:



$$q_h = \frac{\Phi_{dp} \cdot \Phi_{dg} \cdot \Phi_b \cdot \Phi_p \cdot \Phi_g \cdot \Phi_{ie} \cdot \Phi_{tec} \cdot \Phi_t}{\rho \cdot c \cdot 12,5} - 0,4(q_{dp} + q_{dg}) - q_b$$

Se obtiene:

$$q_h = 48,53 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo que el flujo de aire necesario en la cámara de máquinas es el mayor de:

$$Q = q_c + q_h = 35,52 + 48,53 = \mathbf{84,06 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Q = 1,5 \cdot q_c = 1,5 \cdot 35,52 = 53,29 \text{ m}^3/\text{s}$$



10. Climatización:

Todos los espacios de habitación del buque estarán climatizados gracias unos sistemas centrales de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC en inglés) cuya misión es ventilar adecuadamente los espacios empleando para ello aire limpio con unas características de temperatura y humedad que proporcionen el máximo confort a las personas a bordo.

Tal y como se indicó en el cuaderno 7, se destinó un espacio en cada una de las tres zonas verticales para instalar estos equipos. Cada sistema HVAC se encargará de acondicionar su zona vertical entera. En este apartado se calcularán las necesidades de cada espacio a fin de determinar los equipos que hay que instalar y sus consumos eléctricos.

El dimensionamiento de los sistemas HVAC debe realizarse teniendo en cuenta las dos condiciones más extremas a las que debe enfrentarse, que son las bajas temperaturas en invierno y las altas temperaturas en verano; la potencia la determinará la condición más exigente de ambas.

La norma indica como temperaturas para los cálculos las siguientes:

- Temperaturas en verano:
 - Exterior: +35 °C
 - Interior: +27 °C

- Temperaturas en invierno:
 - Exterior: -20 °C
 - Interior: +22 °C

En primer lugar deben hallarse la transferencia de calor que se producen a través de los mamparos y cubiertas, estas deberán ser compensadas por el aire de climatización. El flujo de calor a través de una superficie es:

$$\phi = \Delta T \cdot ((k_v \cdot A_v) + (k_g \cdot A_g))$$

donde:

- ΔT : diferencia de temperatura del aire, en Kelvin.
- k_v : coeficiente de transmisión de calor de la estructura de acero que limita el buque (costados, cubierta). La norma da el valor de 0,9 Kw/m²·K.
- A_v : superficie de dichas partes.
- K_g : coeficiente de transmisión de calor de portillos y ventanas. La norma da el valor de 3,5 Kw/m²·K, siendo de doble cristal.



- A_g : superficie de dichas partes.

La superficie total del perímetro de la habitación se obtuvo de los planos, resultando un total de:

$$A_v = 5631 \text{ m}^2$$

La superficie de las ventanas se obtuvo de igual forma, suponiendo $1,5 \text{ m}^2$ por ventana:

$$A_g = 179 \text{ m}^2$$

El flujo de calor a través de las superficies del buque resulta entonces:

- En verano:

$$\phi = (35-27) \cdot ((0,9 \cdot 5631) + (3,5 \cdot 179))$$

$$\phi = 45,5 \text{ KW}$$

- En invierno:

$$\phi = (-20-22) \cdot ((0,9 \cdot 5631) + (3,5 \cdot 179))$$

$$\phi = -239 \text{ KW}$$

También deberá tenerse en cuenta el calor aportado por la radiación solar, que se obtiene:

$$\phi_s = A_v \cdot K \cdot \Delta T_r + A_g \cdot G_s$$

donde:

- A_v : superficie expuesta a la radiación solar, exceptuados portillos y ventanas (3693 m^2).
- K : coeficiente de transmisión de la superficie ($0,9 \text{ Kw/m}^2 \cdot \text{K}$).
- ΔT_r : aumento de temperatura causado por la radiación (16 K).
- A_g : área superficies de cristal expuesta a radiación (179 m^2).
- G_s : aumento de calor debido a las superficies de cristal (350 W/m^2).

Se obtiene:

$$\phi_s = 115,8 \text{ KW}$$



Por último, debe considerarse el calor aportado por las personas. Se indica en la norma que una persona sentada en reposo emite 120 W, con lo que:

$$\phi_p = 1555 \cdot 120 = 186,6 \text{ KW}$$

Suponiendo las condiciones más desfavorables, el sistema de climatización deberá:

- Aportar 239 KW en invierno (calefacción).
- Substraer $45,5 + 115,8 + 186,6 = 347 \text{ KW}$ en verano (aire acondicionado).



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

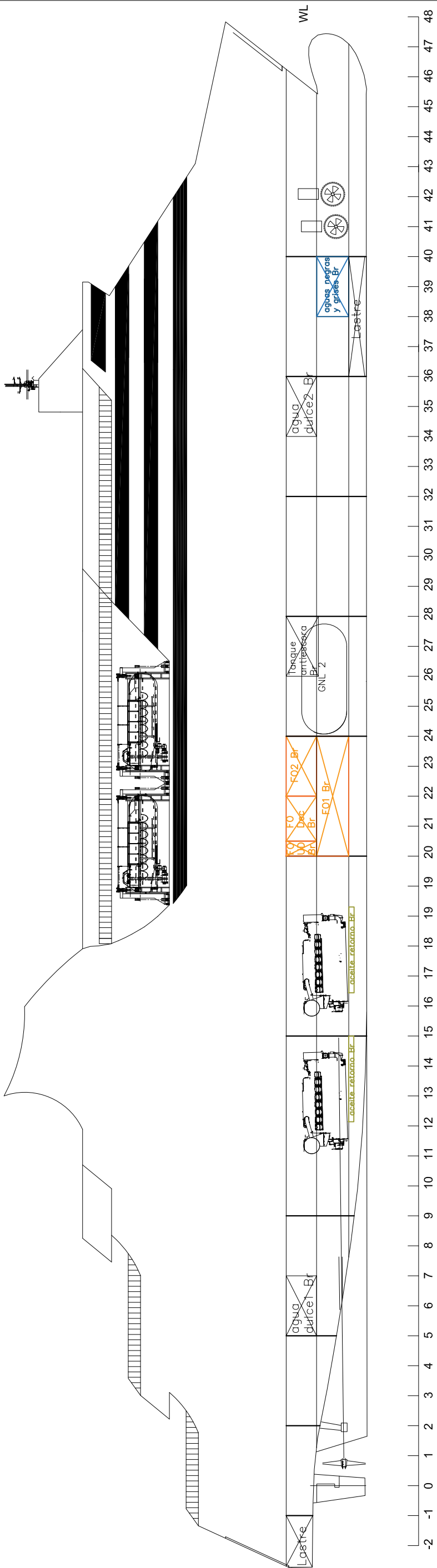
Trabajo Fin de Grado
CURSO 2016/17

17-07 FERRY 1500 PAX 1000 ML

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

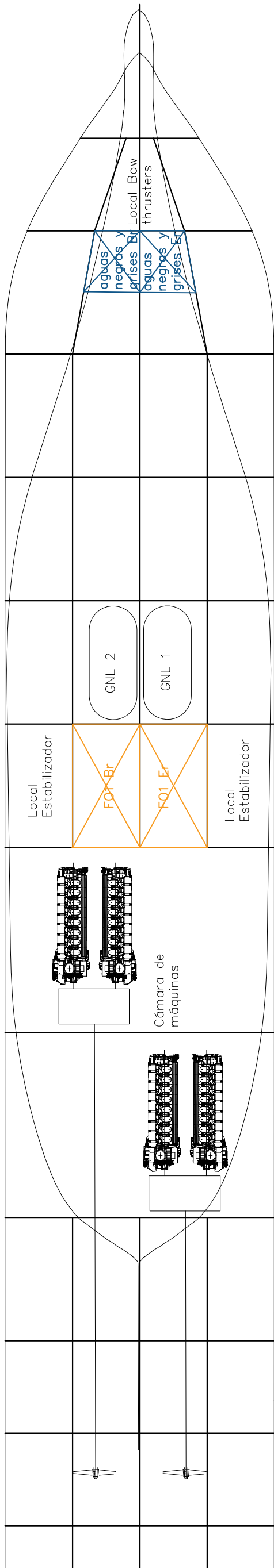
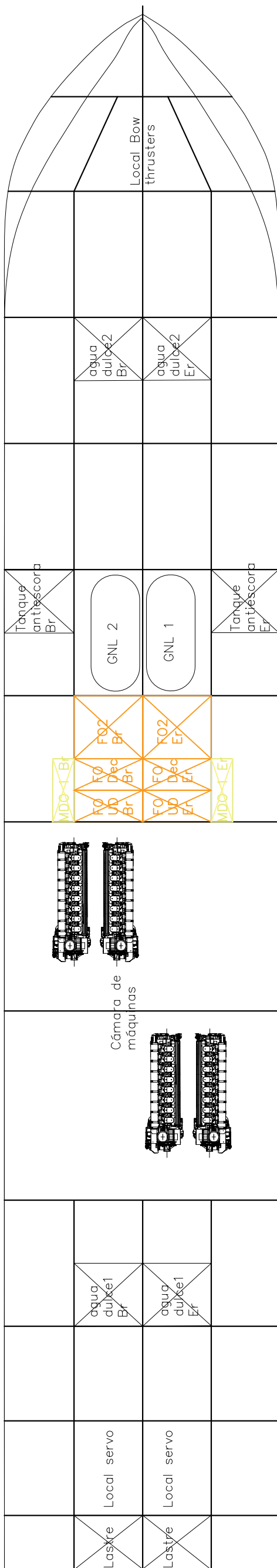
Documento

PLANOS



Espaciado cuadernas: 700 mm
Espaciado bulárcamas: 2,8 m
Mamparos: 11,2 m

Proyecto: Ferry 1500 pax y 1000 ml		Fecha:	
Autor: Marcos Covelo Fernández			
Petitionario:			
E.P.S.		DISPOSICIÓN TANQUES	
Plano N°		Escala: 1:400	



Espaciado cuerdas: 700 mm
 Espaciado bulárcamas: 2,8 m
 Mamparos: 11,2 m

Proyecto:	Ferry 1500 pax y 1000 ml	Fecha:
Autor: Marcos Covelo Fernández		
Peticionario:		
E.P.S.		Plano N°
DISPOSICIÓN TANQUES		Escala: 1:400



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2016/17

17-07 FERRY 1500 PAX 1000 ML

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Documento

ANEXO

Lifeboat – Partly Enclosed - 9.60 (type JY-BF-9.60)

Specifications:

Length:	9,60	(meters)
Height:	3,45	(meters)
Width:	4,60	(meters)
Max persons:	150	(82,5 kilogram)
Weight boat:	5750	(kilogram)
Weight davit system:	17000	(kilogram)
Hook distance:	9,20	(meters)
Propulsion type:	Propeller	
Engine type:	BUKH DV29 RME	
Speed:	6	(knots)
Towing force:	3.0 kN	

General Description:

Partially enclosed lifeboat are compact and reasonable with lighter weight, smaller size and higher strength construction for capacious and comfortable cabin arrangement, designed and approved in accordance with the latest amendments to the international SOLAS regulations.

This partially enclosed lifeboat is equipped with a inboard diesel engine.

Hull and super structure:

The boat is made out of fire retardant glass fiber reinforced polyester, also known as GRP. The main parts are laminated independent moulds. To assure buoyancy and strength, foam is injected into certain areas between the inner liner and the hull. Longitude bulkheads and transverse bulkheads, secure the strength of the hull. Extra strengthening is built in to the bow area to absorb the forces from water during sailing. The boat is made with anti-skid on all walking surfaces, inside and outside. A fender made out of synthetic rubber is mounted on port and starboard side. Stainless steel screws connect this fender to the hull.

External steel parts quality:	316 L
Inside steel parts quality:	304

Color:

Hull outside:	Gel coat resin with orange colour.
Hull inside:	Painted in grey white colour.

Hook system:

FF Hook system: JXN-1C

Lifting Arrangement:

The lifeboat is equipped with a (stainless steel) hook fore and aft. The hooks will be released simultaneously through the flexible cables controlled from the helmsman's position. Hooks can be released either, when the boat is waterborne or when there is no load on the hooks.

In emergency the hooks can be released during load by breaking a safety glass and remove the safety pin(as per SOLAS and LSA Code 4.4.7.6).

Engine specifications:

Maker:	BUKH
Model:	DV48 RME
Type:	Direct injection, 4 stroke , 4 cylinders Turbo charged
Power:	29 hp (21,3 kW)
Fuel quality:	BS 2869 Class A
Fuel consumption:	7,8 L/H
Fuel capacity:	195 ltr
Starting method:	Electric starting/ emergency manual starting
Alternator:	14 V, 50 Amp, 700 W
Starter:	12 V, 1,36 hp (1,0 kW)

Optional: Engine Siyang N485 J-3

Spare parts and tools of one set with contents of:

- Adjustable spanner
- Adjustable plier
- Double spanner 8mm x 10mm, 13mm x 17mm , 19mm x 22mm, 24mm x 27mm
- Screwdriver
- Allen key , 10mm , 8mm , 5mm , 4mm
- Oil can 0,3ltr
- 1 X V- belt
- 1 x fuel filter insert
- 1 x lube oil filter

Transmission: Disengage able shaft coupling

- The speed of the engine and the control of ahead and astern are all controlled through a cable by the helmsman from the helmsman's position.
- Closed fresh water and keel cooling system with anti-freeze liquid.
- The engine is supplied with two independent starting batteries. It can be reached through a removable inspection cover, made out of fire retardant and heat-insulating material.
- The engine is installed with a silencer and exhaust pipe, which is made out of stainless steel and is wrapped with heat-insulating material.

Operation:

The main operation of the boat is carried out from the helmsman's position behind the console system fitted mid-ship.

The following equipment is fitted on the console:

- Electric start/stop
- Power indicator
- High cooling temperature alarm
- Low oil pressure alarm
- Cooling: Fresh water and keel cooling system with anti-freeze liquid.
- The engine is supplied with two independent starting batteries. It can be reached through a removable inspection cover, made out of fire retardant and heat-insulating material.
- The engine is installed with a silencer and exhaust pipe, which is made out of stainless steel and is wrapped with heat-insulating material.
- The speed of the engine and the control of ahead and astern are all controlled through a cable by the helmsman from the helmsman's position.

Fuel

The fuel oil tank is made out of stainless or galvanized steel. The capacity of the fuel tank is sufficient to run the fully loaded lifeboat at 6 knots for a period of net less than 24 hours. The tank is also fitted with an exhaust outlet led to the outside of the boat.

Propeller and shaft

The shaft is crafted out of stainless steel; its couplings and support at the two ends are made out of bronze. The propeller is made out of nickel aluminium bronze and is protected by a GRP duct. All the parts and the propelling system are protected.

Steering system:

Steering can be achieved by turning a duct rudder that surrounds the propeller. This duct is made out of GRP and will also protect the propeller. The steering rod and its supports are made out of stainless steel. The duct rudder can be operated through a cable by the wheel from the helmsman's position.

In case of failure of the flexible steering cable, the rudder may be directly controlled by a stainless emergency tiller which is stowed close to the steering rod.

Equipment:

The equipment required by LSA regulation is provided.

Electrical equipment:

Electrical Equipment:

The following electrical equipment is installed in the free fall lifeboat:

- Two separate batteries of free maintenance type with 90 AH. The batteries are stowed in a GRP container with a ventilation pipe, led to the outside.
- Main battery switch
- CD4212.2, 42V type charger connected with Ladix cable system to external power supply. Contacts are of quick release type.
- Canopy light, Hand held searchlight, marking light
- Compass with compass light
- Switch panel with integrated fuses

The electric equipment within the lifeboat is built to IP56 standard.

Standard equipment:

- Release hook system
- Painter release hook (operated from inside lifeboat)
- Skates (synthetic rubber)
- Steering gear (push-pull system)
- Buoyant lifeline (port. and starboard side)
- Bilge pump (manual)
- Drain plug
- Ventilation caps (manual operated)
- Safety belts (each seat)
- SOLAS equipment standard equipment according LSA code

Identification:

The identification plate is fitted next to the helmsman's position. This identification plate describes the following: Type of boat, inspection mark, serial number, main dimensions number of persons, fully loaded weight, date of completion, name of manufacturer.

The ship's name, port of registry and number of persons are marked on port and starboard bow.

The call sign and boat number are located on top of the enclosure. Retro-reflective tapes are fitted on top, on the sides and on the stern of the enclosure.

There are symbols of life-saving appliances provided in the vicinity of the helmsman's position and nearby each storage compartment.

Documentation:

The following documents are submitted after delivery:

- Product specifications
- General arrangement drawings
- User instruction manuals
- Instructions for on-board maintenance of lifeboat

Warranty:

The warranty period is normally limited to max, 18 months from delivery of equipment, or 12 months from delivery to vessel or owner.

Regulations:

The (PELB JY-BF 960) fully complies with the latest SOLAS requirements and LSA Code.

The (PELB JY-BF 960) will be certified by the Bureau VERITAS in accordance with the European Council Directive 96/98 EC on Marine Equipment (M.E.D).

1996 Amendments to the International Convention for the safety of Life at Sea 1974 and LSA Code.MSC.218(82), MSC.226(82), MSC.272(85).

Optional:

- VHF Radio
- Engine heater
- Cabin heater
- EPIRB (Emergency position indicating radio beacon)
- SART (Search and rescue transponder)
- Electrical bilge pump
- Bow thruster

Standard equipment according to SOLAS:

Item name :	Qty :	Remarks:
Rowing oar	2	wood and length 2.8m
Clutch for oar	2	fitted on hull (stainless steel)
Boat hook		Length 2,5m (wood)
Buoyant bailer	1	with lanyard (plastic)
Bucket	2	with lanyard (plastic)
Survival manual	1	English/ flag state language
Magnetic compass	1	fitted on hull (with illumination)
Sea anchor	1	-
Painter	2	synthetic rope (20mm Dia. .x 50m)
Hatchet	2	with lanyard (galv. Forced steel)
Fresh water		3ltr /person
Dipper		with lanyard (rustproof)
Drinking cup	1	with graduate (plastic)
Emerg. Food ration	-	10000 KJ/ Person
Rock. Parachute sign.	4	-
Hand flare	6	-
Buoyant smoke sign	2	-
Waterpr Elec. torch	1	with 1 spare bulb and 1 set of spare batteries
Daylight signal mirror	1	with instruction
Life saving sin.table	1	waterproof paper
Whistle	1	or equivalent (plastic)
First aid kit	1	1 set (in plastic waterproof container or bag)
Anti-seasickness medicine	-	12 doses / person
Seasickness bags	-	1 pcs / person
Jack knife	1	with lanyard
Tin opener	3	galv. .steel
Buoyant rescue quoit	2	plastic polypropylene rope (4mm dia.x30m)
Manual pump	1	fitted on hull
Fishing tackle	1	-
Portable extinguisher	1	dry powder type (oil extinguishing)
Search light	1	portable type fitted on hull
Radar Reflector	1	-
Thermal protective aid	-	15% of lifeboat capacity
Rain water tank	1	5 liter capacity
Boarding ladder	1	wood synthetic rope



VIKING EVACUATION DUAL CHUTE, VEDC type 2.1

Technical Data, VEDC 2x150 A-pack system.

The VIKING Evacuation Dual Chute system, VEDC, consists of an A-frame, a chute-box, a sledge for liferaft containers, a bowsing winch and a lowering winch. The liferaft containers are mounted on the sledge by means of lashing straps. Additional liferafts can be positioned near to the VEDC system and released by means of a remote release system. A connection line ensures connection between additional liferafts and the inflated VEDC system.

System dimensions	: Length	: 3350 mm	*	
	: Depth	: 2925 mm	*	
	: Height	: 2880 mm	*	
	: Weight	: 4600 kg		

*) Excl. lowering and bowsing winches.

Stowage height : approx. 8.9-16.8 m

Capacity - system : min. 736 persons within 30 min. (SOLAS regulation) by 2 chutes.
- liferafts : 150 DKS approved for 153 persons with SOLAS A type emergency pack

Approvals - system : SOLAS 74, Reg. III/4 & III/34, as amended by IMO Res. MSC 48(66)
and IMO Res. MSC 81(70)
EC type approval acc. to EC Directive 96/98/EC (expected January 2008)
USCG acceptance/approval by MRA (pending)
- liferafts : SOLAS, IMO, USCG, MCA, EC and other flag authorities.

Materials : A-frame, Chute box and sledge;
plates : Aluminium, AlMg 4,5 Mn
profiles : Aluminium, AlMgSi 0,5
Chute sections : Outer and inner liner of synthetic fabric
Each section mounted on stainless steel rings
Bowsing winch : Andersen 58 ST
Stainless steel, AISI 329
Lowering winch : Brivini, modified with hydraulic brake
Steel 37, fully painted
Wires : Galvanized or stainless steel
Insulation plates : Nylon, PEDH
Liferafts : Nylon webbing covered with natural rubber
Liferaft container : GRP

Interface to ship : The system and lowering winch is bolted to the ships structure with galvanized bolts.

Design criteria : The structure is designed with safety factor 4.5 and the falls, links, blocks are designed with safety factor 6.

Activation : The system is activated by Nitrogen filled steel bottles.
1 primary bottle and 1 for spare. The bottle activates a pneumatic/hydraulic cylinder, Which pushes out the sledge with the liferaft containers. By the movement of the sledge the chute box is tilted and the chute is pulled out of the chute box. When the sledge is waterborne the sledge sinks away and pulls the inflation lines for the liferafts. The "chute-liferaft" will automatically pull the chute into the liferaft when inflating.



DET NORSKE VERITAS

TYPE APPROVAL CERTIFICATE

CERTIFICATE NO. **F-19538**

This is to certify that the
Equivalent Sprinkler System

with type designation(s)
HI-FOG

Manufactured by
MARIOFF CORPORATION OY
Vantaa, Finland

is found to comply with
Det Norske Veritas' Interpretation of SOLAS 1974 Convention as Amended

Application

Approved for use as an automatic water sprinkler system for accommodation areas, public spaces and service areas.

Høvik, 2010-09-15
for **Det Norske Veritas AS**

This Certificate is valid until
2012-06-30

Petter Langnes
Head of Section

DNV local office:
Helsinki

Øyvind Hoff
Surveyor

This Certificate is subject to terms and conditions overleaf. Any significant change in design or construction may render this Certificate invalid.

The validity date relates to the Type Approval Certificate and not to the approval of equipment/systems installed.

If any person suffers loss or damage which is proved to have been caused by any negligent act or omission of Det Norske Veritas, then Det Norske Veritas shall pay compensation to such person for his proved direct loss or damage. However, the compensation shall not exceed an amount equal to ten times the fee charged for the service in question, provided that the maximum compensation shall never exceed USD 2 million. In this provision "Det Norske Veritas" shall mean the Foundation Det Norske Veritas as well as all its subsidiaries, directors, officers, employees, agents and any other acting on behalf of Det Norske Veritas.

Product description

"HI-FOG"

is an automatic, fast response, water mist system, composed of sprinkler heads, stainless steel piping, sections valves, control systems, filters and separators, pairs of one 140 bar pump and one 80 bar pump, break and pressurised hydropneumatic tanks.

The system is to be designed in accordance with the "Principal Requirements for the System" in IMO Res. A.800 (19). Only the sprinkler heads are type approved by this certificate. Other components are to be approved and/or certified case by case.

The nozzles and sprinkler heads and nozzles are manufactured by Marioff at Vantaa, Finland.

Application/Limitation

Installation should be in accordance with table 1, appendix 2, IMO Res. A.800 (19):

Area	Max. spacing / coverage ¹⁾	Sprinkler ⁵⁾
Cabins, < 16 m ²	One per room ²⁾	1X 1MB 6MB 100A
Corridors and stairways	3.75 m spacing, centered	1X 1MB 6MB 100A
Luxury cabin	3.5 m spacing	1X 1MB 6MB 100A
Public spaces, ceiling height 2.5 m	3.5 m spacing ³⁾	1X 1MB 6MB 100A
Public spaces, ceiling height 5.0 m	3.75 m spacing ⁴⁾	1X 1MC 6MC 100A
Storage areas	2.65 m spacing	1X 1MC 6MC 100A

- ¹⁾ Maximum distance to bulkheads should not exceed half the maximum spacing between nozzles for all above applications, except where specified otherwise.
- ²⁾ Maximum distance to wall is 2.85 meter.
- ³⁾ This sprinkler head may also be used at ceiling height of 3.0 m and 3.5 m. The sprinkler head spacing should then be reduced to 3.30 m and 3.05 m, respectively.
- ⁴⁾ For ceiling height of more than 5 meter, see type approval documentation, Ch. 2.5.2. Such arrangements are subject to case by case approval.
- ⁵⁾ X in sprinkler type could be either B (Chrome coated) or N (Nickel coated).

Sprinkler type ⁵⁾	k-factor [lpm/bar ^{1/2}]	Flow [lpm]	Data Sheet
1X 1MB 6MB 100A	1.45	15.9	TC1100
1X 1MC 6MC 100A	2.5	27.4	TC1120
2X 1MC 6MC 100A	2.5	27.4	TC1220

For all applications

- A. Maximum system working pressure is 140 bar, while minimum initial working pressure at the sprinkler heads is 120 bar. A minimum of 100 m² is to be covered at 120 bar pressure, whereas 280 m² should be covered at minimum 60 bar (measured at the nozzle).
- B. All nozzles are made of brass, and fitted with 2 mm, Job 57°C (orange code) bulbs. Bulbs with higher temperature ratings, but not more than 30°C over ambient temperature, are subject to approval in each case.
- C. The pumps and gas cylinders shall be delivered with DNV product certificate, whereas other system components are to be inspected in accordance with DNV Rules (or equivalent standard as specified by the Flag Administration).
- D. Redundant pump arrangement is to be approved on a case by case basis.
- E. Only stainless steel piping or equivalent corrosion resistant pipes are to be applied (to avoid clogging of sprinklers or nozzles).
- F. Pipes, couplings and other components are regarded as "Class I" piping.
- G. The pump unit and section valves shall be installed in a room having ambient temperature between +4°C and +45°C.

The following items are to be approved and filed by the flag administration for each project:

- System arrangement plans including location of nozzles, sections valves, electrical and control system, release stations and pump-unit
- Documentation of power supply and control system
- Specification of pipes, electrical motor, pumps, pressurised tank(s) and associated components
- Pressure drop calculations and water capacity calculations
- Manual containing installation, operation and maintenance instructions

Installation testing:

- System to be cleaned in accordance with routines outlined in type approval documentation.
- Function testing of sprinkler heads is to be in excess of the annual testing required above.
- Pressure testing of water pipe system to 1.5 times maximum working pressure.
- Testing of automatic start and stop of pumps.
- Testing of automatic changeover from main to emergency electric supply.

Periodical testing:

- At least 2 sprinkler heads in each section should be tested annually. Acceptance criterion is set to 90% of the rated test flow for the sprinkler heads in question (measured during the first minute of flow after the sprinkler starts to discharge a mix of water and gas). The test program may be limited to 20 sprinkler heads in at least 10 sections, where applicable.
- Periodical flushing, control and inspection to be in accordance with type approval documentation.

Type Approval documentation

Certification in accordance with Standard for Certification No. 1.2, Type Approval, April 2009.

Type Approval Documentation, Part I and II, edited by Marioff, June 1995, including the following Research Reports:

- RTE11322/95, Hi-fog prot. of accommodation areas, VTT, 29 June 1995.
- RTE11321/95, Hi-fog prot. of public spaces and service areas, VTT, 29 June 1995.
- RTE33116/94, Hi-fog prot. of accommodation areas, VTT, 10 November 1994.
- RTE33117/94, Hi-fog prot. of public spaces and service areas, VTT, 10 Nov. 1994.
- RTE11332/95, Hi-fog prot. of accommodation areas, VTT, 10 August 1995.

Clogging test for the Hi-fog sprinklers:

64/22/Add.1/ANNEX 6, No. RTE11340/95, VTT, 22 November 1995.

File Ex4553, Project 95NK7266, Special Service Investigation to Conduct Component :

Performance testing of HP Water Mist nozzles, UL lab. 30 November 1995.

Approval Report, Project ID. 3000431 dated 06 June 2001 from Factory Mutual Research Corporation, Boston, Massachusetts, USA (reference testing of Chrome coated nozzles to FM5560), and "Corrosion tests comparison of IMO Res.A.800 and of FM5560" dated 1 September 2010 from FM Approvals (Chrome "B" vs Nickel "N" type nozzles).

DNV certificate retention survey report dated 30 June 2008 from DNV Helsinki, Finland.

The system is tested according to IMO Res. A.800 (19), and components reference testing to FM5560.

Marking of product

The sprinklers and other main component in the system are to be marked with type designation whereas pump / control unit is to be marked with name of manufacturer and type designation.

Certificate Retention Survey

Det Norske Veritas' surveyor is to be given permission to perform Certification Retention Surveys at any time during the validity period of this certificate and at least every second year. The arrangement is to be in accordance with procedure described in Standard for Certification No. 1.2 item 4.