

UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster

CURSO 2017/2018

*BUQUE PORTACONTENEDORES POST PANAMAX
9000 TEU's*

9000 TEU POST PANAMAX CONTAINERSHIP

*BUQUE PORTACONTENEDORES POST PANAMAX
9000 TEU's*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA

Nadia Conde Alonso

TUTOR

José Daniel Pena Agras

FECHA

FEBRERO 2018



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2017/2018**

*BUQUE PORTACONTENEDORES POST PANAMAX
9000 TEU's*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 12

EQUIPOS Y SERVICIOS



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2017-2018

PROYECTO NÚMERO: 18-02

TIPO DE BUQUE: Buque Portacontenedores Post-panamax.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Lloyd's Register. Marpol. Solas.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 9000 TEUS.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: Velocidad máxima de 25,5 nudos, al 85% de MCR y 10% de margen de mar.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Sin grúas.

PROPULSIÓN: Motor acoplado a la línea de ejes.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 15 camarotes oficiales, 13 camarotes tripulación.

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

Ferrol, Octubre de 2017

ALUMNO: D^a Nadia Conde Alonso.

ÍNDICE

- 1 Introducción 6
- 2 Sistema Contra incendios 7
 - 2.1 Agua Nebulizada 7
 - 2.1.1 Dimensionamiento del Sistema..... 8
 - 2.2 Bocas Contra incendios12
 - 2.3 Bomba de Emergencia20
 - 2.4 Extintores.....20
- 3 Generación de Agua Dulce21
 - 3.1 Tanque de Agua Dulce22
 - 3.2 Generador de Agua Dulce24
 - 3.3 Bomba de Suministro de Agua Potable.....24
 - 3.4 Calentadores de agua.....30
 - 3.5 Tanque de presión.....31
- 4 Sistema de Lastre34
- 5 Sistema de Achique y Sentinas.....38
- 6 Sistemas de Ventilación de la Cámara de Máquinas.....41
 - 6.1 Selección Ventiladores46
- 7 Ventilación en Espacios de Cargas.....47
- 8 Hélice de Proa48
- 9 Equipo de Fonda y Hotel.....49
- 10 Medios de Carga y Descarga.....51
 - 10.1 Escotillas51
 - 10.2 Dispositivos de Estiba y Medios de Trincaje52
 - 10.2.1 En bodega: Guías Celulares.....53
 - 10.2.2 Sobre cubierta: Equipo de Estiba.....53
 - 10.3 Sistemas de Transferencia de la Carga54
- 11 Sistemas de Aire Acondicionado.....55
- 12 Tratamiento de Aguas Residuales60
- 13 Servicio de Tratamiento de Basuras62
- 14 Equipo de Amarre y Fondeo65

| | |
|---|----|
| 14.1 Número de Equipo..... | 65 |
| 14.1.1 Anclas y Cadenas..... | 68 |
| 14.1.2 Cable de Remolque..... | 68 |
| 14.1.3 Amarras..... | 68 |
| 14.2 Molinetes del Ancla..... | 69 |
| 14.3 Volumen de la Caja de Cadenas..... | 70 |
| 14.4 Diámetro del Escobén..... | 70 |
| 14.5 Chigre..... | 70 |
| 15 Dispositivos y Medios de Salvamento | 73 |
| 15.1 Embarcaciones de Supervivencia | 73 |
| 15.1.1 Botes salvavidas..... | 73 |
| 15.1.2 Balsas salvavidas | 73 |
| 15.1.3 Bote de rescate..... | 73 |
| 15.2 Dispositivos individuales de Salvamento..... | 74 |
| 15.2.1 Aros salvavidas, Capítulo III, Sección I, Regla 7-1 | 74 |
| 15.2.2 Chalecos salvavidas, Capítulo III, Sección I, Regla 7-2 | 75 |
| 15.2.3 Trajes de Inmersión y Trajes de Protección contra la Intemperie, Capítulo III, Sección I, Regla 7-3..... | 75 |
| 15.2.4 Aparatos Lanzacabos | 75 |
| 15.3 Dispositivos Radioeléctricos de Salvamento..... | 76 |
| 16 Equipos de Navegación y Comunicaciones..... | 77 |
| 16.1 Aparatos y Sistemas Náuticos | 79 |
| 16.2 Comunicaciones Interiores..... | 81 |
| | |
| Anexo I: Equipos Contraincendios | 82 |
| Anexo II: Generación Agua Dulce | 94 |
| Anexo III: Sistema de Lastre..... | 98 |

1 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se realizará la descripción y el dimensionamiento de los principales sistemas y equipos del buque, no relacionados directamente con el motor principal, y de los cuales muchos de ellos son sin duda esenciales para el correcto funcionamiento del buque.

Los datos que utilizaremos serán los obtenidos en cuadernos anteriores y que se muestran en la siguiente tabla:

| | |
|------------------------------|--------------|
| TEU'S TOTALES | 9000 TEU'S |
| TEU'S BODEGA | 4256 TEU'S |
| TEU'S CUBIERTA | 4744 TEU'S |
| ESLORA TOT (LOA) | 333,37 m. |
| ESLORA PERPENDICULARES (LPP) | 318,4 m. |
| MANGA (B) | 44,23 m. |
| PUNTAL (D) | 26,41 m. |
| CALADO (T) | 14,73 m. |
| DESPLAZAMIENTO (Δ) | 144.194 ton. |
| VELOCIDAD (V) | 25,5 kn. |

| | |
|--------------|-------|
| N FROUD | 0,235 |
| COEF BLOQUE | 0,67 |
| COEF MAESTRA | 0,99 |
| COEF PRISM | 0,68 |

2 SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Para el desarrollo del sistema contra incendios del buque se utilizarán dos sistemas, uno para la zona de habilitación y cámara de máquinas y otro para la zona de la cubierta principal.

Según lo indicado en el SOLAS, *Capítulo II-2, Parte A, Regla 10, 2.2.2 Número de bombas contra incendios*, se han de instalar para buques de carga de 1000 toneladas de arqueo bruto o más, al menos dos bombas. Según esto se instalarán tres bombas, una de las cuales será de emergencia.

2.1 AGUA NEBULIZADA

Comenzaremos por el sistema de habilitación y cámara de máquinas. Para este caso se seleccionará un sistema de agua nebulizada debido a las buenas prestaciones que ofrece este tipo de sistema y que se muestran a continuación:

- El agua nebulizada no produce daños en personas ni instalaciones y tampoco al medio ambiente.
- En comparación con otros sistemas, este necesita mucha menos cantidad de agua, por lo que así podremos obtener un menor diámetro en tuberías.
- Permite tanto extinguir como controlar incendios y humos.
- Es posible utilizarlo tanto en instalaciones fijas permanentes como semifijas o instalaciones fijas autónomas o modulares. En nuestro caso se tratará de una instalación fija.
- Además de desplazar los vapores inflamables, también se produce el desplazamiento de productos tóxicos procedentes de la combustión de los materiales incendiados.
- No conduce la electricidad.

Existen varios tipos de sistemas dependiendo de la presión a la que funcionan:

- Baja presión, siendo menor de 12,5 bares.
- Media presión, entre 12,5 y 35 bares.
- Alta presión, con 34,5 bares o más.

Además de esto, existen dos tipos de circuitos de agua nebulizada, con tubería mojada o seca.

Tubería seca quiere decir que las tuberías que transportan el agua hasta los rociadores no tienen agua, por lo que solo se llenan cuando salta la alarma de incendios y la bomba se pone en funcionamiento.

En cuanto a la tubería mojada, estas ya están llenas de agua por lo que, en el momento en el que un rociador detecta un fuego, el agua sale de forma instantánea.

En nuestro caso seleccionaremos con tubería mojada, ya que entendemos que será mejor debido a que existe una respuesta inmediata y a que los propios rociadores tienen una ampolla que, dependiendo de la temperatura para la que se diseñen, rompe y permite que el agua comience a salir por el mismo.

2.1.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

A la hora de diseñar el sistema, las Sociedades de Clasificación permiten a los fabricantes diseñar con libertad sus propios sistemas. Nos guiaremos por las normas UNE-CEN-TS-14972:2014 y la norma americana NFPA 750-2003, se seguirán ambas como ejercicio académico.

En nuestro caso utilizaremos un modelo llamado FOGEX. Se muestran a continuación los datos necesarios para el caso de la instalación del sistema en las zonas de habilitación y cámara de máquinas.

Fogex for Marine Applications – Total Flooding & Local Application:

| Nozzle Type | IMO Design Pressure | Water Flow Rate L/min @ 100 bar | K-Factor | Nozzle Coverage (m ²) |
|-------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| FOGEX F20 | 110 Bar | 6.4 | 0.64 L/min/bar ^{3/2} | ≤17 |
| FOGEX F27 | 110 Bar | 5.3 | 0.53 L/min/bar ^{3/2} | ≤17 |
| FOGEX F11 | 100 Bar | 10.0 | 1.00 L/min/bar ^{3/2} | ≥17 |

Una vez obtenido el caudal, tendremos que calcular la presión del sistema. Se calculan las pérdidas de carga en la boca contra incendios del ramal más alejado de la bomba CI y por lo tanto con mayores pérdidas, que serán en el puente de gobierno, mediante la siguiente ecuación:

$$P_{BOMBA} = P_{ROCIADOR} + P_{ESTÁTICA} + P_{FRICCIÓN} + P_{ACCESORIOS}$$

Como se observa en las tablas anteriores, la presión del rociador, $P_{ROCIADOR}$, será de 110 bar.

Debido a las altas presiones a las que opera el sistema utilizaremos la fórmula de Darcy-Weisbach en lugar de Hazen-Williams para calcular las pérdidas por fricción, como se indica en la norma NFPA 750:

$$P_{FRICCIÓN} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

siendo:

- f el factor de fricción.
- L la longitud de la tubería.
- v la velocidad del fluido.
- g la aceleración de la gravedad.
- D el diámetro de la tubería. Para esto debemos definir los diferentes consumidores y así poder saber el diámetro de tubería que hará falta en cada zona.

Supondremos para esto que todos los rociadores deben estar funcionando, obteniendo lo siguiente:

| CUBIERTA | CONSUMIDORES | CAUDAL/CONSUMIDOR, l/min | CAUDAL CUBIERTA, l/min | CAUDAL CUBIERTA, m³/s | VELOCIDAD FLUJO, m/s | DIÁMETRO, m | DIÁMETRO, mm |
|-----------|--------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-------------|--------------|
| CUB. -2 | 50 | 5,3 | 265 | 0,0044 | 6 | 0,031 | 30 |
| CUB. -1 | 30 | 5,3 | 159 | 0,0027 | 6 | 0,024 | 25 |
| CUB. PPAL | 26 | 5,3 | 137,8 | 0,0023 | 6 | 0,022 | 25 |
| CUB. 1 | 11 | 5,3 | 58,3 | 0,0010 | 6 | 0,014 | 15 |
| CUB. 2 | 14 | 5,3 | 74,2 | 0,0012 | 6 | 0,016 | 15 |
| CUB. 3 | 17 | 5,3 | 90,1 | 0,0015 | 6 | 0,018 | 20 |
| CUB. 4 | 19 | 5,3 | 100,7 | 0,0017 | 6 | 0,019 | 20 |
| CUB. 5 | 19 | 5,3 | 100,7 | 0,0017 | 6 | 0,019 | 20 |
| CUB. 6 | 19 | 5,3 | 100,7 | 0,0017 | 6 | 0,019 | 20 |
| CUB. 7 | 18 | 5,3 | 95,4 | 0,0016 | 6 | 0,018 | 20 |
| PUENTE | 9 | 5,3 | 47,7 | 0,0008 | 6 | 0,013 | 15 |

El factor de fricción es posible calcularlo mediante el diagrama de Moody, para lo que necesitamos $\frac{\varepsilon}{d}$ y el número de Reynolds, Re .

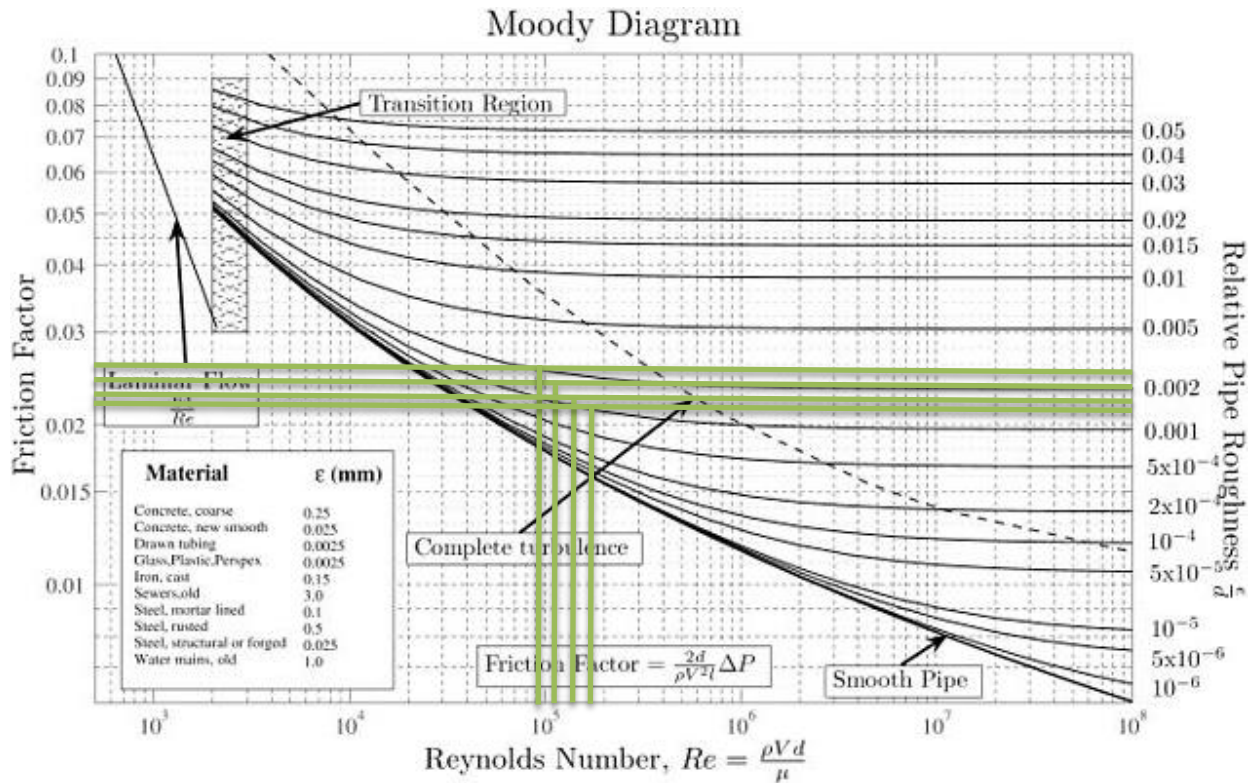
$$Re_{15} = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{6 \times 0,015}{10^{-6}} = 90000 \quad Re_{15} = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{6 \times 0,02}{10^{-6}} = 120000$$

$$Re_{25} = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{6 \times 0,025}{10^{-6}} = 150000 \quad Re_{30} = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{6 \times 0,03}{10^{-6}} = 180000$$

El valor de ε para una tubería de acero inoxidable es de 0,0451 mm, por lo que:

$$\frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,0451}{15} = 3,01 \times 10^{-3} \quad \frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,0451}{20} = 2,255 \times 10^{-3}$$

$$\frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,0451}{25} = 1,804 \times 10^{-3} \quad \frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,0451}{30} = 1,5 \times 10^{-3}$$



Obteniendo un factor de fricción de $f_{15} = 0,028$, $f_{20} = 0,026$, $f_{25} = 0,024$ y $f_{30} = 0,023$.

Según esto se podrán calcular las pérdidas distribuidas con la fórmula mencionada anteriormente:

| CUBIERTA | DIÁMETRO, mm | RUGOSIDAD RELATIVA, ϵ | VELOCIDAD, m/s | REYNOLDS | FACTOR DE FRICCIÓN | LONGITUD, m | PÉRDIDA DE CARGA, m |
|-----------|--------------|--------------------------------|----------------|----------|--------------------|--------------|---------------------|
| CUB. -2 | 30 | 0,045 | 6 | 180000 | 0,023 | 7,2 | 10,2 |
| CUB. -1 | 25 | 0,045 | 6 | 150000 | 0,024 | 3,5 | 6,2 |
| CUB. PPAL | 25 | 0,045 | 6 | 150000 | 0,024 | 3,8 | 6,8 |
| CUB. 1 | 15 | 0,045 | 6 | 90000 | 0,028 | 3,5 | 11,9 |
| CUB. 2 | 15 | 0,045 | 6 | 90000 | 0,028 | 3,5 | 11,9 |
| CUB. 3 | 20 | 0,045 | 6 | 120000 | 0,026 | 3 | 7,1 |
| CUB. 4 | 20 | 0,045 | 6 | 120000 | 0,026 | 3 | 7,1 |
| CUB. 5 | 20 | 0,045 | 6 | 120000 | 0,026 | 3 | 7,1 |
| CUB. 6 | 20 | 0,045 | 6 | 120000 | 0,026 | 3 | 7,1 |
| CUB. 7 | 20 | 0,045 | 6 | 120000 | 0,026 | 3 | 7,1 |
| PUENTE | 15 | 0,045 | 6 | 90000 | 0,028 | 8,02 | 27,3 |
| | | | | | | TOTAL | 109,8 |

La longitud será la que tendrá que recorrer el fluido por cada tubería, dependiendo de la zona en la que se encuentre, desde la bomba hasta los rociadores del puente.

Lo siguiente será el cálculo de las pérdidas debidas a los accesorios, para lo que se utilizará la siguiente ecuación:

$$P_{ACCESORIOS} = K_i \times \frac{v^2}{2g}$$

donde K_i es la pérdida de carga en cada accesorio. El valor de este dato se muestra en la siguiente tabla:

| Accesorios | K |
|---|------|
| Válvula esférica (totalmente abierta) | 10 |
| Válvula en ángulo recto (totalmente abierta) | 5 |
| Válvula de seguridad (totalmente abierta) | 2.5 |
| Válvula de retención (totalmente abierta) | 2 |
| Válvula de compuerta (totalmente abierta) | 0.2 |
| Válvula de compuerta (abierta $\frac{3}{4}$) | 1.15 |
| Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{2}$) | 5.6 |
| Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{4}$) | 24.0 |
| Válvula de mariposa (totalmente abierta) | - |
| "T" por la salida lateral | 1.80 |
| Codo a 90° de radio corto (con bridas) | 0.90 |
| Codo a 90° de radio normal (con bridas) | 0.75 |
| Codo a 90° de radio grande (con bridas) | 0.60 |
| Codo a 45° de radio corto (con bridas) | 0.45 |
| Codo a 45° de radio normal (con bridas) | 0.40 |
| Codo a 45° de radio grande (con bridas) | 0.35 |

| ELEMENTO | PÉRDIDA UNITARIA | NÚMERO | PÉRDIDA DE CARGA TOTAL |
|----------|------------------|--------------|------------------------|
| Codo | 0,75 | 16 | 12 |
| Válvula | 2 | 8 | 16 |
| Te | 1,8 | 12 | 21,6 |
| | | TOTAL | 49,6 |

Por tanto, las pérdidas serán:

$$P_{ACCESORIOS} = 50 \times \frac{6^2}{2 \times 9,81} = 91,74 \text{ m}$$

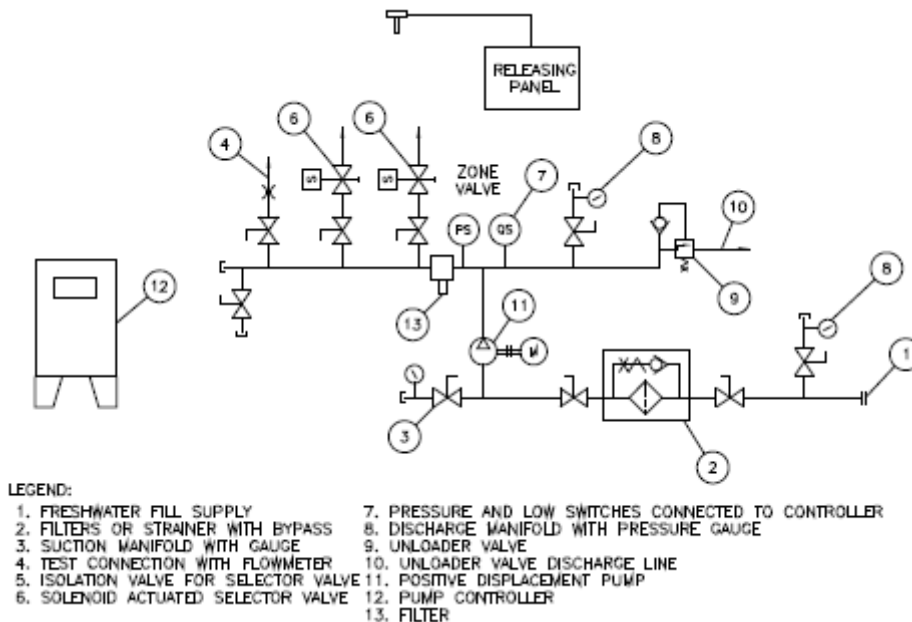
Por último la variación de la presión estática en el tramo de tubería vertical, desde la bomba hasta el cubierta puente:

$$P_{ESTÁTICA} = 0,098 \times L = 0,098 \times 40,15 = 3,93 \text{ bar}$$

Obteniendo una presión final de:

$$P_{BOMBA} = 110 + 3,93 + 10,9 + 9,17 = 134 \text{ bar}$$

Los modelos de bombas utilizadas para los sistemas FOGEX de alta presión serán las bombas KE30, KF36 y MS55, mostradas en la tabla. Se instalarán dos bombas KF36.



| Part No. | Mod. | L/Min. | US GPM | BAR | PSI | RPM | HP | KW |
|----------|------|--------|--------|-----|-------|-------------|-----|------|
| 980034 | KE30 | 70 | 18.8 | 130 | 1,850 | 1,450 | 24 | 17.8 |
| 980035 | KF36 | 122 | 32.2 | 160 | 2,320 | 800 | 50 | 37 |
| 980036 | MS55 | 316 | 83.4 | 125 | 1,800 | 1,500/1,800 | 100 | 75 |

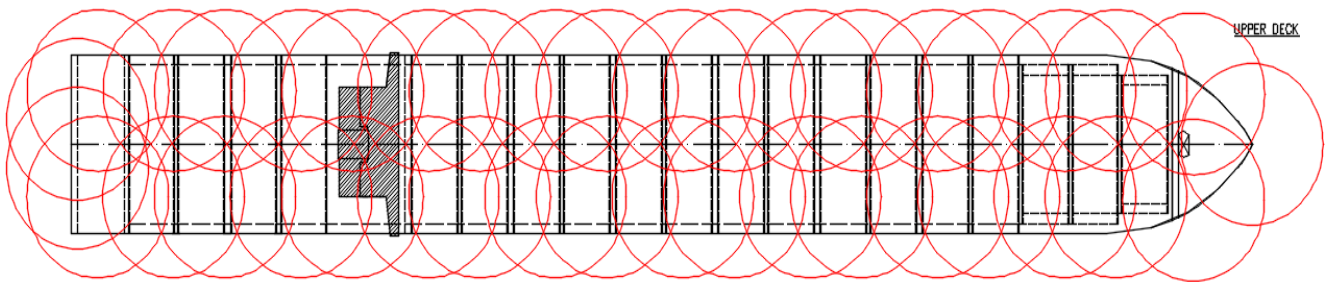
2.2 BOCAS CONTRAINCENDIOS

En cuanto al sistema de la cubierta de carga, se situarán diversos puntos de conexión de mangueras para así poder realizar una extinción manual. Este sistema alimentará también las diferentes bocas de incendio equipadas, BIE's, que instalaremos como sistema redundante junto con el agua nebulizada en la habilitación.

El SOLAS, *Capítulo II-2, Parte C, Regla 10, 2.3 Mangueras contra incendios y lanzas* nos dice que las mangueras situadas en una cubierta expuesta, para buques de carga con una manga mayor de 30 metros, tienen que ser de longitud superior a 10 metros pero nunca sobrepasar los 25, por lo que en nuestro caso seleccionaremos mangueras de 20 metros de longitud.

Además de esto, el punto 2.1.5 *Número y distribución de las bocas contra incendios* de esta misma regla, indica que por lo menos dos chorros de agua no procedentes de la misma boca contra incendios, puedan alcanzar cualquier parte del buque.

Seguindo estas normas, la disposición de las bocas contra incendios en la cubierta de carga será la siguiente:



En el croquis anterior, el diámetro de los círculos representa la longitud de la manguera, 20 metros, junto con un chorro de alcance 5 metros, una longitud total de 25 metros.

Como vemos se instalarán 39 bocas contra incendios en cubierta. Sin embargo el punto 2.3.2 *Número y diámetro de las mangueras contra incendios*, también de la misma regla, nos indica que no será necesario llevar mangueras para todas las bocas contra incendios que se sitúen en el buque, sino que se podrá llevar una por cada 30 metros de eslora. Según esto el número de mangueras será de 25 mangueras, 24 más 1 de respeto.

En el caso de la habilitación se instalarán las bocas contra incendios tal y como se observa en el plano de los equipos contra incendios, que se muestra en el Anexo I.

Una vez distribuidas las diferentes bocas contra incendios se comenzará el dimensionamiento de las mismas. En lo que se refiere a tamaño de tuberías y caudales, el SOLAS nos da una serie de recomendaciones en su Capítulo II-2 que en la práctica resultan escasas, por lo que se seguirá la norma UNE-EN 671-2 Instalaciones fijas de lucha contra incendios, a partir de la cual obtenemos la siguiente tabla:

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

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

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

La fórmula que se observa en la tabla será la utilizada para el cálculo del caudal necesario para nuestro sistema:

$$Q = K\sqrt{P}$$

donde K es el coeficiente de la manguera y P la presión dinámica del agua.

El diámetro de las mangueras más utilizadas en el ámbito naval es de 45 mm, siendo mayor que los recomendados en el punto 2.3.3 *Tamaño y tipo de las lanzas* de 12 mm, 16 mm y 19 mm.

En cuanto a la presión, también será superior a la indicada por el SOLAS en el punto 2.1.6 *Presión de las bocas contra incendios* de 2,7 bares en buques de carga.

Se tomará una presión en punta de lanza en mangueras de la cubierta de 7 bares y, teniendo en cuenta que en una manguera de las características de las seleccionadas tiene una pérdida de carga de 1 bar, la presión requerida en el punto de conexión de la manguera será de 8 bares.

Con esta presión y sabiendo que el coeficiente K para una boca de incendio de 45 mm es del orden de 83, obtendremos un caudal unitario de:

$$Q_{CUB} = 83 \times \sqrt{8} = 235 \text{ l/min}$$

Como se ha mencionado anteriormente, será necesario que dos chorros de agua procedentes de distintas bocas contra incendios alcancen el mismo punto del buque, por lo que el caudal se calculará según lo siguiente para poder cumplir este requisito:

$$\left. \begin{array}{l} Q_1 = K\sqrt{P} \\ Q_2 = K\sqrt{P} \end{array} \right\} Q = 2 \times K\sqrt{P}$$

$$Q_{CUB \text{ dos chorros}} = 2 \times 83\sqrt{8} = 469,5 \text{ l/min}$$

En el caso de la habilitación, se tomará una presión en punta de lanza en mangueras de la cubierta de 5 bares, sumando la pérdida de carga de 1 bar de la manguera, la presión requerida en el punto de conexión de la manguera será de 6 bares. Se obtiene un caudal unitario para la zona de habilitación de:

$$Q_{HAB} = 83 \times \sqrt{6} = 203 \text{ l/min}$$

El caudal obtenido de dos chorros será el siguiente:

$$Q = 2 \times K\sqrt{P}$$

$$Q_{HAB \text{ dos chorros}} = 2 \times 83\sqrt{6} = 406,6 \text{ l/min}$$

Lo siguiente será el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías del sistema para así obtener la presión total de la bomba mediante la siguiente ecuación:

$$P_{BOMBA} = P_{BIE} + P_{ESTÁTICA} + P_{FRICCIÓN} + P_{ACCESORIOS}$$

Para esto haremos el cálculo para los dos peores casos, es decir, incendios en el castillo de proa y en la cubierta puente.

Comenzaremos por el **castillo de proa**.

La longitud de tuberías desde la cámara de máquinas, donde se encuentran las bombas, hasta la boca de incendios del castillo será aproximadamente de 227 m y una diferencia de altura 19,11 m.

Para calcular las perdidas por fricción utilizaremos la fórmula de Hazen-Williams:

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

siendo:

- P , las pérdidas de carga, en bar.
- C , el coeficiente de rugosidad de la tubería. Este coeficiente se obtendrá mediante la tabla que se muestra a continuación, seleccionando como material para las tuberías el acero al carbono, 120:

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.

- d , el diámetro de la tubería. El diámetro de la tubería se calculará con la siguiente fórmula, teniendo en cuenta que la velocidad en el tramo de la bomba a la conexión de la manguera será de 6 m/s:

$$A_{COLECTOR} = \frac{Q}{V} = \frac{469,5 \frac{l}{min}}{6 \frac{m}{s}} = 78,25 \text{ cm}^2$$

$$d_{COLECTOR} = \sqrt{\frac{4 \times A_{COLECTOR}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 78,25}{\pi}} = 9,98 \text{ cm} = 99,8 \text{ mm}$$

Seleccionaremos tuberías de 100 mm.

- L , la longitud de la tubería, m. La longitud de la tubería desde la bomba hasta el pique de proa será de aproximadamente 227 m.
- Q , el caudal en l/min, que será el de dos chorros simultáneos, 469,5 l/min.

$$P_{FRICCIÓN} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 100^{4,87}} \times 227 \times 469,5^{1,85} = 0,311 \text{ bar}$$

En cuanto a las pérdidas debidas a los accesorios a lo largo de la tubería, buscaremos la longitud equivalente de los distintos accesorios y válvulas, es decir, la longitud que tendría la tubería si esta fuera remplazada por el accesorio. Para esto utilizaremos la siguiente tabla:

Tabla 23 – Longitud equivalente de accesorios y válvulas

[A1 ▶]

| 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 |

A continuación se muestra en la tabla los accesorios en esta línea de suministro, desde la bomba hasta la conexión de la manguera, junto con sus longitudes equivalentes correspondientes:

| ACCESORIO | DIÁMETRO, m | L, m |
|----------------------|-------------------|--------------|
| Cono reductor | 0,1 | 2,5 |
| Válvula de compuerta | 0,1 | 0,81 |
| Válvula antirretorno | 0,1 | 5,1 |
| Codo | 0,1 | 3 |
| Te | 0,1 | 18,3 |
| | L TOTAL, m | 29,71 |

Una vez obtenida la longitud total se aplica la ecuación de Hazen-Williams, manteniendo los valores de C , d y Q igual que en el caso de las pérdidas por fricción en la tubería:

$$P_{ACC} = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 100^{4,87}} \times 29,71 \times 469,5^{1,85} = 0,04 \text{ bar}$$

Por último la variación de la presión estática entre el tramo de tubería vertical:

$$P_{ESTÁTICA} = 0,098 \times L = 0,098 \times 19,11 = 1,87$$

siendo L la distancia entre los puntos verticales, que en nuestro caso será de 19,11 m.

Finalmente obtenemos una presión total de la bomba de:

$$P_{BOMBA1} = 8 + 1,87 + 0,311 + 0,04 = \mathbf{10,22 \text{ bar}}$$

Por último, analizaremos el caso de la boca de incendios en la **cubierta puente**.

La longitud de tuberías desde la cámara de máquinas, donde se encuentran las bombas, hasta la boca de incendios del castillo será aproximadamente una diferencia de altura de 48 m y 15 m en dirección longitudinal.

Se calculan las pérdidas por fricción mediante la fórmula de Hazen-Williams como se ha visto anteriormente:

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

el valor de C será el mismo que en el caso anterior, 120 para acero al carbono.

El diámetro de la tubería se calculará teniendo en cuenta el caudal calculado para el caso de bocas contra incendios situado en la zona de habilitación, 406,6 l/min, y manteniendo la velocidad de 6 m/s:

$$A_{COLECTOR} = \frac{Q}{V} = \frac{406,6 \frac{l}{min}}{6 \frac{m}{s}} = 67,76 \text{ cm}^2$$

$$d_{COLECTOR} = \sqrt{\frac{4 \times A_{COLECTOR}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 67,76}{\pi}} = 9,28 \text{ cm} = 92,8 \text{ mm}$$

Seleccionaremos tuberías de 90 mm para la parte de habilitación ya que, como la tubería de contra incendios es común tanto para el sistema de cubierta como para habilitación en la zona de cámara de máquinas, se tomará el valor seleccionado anteriormente de 100 mm en esta zona también para este caso.

Debido a esto tendremos que realizar el cálculo de las diferentes pérdidas de presión para ambos tramos.

Comenzaremos con la zona de habilitación de diámetro de **90 mm**.

Se continúa con el cálculo de las pérdidas por fricción tal y como se estaba haciendo. La longitud horizontal de la tubería en el tramo entre la cubierta principal y el puente será de 6,29 m.

$$P_{FRICCIÓN} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 90^{4,87}} \times 6,29 \times 406,6^{1,85} = 0,015 \text{ bar}$$

En cuanto a las pérdidas por accesorios, a continuación se muestra en la tabla los accesorios en esta línea de suministro:

| ACCESORIO | DIÁMETRO, m | L, m |
|-------------------|-------------|--------------|
| Codo | 0,09 | 54 |
| Te | 0,09 | 54,5 |
| L TOTAL, m | | 108,5 |

Una vez obtenida la longitud total se aplica la ecuación de Hazen-Williams, manteniendo los valores de C , d y Q igual que en el caso de las pérdidas distribuidas:

$$P_{ACC} = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 90^{4,87}} \times 108,5 \times 406,6^{1,85} = 0,19 \text{ bar}$$

Por último la variación de la presión estática entre el tramo de tubería vertical:

$$P_{ESTÁTICA} = 0,098 \times 29,45 = 2,88 \text{ bar}$$

siendo L la distancia entre los puntos verticales, que en este caso será de 29,45 m.

En el caso del tramo de colector contra incendios común con el sistema de cubierta la presión debida a pérdidas por fricción, con un diámetro de **100 mm**, será como sigue:

$$P_{FRICCIÓN} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 100^{4,87}} \times 8,71 \times 406,6^{1,85} = 0,009 \text{ bar}$$

Con una longitud en dirección horizontal de 8,71 m.

En cuanto a las pérdidas por accesorios, a continuación se muestra en la tabla los accesorios en esta línea de suministro:

| ACCESORIO | DIÁMETRO, m | L, m |
|----------------------|-------------------|--------------|
| Cono reductor | 0,1 | 2,25 |
| Válvula de compuerta | 0,1 | 0,72 |
| Válvula antirretorno | 0,1 | 4,5 |
| Codo | 0,1 | 2,7 |
| | L TOTAL, m | 10,17 |

Una vez obtenida la longitud total se aplica la ecuación de Hazen-Williams, manteniendo los valores de C , d y Q igual que en el caso de las pérdidas por fricción:

$$P_{ACC} = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 100^{4,87}} \times 10,17 \times 406,6^{1,85} = 0,011 \text{ bar}$$

Por último la variación de la presión estática entre el tramo de tubería vertical:

$$P_{ESTÁTICA} = 0,098 \times 19,11 = 1,87 \text{ bar}$$

siendo L la distancia entre los puntos verticales, que en este caso será de 19,11 m.

Finalmente obtenemos una presión total de la bomba de:

$$P_{BOMBA 2} = 6 + (2,88 + 0,015 + 0,19) + (1,87 + 0,009 + 0,011) = \mathbf{11 \text{ bar}}$$

Se seleccionará una bomba de la empresa Saci, modelo NKM-G 80-200/200/4/4 con las siguientes características:

| MODEL | DNA | DNM | A | B | E | F | G | H1 | H2 | L | M1 | M2 | N1 | N2 | S1 | W | X | Ø (mm) Mech. seal | PACKING DIMENSIONS | | | Vol. | Weight Kg |
|-------------------------|-----|-----|-----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|---|-----|----------------------|--------------------|-----|-----|-------|--------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | A | B | H | | |
| NKM-G 80-200/200/4 /4 | 100 | 80 | 125 | 65 | - | 301 | 365 | 180 | 250 | 368 | 125 | 95 | 345 | 280 | M10 | - | 140 | 38 | 1030 | 530 | 640 | 0,349 | 118 |
| NKM-G 80-200/222/5,5 /4 | 100 | 80 | 125 | 65 | - | 390 | 365 | 180 | 250 | 368 | 125 | 95 | 345 | 280 | M10 | - | 140 | 38 | 1030 | 530 | 640 | 0,349 | 147 |

| MODEL | ELECTRICAL DATA | | | | HYDRAULIC DATA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|---------|---------------|-----|----------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | MOTOR SIZE | Voltage | P2 Nominal | | In A | Q | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | kW | HP | | m ³ /h | 0 | 42 | 54 | 66 | 72 | 78 | 90 | 114 | 120 | | | | | | | | | |
| NKM-G 80-200/200/4 /4 | MEC 112 M | 400 V ∅ | 4 | 5.5 | 8.5 | H | 13.2 | 13.1 | 12.9 | 12.7 | 12.4 | 12 | 11.3 | 9.3 | 8.7 | | | | | | | | | |
| NKM-G 80-200/222/5,5 /4 | MEC 132 S | 400 V ∅ | 5.5 | 7.5 | 11.3 | (m) | 16.6 | 16.5 | 16.4 | 16.1 | 16 | 15.7 | 15 | 13.3 | 12.7 | | | | | | | | | |

2.3 BOMBA DE EMERGENCIA

Siguiendo el SOLAS, la bomba de emergencia de contra incendios tendrá una capacidad del 80% del total dividido entre el número de bombas, y nunca menor del 25%.

Según esto, nuestro caso deberá tener una capacidad del 40%, es decir, un caudal de 162 l/min o 9,76m³ /h.

2.4 EXTINTORES

El buque llevará extintores de polvo, **polvo ABC** para habilitación y **polvo BC** para la cámara de máquinas.

Se seleccionará para habilitación un extintor de polvo ABC de 12 kilos de la empresa Caparrós Extintores, como el que se muestra en la imagen.

Para la cámara de máquinas se seleccionará también un extintor de 12 kilos pero de polvo BC.

| | |
|--------------------------|-----------------|
| Referencia: | E12 |
| Modelo: | PI-12 |
| Eficacia: | 43A-233B-C |
| Agente Extintor: | 12 Kg POLVO ABC |
| Agente Propulsor: | N2 |
| Dimensiones (mm): | Altura máx: 620 |
| | Diámetro: 190 |
| Peso (Kg): | 16,75 |
| Temperatura Utilización: | -20°C / +60°C |
| Presión Prueba: | 23 bar. |
| Ensayo Dieléctrico: | 35 Kv |



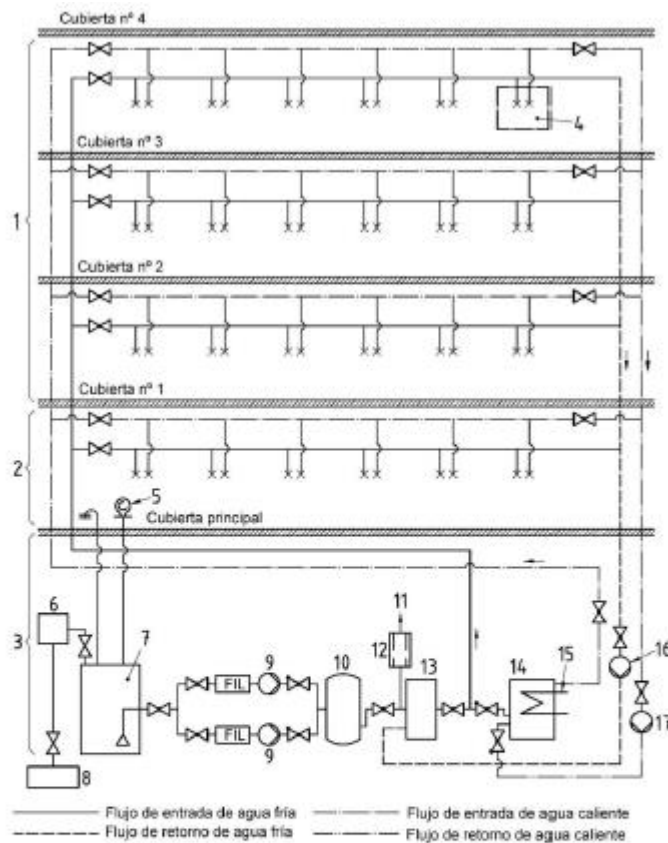
Se mostrará en el Anexo I la distribución de los mismos en todos los niveles de cámara de máquinas y habilitación, siguiendo el criterio de que ningún posible incendio se encuentre a más de 15 metros de un extintor.

3 GENERACIÓN DE AGUA DULCE

Ya en el Cuaderno 4 se calculó el volumen del tanque de agua dulce necesario para abastecer todas las necesidades del buque durante la navegación.

En este cuaderno se dimensionará el sistema y los elementos que lo componen. Para comenzar se deberá tener claro que tipo de sistema se utilizará, de suministro directo o de suministro a través de depósitos de agua a presión. La norma UNE-EN ISO 15748-2 de Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas, nos dice que normalmente se usa el primer de los sistemas cuando hay un consumo de agua muy alto, como por ejemplo en buques de pasaje. Para los demás se utilizarán los tanques de agua a presión

Por tanto se tendrá un sistema más o menos como el que se muestra a continuación:



Leyenda

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Área habitable con duchas/WC 2 Área de servicios de abastecimiento 3 Sala de máquinas 4 Ducha/WC 5 Conexión de alimentación a los tanques de agua potable (véase la Norma ISO 5620-1) 6 Generador de agua potable 7 Tanque de agua potable 8 Caja de mar | <ul style="list-style-type: none"> 9 Bomba de suministro de agua potable 10 Tanque de presión 11 Carga técnica 12 Desconectador de tubería 13 Esterilización 14 Calentador de agua 15 Elemento calentador 16 Bomba de circulación de agua fría 17 Bomba de circulación de agua caliente |
|---|--|

Donde se observan todos los componentes esenciales: Un elemento potabilizador de agua marina para proveer durante la travesía, toma de mar, conexiones a tanques y reservas, una o más bombas que impulsen el agua, un tanque de presión que mantenga una presión de servicio sin necesidad de arrancar la bomba a intervalos bruscos, un calentador y conducción de dos ramales, fría y caliente, para cada cubierta consumidora.

Comenzando tras la toma de mar, tenemos los siguientes sistemas:

3.1 TANQUE DE AGUA DULCE

Para el dimensionamiento de este tanque se recurrirá a la norma UN-ISO 15748-2, donde en su tabla A.1 nos da la cantidad de agua potable por persona y día para diferentes tipos de buques.

Tabla A.1
Valores guía para el consumo de agua potable en litros por persona/cama y día

| Tipo de buque | | Grupo de personas embarcado | Consumo de agua cuando esté equipado con | |
|--------------------------------------|--|-----------------------------|--|---------------------------|
| | | | sistema de aseos de gravedad | sistema de aseos de vacío |
| Buque de alta mar | Carguero | Tripulante/cama | 220 l | 175 l |
| | Buque de pasaje | Pasajero/cama | 270 l | 225 l |
| | Crucero de lujo | Pasajero/cama | – | 275 l |
| | Trasbordador con cabinas | Pasajero/cama | 205 l ^a | 160 l ^a |
| | | Pasajero sin cama | 100 l | 55 l |
| | Trasbordador sin cabinas | Pasajero sin cama | 150 l | 105 l |
| Tripulante sin cama | | 100 l | 55 l | |
| Embarcación de navegación interior | Carguero | Tripulante/cama | mínimo 150 l | |
| | Buque de pasaje con cabinas | Pasajero/tripulante/cama | 220 l | 175 l |
| | Buque de pasaje sin cabinas | Tripulante/pasajero | 100 l | |
| Buques especiales | Buque de investigación | por cama | 220 l | 175 l |
| | Buque auxiliar de las fuerzas armadas y mayores | Tripulante/cama | 160 l | 110 l |
| | Buque de las fuerzas armadas menor que un auxiliar | Tripulante/cama | 100 l | 55 l |
| Pesquero | | Tripulante/cama | mínimo 150 l | |
| Plataforma "offshore" | | Tripulante/cama | 350 l | |
| ^a Sin lavandería a bordo. | | | | |

En nuestro caso no interesa el apartado para buques de carga de alta mar, en el caso de un sistema de aseos de vacío, por lo que el consumo de agua por persona y día será de 175 l.

Por tanto, para dimensionar el tanque de agua potable, haremos el siguiente cálculo:

$$CAP = 20 \text{ días} \times 28 \text{ personas} \times 175 \frac{\text{litros}}{\text{pers} \times \text{día}} \times 10^3 = 98 \text{ m}^3 = 98 \text{ ton}$$

En cuanto al agua dulce técnica usaremos la tabla A.2 de la misma norma, la cual se muestra a continuación:

Tabla A.2
Valores guía del consumo de agua en diferentes puntos de servicio por persona y día para buques de carga

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

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

Si sumamos los consumos totales, teniendo en cuenta que utilizamos un sistema de retretes por vacío, tendremos un total de 180 l por agua y día de agua técnica. Por tanto, el total de agua técnica será:

$$CAT = 20 \text{ días} \times 28 \text{ personas} \times 180 \frac{\text{litros}}{\text{pers} \times \text{día}} \times 10^3 = 100 \text{ m}^3 = 100 \text{ ton}$$

Sumando ambas obtenemos un consumo de agua dulce total de:

$$CAguaDulce = 198 \text{ ton}$$

3.2 GENERADOR DE AGUA DULCE

Necesitaremos un generador de agua dulce que nos proporcione un mínimo de 9,9 m³ cada día. El generador seleccionado será el AQ 10/12 de la empresa Gefico. Se muestran a continuación las características del mismo:

| MODELO | AQ-10/12 |
|-------------------------------------|----------|
| PRODUCCIÓN (m ³ /día) | 10 |
| PESO (Kg) | 642 |
| ENERGÍA (Kw) | 308 |
| DIMENSIONES | |
| Largo (L) (mm) | 1550 |
| Ancho (W) (mm) | 700 |
| Alto (H) (mm) | 1070 |
| CONEXIONES | |
| Agua caliente (in) | 2 |
| Entr. agua mar (in) | 2 |
| Agua destilada (in) | 1/2 |
| Desc. agua mar (in) | 2 |



3.3 BOMBA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

Para calcular las características de la bomba tenemos que recurrir a la norma UNE-EN ISO 15748-2, en la que nos proporcionan una serie de indicaciones para poder calcular tanto el caudal como la presión.

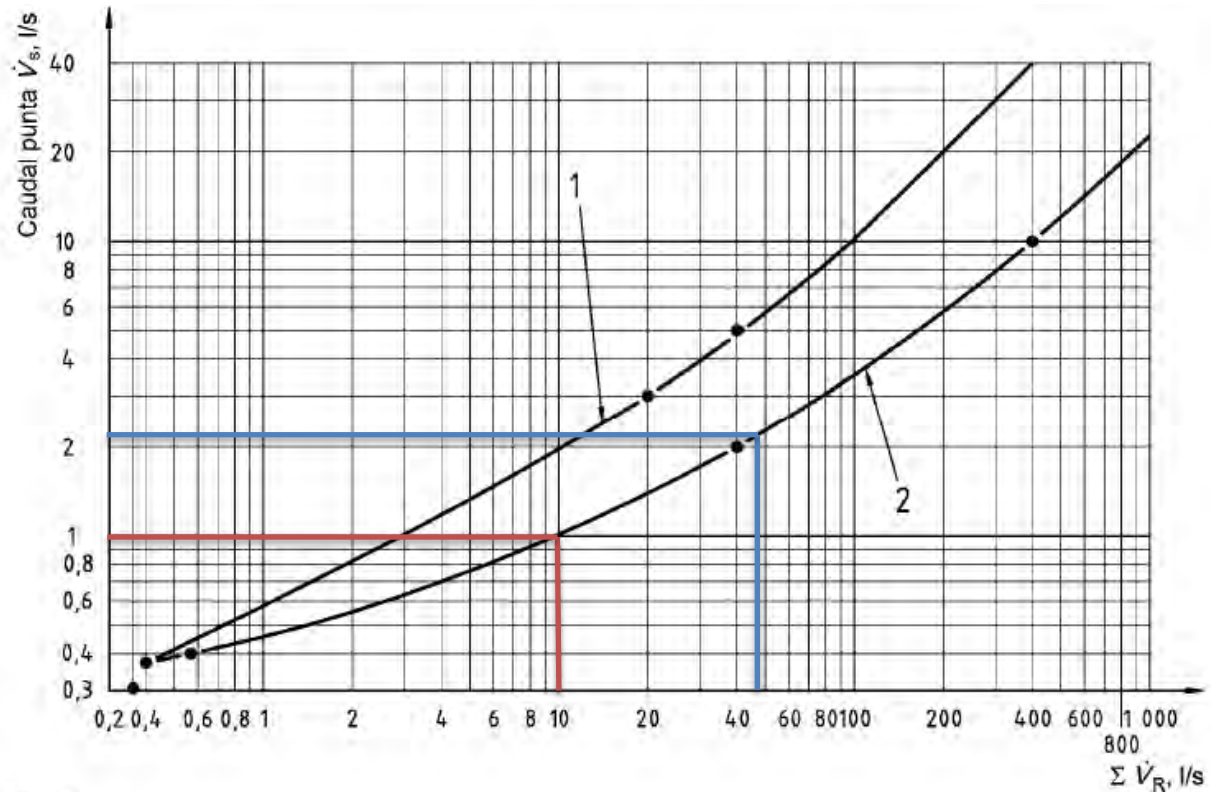
El caudal punta es el caudal esperado en el momento de máximo consumo de agua. Tendremos las siguientes velocidades:

- 1 m/s en líneas de aspiración de bomba.
- 0,5 m/s en líneas de circulación.
- 1,4 m/s en cubiertas de alojamientos.
- 2,0 m/s en espacios públicos.

Lo primero será realizar una lista de los diferentes consumidores que tenemos en cada cubierta:

| CUBIERTA | TIPO DE PUNTO DE SERVICIO DE AGUA POTABLE | NÚMERO | CAUDAL DE CÁLCULO, l/s | | CAUDAL TOTAL, l/s | | |
|--|---|------------------|------------------------|----------|-------------------|--------------|--------------|
| | | | FRÍA | CALIENTE | LINEA DE CUBIERTA | | |
| | | | | | FRÍA | CALIENTE | |
| UNIDAD SANITARIA ESTANDAR COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA C.1 DE LA NORMA | | | | | | | |
| CC.MM. | Aseo público | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | Fregadero | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | |
| CUB. -1 | Aseo público | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| CUB. PPAL | Lavandería | Lavadora | 2 | 0,25 | 0,25 | 0,5 | 0,5 |
| | | Fregadero | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | Vestuario M. | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | | Duchas | 3 | 0,15 | 0,15 | 0,45 | 0,45 |
| | Vestuario F. | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | | Duchas | 3 | 0,15 | 0,15 | 0,45 | 0,45 |
| | Aseo público | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | Camarotes | Unidad sanitaria | 3 | 0,52 | 0,22 | 1,56 | 0,66 |
| CUB. 1 | Cocina | Fregadero | 2 | 0,07 | 0,07 | 0,14 | 0,14 |
| | | Lavavajillas | 2 | 0,15 | 0,15 | 0,3 | 0,3 |
| | | Cafetera | 2 | 0,007 | 0,007 | 0,014 | 0,014 |
| | Sala de estar | Cafetera | 2 | 0,007 | 0,007 | 0,014 | 0,014 |
| | Aseo público | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| WC | | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 | |
| CUB. 2 | Aseo público | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | Baño M. | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | | Duchas | 1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| | Baño F. | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | | Duchas | 1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Sala de ocio | Cafetera | 1 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | |
| CUB. 3 | Aseo público | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | Enfermería | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | | Bañera | 1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| | Camarotes | Unidad sanitaria | 4 | 0,52 | 0,22 | 2,08 | 0,88 |
| CUB. 4 | Aseo público | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | Camarotes | Unidad sanitaria | 8 | 0,52 | 0,22 | 4,16 | 1,76 |
| | Sala de estar | Cafetera | 1 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 |
| CUB. 5 | Aseo público | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | Camarotes | Unidad sanitaria | 8 | 0,52 | 0,22 | 4,16 | 1,76 |
| | Sala de estar | Cafetera | 1 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 |
| CUB. 6 | Aseo público | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | Camarotes | Unidad sanitaria | 6 | 0,52 | 0,22 | 3,12 | 1,32 |
| Sala de estar | Cafetera | 1 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | |
| CUB. 7 | Aseo público | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| | Camarotes | Unidad sanitaria | 4 | 0,52 | 0,22 | 2,08 | 0,88 |
| Sala de reuniones | Cafetera | 1 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | |
| PUENTE | Limpia ventanas | | 30 | 0,5 | | 15 | 0 |
| | Cafetera | | 1 | 0,007 | 0,007 | 0,007 | 0,007 |
| | Aseo público | Lavabo | 1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| | | WC | 1 | 0,7 | | 0,7 | 0 |
| CAUDAL TOTAL, l/s | | | | | | 46,98 | 10,88 |

Una vez obtenidos los caudales totales en l/s, tanto para agua fría como para agua caliente, podemos calcular los caudales punta. Para esto utilizaremos la gráfica A.3 de la norma:



- Leyenda
1 Buque de pasaje
2 Buque de carga

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

A partir de la gráfica obtenemos un **caudal punta para agua fría** de aproximadamente **2,2 l/s** y para **agua caliente** aproximadamente **1,1 l/s**. Debido a que la bomba se encuentra antes del calentador para agua caliente debemos sumar ambos caudales, obteniendo un valor de **3,25 l/s**.

No necesitaremos que este caudal llegue totalmente a la cubierta superior, sino que a medida que se recorre las cubiertas ascendientemente, el caudal se reduce quedando:

| CUBIERTA | | CC.MM. | CUB. -1 | CUB. PPAL | CUB. 1 | CUB. 2 | CUB. 3 | CUB. 4 | CUB. 5 | CUB. 6 | CUB. 7 | PUENTE |
|--------------------------------|----------|--------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CAUDAL TOTAL POR CUBIERTA, l/s | FRÍA | 0,84 | 0,77 | 5,34 | 1,238 | 2,617 | 3,77 | 4,937 | 4,937 | 3,897 | 2,857 | 15,777 |
| | CALIENTE | 0,14 | 0,07 | 2,34 | 0,538 | 0,517 | 1,17 | 1,837 | 1,837 | 1,397 | 0,957 | 0,077 |
| CAUDAL TOTAL, l/s | FRÍA | 46,98 | 46,14 | 45,37 | 40,03 | 38,792 | 36,175 | 32,405 | 27,468 | 22,531 | 18,634 | 15,777 |
| | CALIENTE | 10,88 | 10,74 | 10,67 | 8,33 | 7,792 | 7,275 | 6,105 | 4,268 | 2,431 | 1,034 | 0,077 |
| CAUDAL PUNTA POR CUBIERTA, l/s | FRÍA | 2,2 | 2,15 | 2,1 | 2 | 1,9 | 1,85 | 1,8 | 1,7 | 1,55 | 1,4 | 1,35 |
| | CALIENTE | 1,1 | 1,05 | 1 | 0,9 | 0,88 | 0,85 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,45 | 0,42 |

Como se ha mencionado anteriormente, la norma establece una serie de velocidades máximas para evitar ruidos y subidas de presión. Seleccionaremos una velocidad de 1,4 m/s, la velocidad permitida en espacios de alojamiento.

Una vez con esto, podemos definir cuál será el tamaño de las tuberías, como se muestra a continuación, utilizando la tabla A.11 de la norma:

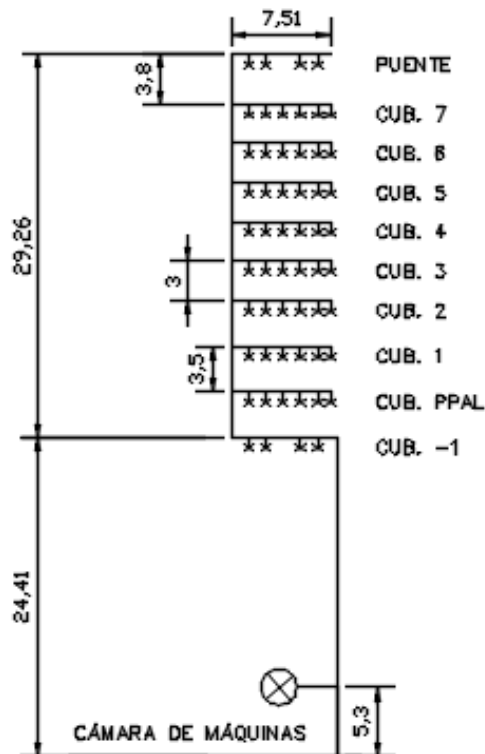
Tabla A.11
Caudales punta, anchuras nominales y presiones diferenciales para tuberías de cobre y acero inoxidable

| Caudal punta \dot{V}_5 l/s | Velocidad del flujo v m/s | | | | | | | |
|--|--------------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|
| | 1 | | 1,4 | | 2 | | 2,5 | |
| | Anchura nominal DN | Presión diferencial R mbar/m | Anchura nominal DN | Presión diferencial R mbar/m | Anchura nominal DN | Presión diferencial R mbar/m | Anchura nominal DN | Presión diferencial R mbar/m |
| 0,2 | 15 | 20,0 | 12 | 50 | 10 | 125 | 10 | 220 |
| 0,3 | 20 | 14,0 | 15 | 36 | 12 | 95 | 12 | 170 |
| 0,45 | 25 | 11,0 | 20 | 27 | 15 | 70 | 15 | 130 |
| 0,7 | 32 | 8,0 | 25 | 20 | 20 | 52 | 20 | 95 |
| 1,0 | 40 | 6,0 | 32 | 15 | 25 | 40 | 25 | 75 |
| 1,5 | 40/50 | 4,8 | 40 | 11,5 | 32 | 30 | 32 | 55 |
| 2,25 | 50 | 3,5 | 50 | 8,6 | 40 | 23 | 32 | 42 |
| 3,5 | 65 | 2,6 | 65 | 6,5 | 50 | 16,5 | 40 | 30 |
| 5,25 | 80 | 1,9 | 65 | 4,7 | 65 | 12 | 50 | 23 |
| 8,0 | 100 | 1,5 | 80 | 3,7 | 65 | 9,5 | 65 | 17 |

NOTA – Las presiones diferenciales mencionadas incluyen las pérdidas debidas a los codos, ramales, válvulas, etc. La presiones diferenciales debidas al rozamiento en las tuberías son muy pequeñas para una temperatura del orden de hasta 60 °C; por lo tanto se considera despreciable este diferencial de presión.

| CUBIERTA | | CC.MM. | CUB. -1 | CUB. PPAL | CUB. 1 | CUB. 2 | CUB. 3 | CUB. 4 | CUB. 5 | CUB. 6 | CUB. 7 | PUENTE |
|---------------------------------|----------|--------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CAUDAL TOTAL POR CUBIERTA, l/s | FRÍA | 0,84 | 0,77 | 5,34 | 1,238 | 2,617 | 3,77 | 4,937 | 4,937 | 3,897 | 2,857 | 15,777 |
| | CALIENTE | 0,14 | 0,07 | 2,34 | 0,538 | 0,517 | 1,17 | 1,837 | 1,837 | 1,397 | 0,957 | 0,077 |
| CAUDAL TOTAL, l/s | FRÍA | 46,98 | 46,14 | 45,37 | 40,03 | 38,792 | 36,175 | 32,405 | 27,468 | 22,531 | 18,634 | 15,777 |
| | CALIENTE | 10,88 | 10,74 | 10,67 | 8,33 | 7,792 | 7,275 | 6,105 | 4,268 | 2,431 | 1,034 | 0,077 |
| CAUDAL PUNTA POR CUBIERTA, l/s | FRÍA | 2,2 | 2,15 | 2,1 | 2 | 1,9 | 1,85 | 1,8 | 1,7 | 1,55 | 1,4 | 1,35 |
| | CALIENTE | 1,1 | 1,05 | 1 | 0,9 | 0,88 | 0,85 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,45 | 0,42 |
| CAUDAL PUNTA POR CUBIERTA, m³/s | FRÍA | 0,0022 | 0,0022 | 0,0021 | 0,0020 | 0,0019 | 0,0019 | 0,0018 | 0,0017 | 0,0016 | 0,0014 | 0,0014 |
| | CALIENTE | 0,0011 | 0,0011 | 0,0010 | 0,0009 | 0,0009 | 0,0009 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0004 |
| VELOCIDAD, m/s | | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| ÁREA TUBERÍA, m² | FRÍA | 0,0016 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0014 | 0,0014 | 0,0013 | 0,0013 | 0,0012 | 0,0011 | 0,0010 | 0,0010 |
| | CALIENTE | 0,0008 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0003 | 0,0003 |
| DIÁMETRO TUBERÍA, m | FRÍA | 0,0447 | 0,0442 | 0,0437 | 0,0426 | 0,0416 | 0,0410 | 0,0405 | 0,0393 | 0,0375 | 0,0357 | 0,0350 |
| | CALIENTE | 0,0316 | 0,0309 | 0,0302 | 0,0286 | 0,0283 | 0,0278 | 0,0270 | 0,0252 | 0,0234 | 0,0202 | 0,0195 |
| DN | FRÍA | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| | CALIENTE | 40 | 40 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 25 | 25 | 20 | 20 |

Se mostrará a continuación un esquema de la distribución de tuberías de agua dulce en el buque:



A continuación realizaremos el cálculo de la presión necesaria de la bomba. Realizaremos el caso más desfavorable, en el que se deberá enviar el agua al puente de gobierno.

- Primero calcularemos las pérdidas de presión en las tuberías según indica la norma para el caso del agua fría:

| ZONA DE LA LINEA | LONGITUD DE TUBERIA, m | CAUDAL TOTAL, l/s | CAUDAL PUNTA, l/s | DIAMETRO NOMINAL | VELOCIDAD DE FLUJO, m/s | PRESIÓN DIFERENCIAL, mbar/m | PERDIDA PRESIÓN, mbar |
|------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | L | ΣQ | \dot{u}_s | DN | v | R | L x R |
| CC.MM. | 9,3 | 0,84 | 2,2 | 50 | 1,4 | 8,6 | 79,98 |
| CUB. -1 | 27,26 | 0,77 | 2,15 | 50 | 1,4 | 8,6 | 234,44 |
| CUB. PPAL | 11,01 | 5,34 | 2,1 | 50 | 1,4 | 8,6 | 94,69 |
| CUB. 1 | 11,01 | 1,24 | 2 | 50 | 1,4 | 8,6 | 94,69 |
| CUB. 2 | 11,01 | 2,62 | 1,9 | 50 | 1,4 | 8,6 | 94,69 |
| CUB. 3 | 11,01 | 3,77 | 1,85 | 50 | 1,4 | 8,6 | 94,69 |
| CUB. 4 | 10,51 | 4,94 | 1,8 | 40 | 1,4 | 11,5 | 120,87 |
| CUB. 5 | 10,51 | 4,94 | 1,7 | 40 | 1,4 | 11,5 | 120,87 |
| CUB. 6 | 10,51 | 3,90 | 1,55 | 40 | 1,4 | 11,5 | 120,87 |
| CUB. 7 | 10,51 | 2,86 | 1,4 | 40 | 1,4 | 11,5 | 120,87 |
| PUENTE | 11,31 | 15,78 | 1,35 | 40 | 1,4 | 11,5 | 130,07 |

Y se calculará tras esto la presión necesaria por la bomba:

| | PÉRDIDA DE PRESIÓN | P_{MIN} | ΔH x 0,1 | PRESIÓN, bar |
|------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|---------------------|
| CC.MM. | 0,08 | 1,50 | -0,53 | 1,05 |
| CUB. -1 | 0,23 | 1,50 | 1,91 | 3,65 |
| CUB. PPAL | 0,09 | 1,50 | 2,26 | 3,86 |
| CUB. 1 | 0,09 | 1,50 | 2,61 | 4,21 |
| CUB. 2 | 0,09 | 1,50 | 2,96 | 4,56 |
| CUB. 3 | 0,09 | 1,50 | 3,26 | 4,86 |
| CUB. 4 | 0,12 | 1,50 | 3,56 | 5,18 |
| CUB. 5 | 0,12 | 1,50 | 3,86 | 5,48 |
| CUB. 6 | 0,12 | 1,50 | 4,16 | 5,78 |
| CUB. 7 | 0,12 | 1,50 | 4,46 | 6,08 |
| PUENTE | 0,13 | 1,50 | 4,84 | 6,47 |

- Para el caso del agua caliente se realizará de la misma manera:

| ZONA DE LA LINEA | LONGITUD DE TUBERIA, m | CAUDAL TOTAL, l/s | CAUDAL PUNTA, l/s | DIAMETRO NOMINAL | VELOCIDAD DE FLUJO, m/s | PRESIÓN DIFERENCIAL, mbar/m | PERDIDA PRESIÓN, mbar |
|------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| | L | ΣQ | ú _s | DN | v | R | L x R |
| CC.MM. | 9,3 | 0,14 | 1,1000 | 40 | 1,4 | 11,5 | 106,95 |
| CUB. -1 | 27,26 | 0,07 | 1,05 | 40 | 1,4 | 11,5 | 313,49 |
| CUB. PPAL | 11,01 | 2,34 | 1 | 32 | 1,4 | 15 | 165,15 |
| CUB. 1 | 11,01 | 0,538 | 0,9 | 32 | 1,4 | 15 | 165,15 |
| CUB. 2 | 11,01 | 0,517 | 0,88 | 32 | 1,4 | 15 | 165,15 |
| CUB. 3 | 11,01 | 1,17 | 0,85 | 32 | 1,4 | 15 | 165,15 |
| CUB. 4 | 10,51 | 1,837 | 0,8 | 32 | 1,4 | 15 | 157,65 |
| CUB. 5 | 10,51 | 1,837 | 0,7 | 25 | 1,4 | 20 | 210,2 |
| CUB. 6 | 10,51 | 1,397 | 0,6 | 25 | 1,4 | 20 | 210,2 |
| CUB. 7 | 10,51 | 0,957 | 0,45 | 20 | 1,4 | 27 | 283,77 |
| PUENTE | 11,31 | 0,077 | 0,42 | 20 | 1,4 | 27 | 305,37 |

Y la presión de la bomba:

| | PÉRDIDA DE PRESIÓN | P_{MIN} | ΔH x 0,1 | PRESIÓN, bar |
|------------------|---------------------------|------------------------|-----------------|---------------------|
| CC.MM. | 0,11 | 1,50 | -0,53 | 1,08 |
| CUB. -1 | 0,31 | 1,50 | 1,91 | 3,72 |
| CUB. PPAL | 0,17 | 1,50 | 2,26 | 3,93 |
| CUB. 1 | 0,17 | 1,50 | 2,61 | 4,28 |
| CUB. 2 | 0,17 | 1,50 | 2,96 | 4,63 |
| CUB. 3 | 0,17 | 1,50 | 3,26 | 4,93 |
| CUB. 4 | 0,16 | 1,50 | 3,56 | 5,22 |
| CUB. 5 | 0,21 | 1,50 | 3,86 | 5,57 |
| CUB. 6 | 0,21 | 1,50 | 4,16 | 5,87 |
| CUB. 7 | 0,28 | 1,50 | 4,46 | 6,24 |
| PUENTE | 0,31 | 1,50 | 4,84 | 6,65 |

Se seleccionará el caso más desfavorable, el de mayor presión y por tanto el de la instalación de agua caliente, con una **presión de 6,65 bares**. La norma nos dice que se debe dimensionar la bomba con un 10% de margen tanto para el caso de la presión como del caudal necesario, teniendo finalmente:

$$Q = 1,1 \times 3,25 \frac{l}{s} = 3,575 \frac{l}{s} = 12,88 \frac{m^3}{h}$$

$$H = 1,1 \times 6,65 \text{ bar} = 7,31 \text{ bar}$$

Por último se seleccionará una bomba de la empresa Saci, modelo NKM-G 40-160/166/0.75/4, con las siguientes características:

| MODEL | DNA | DNM | A | B | E | F | G | H1 | H2 | L | M1 | M2 | N1 | N2 | S1 | W | X | Ø (mm) Mech. seal | PACKING DIMENSIONS | | | Vol. | Weight Kg |
|--------------------------|-----|-----|----|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|---|-----|-------------------------|--------------------|-----|-----|-------|--------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | A | B | H | | |
| NKM-G 40-160/153/ 0.55/4 | 65 | 40 | 80 | 50 | - | 234 | 253 | 132 | 160 | 226 | 100 | 70 | 240 | 190 | M10 | - | 100 | 28 | 620 | 370 | 480 | 0,110 | 48 |
| NKM-G 40-160/166/ 0.75/4 | 65 | 40 | 80 | 50 | - | 234 | 253 | 132 | 160 | 226 | 100 | 70 | 240 | 190 | M10 | - | 100 | 28 | 620 | 370 | 480 | 0,110 | 50 |

| MODEL | ELECTRICAL DATA | | | | | HYDRAULIC DATA | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------|-----------|---------------|------|---------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | MOTOR SIZE | Voltage | P2 Nominal | | In A | Q m³/h l/min | 0 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 |
| | | | kW | HP | | | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |
| NKM-G 40-160/153/ 0.55/4 | MEC 80 | 230/400 V | 0.55 | 0.75 | 2.8-1.6 | H (m) | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 6.7 | 5.5 | - | - |
| NKM-G 40-160/166/ 0.75/4 | MEC 80 | 230/400 V | 0.75 | 1 | 3.8-2.2 | H (m) | 9.2 | 9.2 | 9 | 8.4 | 7.4 | 5.7 | - |

Se muestra en el Anexo II como se distribuirá el sistema de agua dulce en el buque.

3.4 CALENTADORES DE AGUA

Para calcular la potencia de los calentadores de agua se utilizará la norma UNE-EN 15478-2. Los calentadores deberán de ser elegidos para calentar agua en menos de 2 horas. En la tabla A.6 tenemos los diferentes calentadores posibles:

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

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

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

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

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

Nuestro buque llevará a bordo 28 tripulantes, por lo que las características de los calentadores serán las siguientes:

| | |
|----------------------------------|------|
| Número de personas | 28 |
| Volumen del calentador, l | 1000 |
| Potencia del calentamiento, kW | 20 |
| Tiempo de calentamiento, min | 192 |
| Cantidad mezclada a 40º, l - 2 h | 1960 |
| Cantidad mezclada a 40º, l - 1 h | 2450 |

Se seleccionará la de mayor capacidad.

3.5 TANQUE DE PRESIÓN

Este tanque se utilizará para evitar la necesidad de poner en marcha continuamente la bomba, ya que, se comprimirá en él aire para poder tener una cierta cantidad de agua a presión para que con esto se pueda abastecer el sistema durante un tiempo de consumo dado.

La norma nos dice, en el apartado 8.2, que la frecuencia de puestas en marcha estará normalmente entre 6 y 8 funcionamientos por hora. Nosotros escogeremos 8 funcionamientos por hora.

También nos indica que la diferencia de presión entre la presión de corte y la de puesta en marcha de la bomba debe estar entre 1 y 2 bar. Nosotros escogeremos 1,5 bares.

Otro punto será que la pre-compresión deberá ser de 0,3 bar por debajo de la presión de corte de la bomba. Por tanto nuestra presión de apertura o puesta en marcha será de 7,31 bar y la presión de corte será de 1,5 bar, sumándolas obtenemos una presión de apertura de 8,81 bar.

Mediante el gráfico que se muestra a continuación se obtendrá la capacidad del tanque:

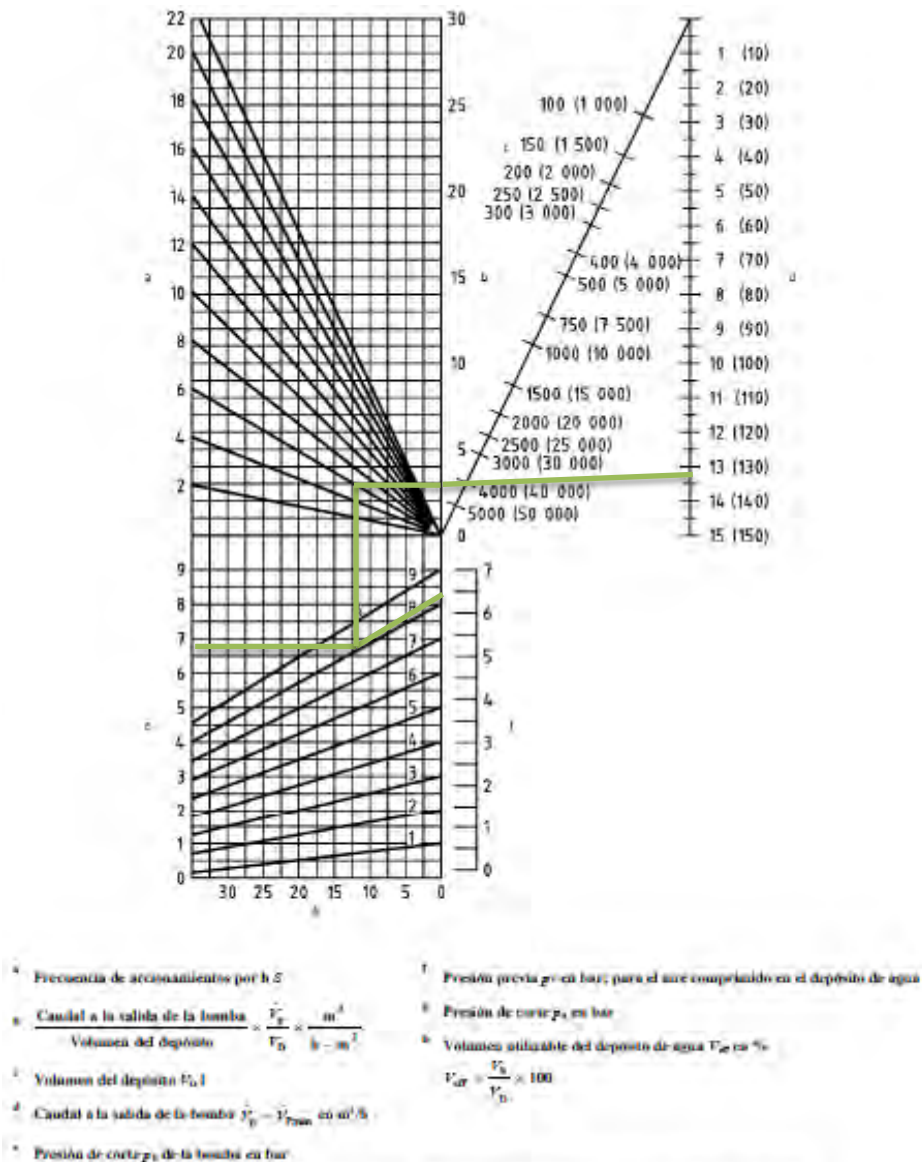


Fig. A.4 – Diagrama funcional para determinar el tamaño de los depósitos de agua

La entrada en esta gráfica se realizará de la siguiente manera:

1. Lo primero será entrar por el eje " e " con la presión de corte, 7,31 bar, y por el eje " f " con la presión de apertura final 8,81 bar.
2. Una vez obtenido el punto de corte entre ambas, se trazará una línea hasta el eje " a ", que se trata del número de funcionamientos por hora, es decir 8.
3. Una vez ahí, se traza una línea horizontal cara el eje " b ", que será la relación caudal/volumen.
4. Uniendo el punto que se obtiene en el eje " b " con el caudal marcado en el eje " d " obtenemos el volumen del tanque hidróforo en el eje " c ".
5. Además de este dato obtenemos también el volumen útil del depósito en % en el eje " h ".

Por tanto, los datos obtenidos son:

$$V_{TANQUE} = 3500 \text{ l}$$

$$V_{\acute{U}TIL} = 12\% = 420 \text{ l}$$

4 SISTEMA DE LASTRE

El sistema de lastre es el sistema que sirve para aumentar la estabilidad del buque cuando este navega sin carga o con poca carga.

El lastrado o deslastrado de buques trajo grandes problemas de tipo biológico debido a que los buques transportan agua en sus tanques de lastre de una zona a otra, llevado en ellas microorganismos que en algunos casos cavaron por ser una especie invasiva en el ecosistema en el que fueron finalmente depositados.

Debido a esto, se han implantado restricciones en cuanto al lastrado y deslastrado y se debe llevar a bordo un sistema de tratamiento de aguas de lastre para así poder eliminar los microorganismos tanto en lastrado como deslastrado, evitando así los problemas antes mencionados.

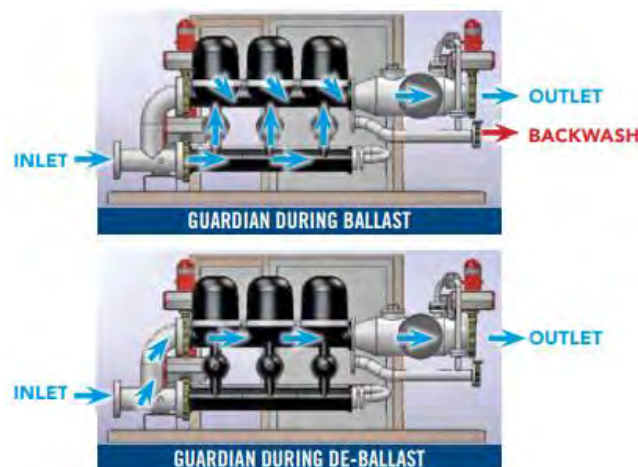
Para empezar, recordar que en el Cuaderno 4 se necesita una cantidad de lastre de 59.454 m^3 . Se establecerá que tanto el lastrado como el deslastrado se realizarán en un tiempo mínimo de 15 horas.

El caudal que necesario que tendrán que bombear las bombas será:

$$Q_{LASTRE} = \frac{59454}{15} = 3963 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Ahora tenemos que elegir el número de bombas y su potencia que necesitamos para garantizar ese caudal. Como diseñadores determinamos que serán 5 bombas las que instalaremos a bordo. Se podría disponer de un número menor de bombas y de mayor potencia pero sería un servicio menos flexible en caso de avería, limitando en esa situación el caudal total.

Por lo tanto cada bomba tendrá que ser capaz de bombear al menos $793 \text{ m}^3/\text{h}$ y trabajar a una presión adecuada.



Para calcular la altura que debe dar la bomba se utilizará la siguiente fórmula:

$$H = (P_2 - P_1) + \Delta H + P_{FRICCIÓN} + P_{ACCESORIOS}$$

Se realizarán tanto el caso de lastrado como el de deslastrado. Primero proponemos el caso del lastrado, cuando tenemos el calado mínimo y queremos lastrar el pique de proa. Los datos de este caso son los siguientes:

- z_1 , altura de la toma de mar = 0 m
- $z_2 = 20,63$ m
- $P_1 = \rho \times g \times T_{min} = 1,05$ bar
- $P_2 = \rho \times g \times h_{tanque} = 2,07$ bar
- $V_1 = 0$ m/s
- $V_2 = 4,4$ m/s

Ahora ya podremos calcular el diámetro del colector como:

$$A_{COLECTOR} = \frac{Q}{V} = \frac{793 \frac{m^3}{h}}{4,4 \frac{m}{s} \times 3600 s} = 0,05 m^2$$

$$d_{COLECTOR} = \sqrt{\frac{4 \times A_{COLECTOR}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,05}{\pi}} = 0,25 m = 252 mm$$

Se seleccionarán tuberías con un diámetro de 250 mm.

Para el cálculo de las pérdidas de carga, utilizaremos la fórmula de Hazen-Williams:

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

Tomando el coeficiente C como 120, el diámetro de 250 mm, la longitud será desde la bomba hasta el tanque de proa de 231 m aproximadamente y el caudal de 13217 l/min. Sustituyendo obtenemos unas pérdidas por fricción de:

$$P_{FRICCIÓN} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 250^{4,87}} \times 231 \times 13217^{1,85} = 1,75 bar$$

En cuanto a las pérdidas debidas a los accesorios se calcularán como sigue:

| ACCESORIO | DIÁMETRO, m | CANTIDAD | L, m |
|-------------------|-------------|----------|--------------|
| Válvula | 0,25 | 52 | 78,1 |
| Codo | 0,25 | 39 | 19,6 |
| Te | 0,25 | 52 | 30 |
| L TOTAL, m | | | 127,7 |

Al igual que en el caso anterior, los valores de C y d serán los mismos, mientras que la longitud será 128 m:

$$P_{ACC} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 250^{4,87}} \times 128 \times 13217^{1,85} = 0,97 \text{ bar}$$

Por último la variación de la presión estática entre el tramo de tubería vertical, la parte más alta del tanque a achicar:

$$P_{ESTÁTICA} = 0,098 \times L = 0,098 \times 20,63 = 2,02 \text{ bar}$$

Finalmente, una vez obtenida cada una de las presiones, podemos obtener la altura que dará la bomba:

$$H = (2,07 - 1,05) + 2,02 + 1,75 + 0,97 = 5,76 \text{ bar}$$

Una vez obtenido el caso del lastrado, continuamos con el caso del deslastrado. En este caso el peor momento será cuando estemos deslastrando el pique de proa y ya quede poca agua en el tanque, justo antes de que la bomba de achique entre en funcionamiento. Las condiciones serán las siguientes:

- $z_1 = 0,5 \text{ m}$
- $P_1 = \rho \times g \times z_1 = 0,5 \text{ bar}$
- $V_1 = 0 \text{ m/s}$
- $z_2 = 20,63 \text{ m}$
- $P_2 = \rho \times g \times h_{\text{tanque}} = 2,07 \text{ bar}$
- $V_2 = 4,4 \text{ m/s}$

Las pérdidas por fricción en tubería y accesorios y la presión estática serán las mismas que en el caso anterior, obteniendo:

$$H = (2,07 - 0,5) + 2,02 + 1,75 + 0,97 = 6,31 \text{ bar}$$

Como se puede observar, el peor de los casos será el deslastrado. Con los datos obtenidos obtendremos la potencia necesaria que tendrá que dar cada una de las bombas.

Optaremos por la instalación de un equipo Hyde GUARDIAN, de la marca Hyde Marine. Para cada una de las bombas de lastre debemos disponer de un sistema HG800, dándonos un caudal de 800 m³/h con una potencia nominal de 53 kW y máxima de 75 kW. Se muestra en el Anexo III un esquema de este sistema.

| Hyde GUARDIAN [®] UV POWER CONSUMPTION | | |
|---|----------------------------------|----------------------------|
| STANDARD MODEL | CAPACITY M ³ /H (GPM) | POWER (KW) NOMINAL/MAXIMUM |
| HG60 | 60 (264) | 10/15 |
| HG100 | 100 (440) | 10/15 |
| HG150 | 150 (660) | 10/15 |
| HG200 | 200 (880) | 18/25 |
| HG250 | 250 (1100) | 18/25 |
| HG300 | 300 (1320) | 24/34 |
| HG350 | 350 (1540) | 36/50 |
| HG450 | 450 (1980) | 36/50 |
| HG500 | 500 (2200) | 36/50 |
| HG600 | 600 (2640) | 36/50 |
| HG700 | 700 (3080) | 53/75 |
| HG800 | 800 (3520) | 53/75 |
| HG900 | 900 (3960) | 53/75 |
| HG1000 | 1000 (4400) | 53/75 |
| HG1250 | 1250 (5500) | 78/114 |
| HG1350 | 1350 (5940) | 78/114 |
| HG1488 | 1488 (6550) | 78/114 |
| HG1600 | 1600 (7040) | 106/150 |
| HG2000 | 2000 (8800) | 106/150 |
| HG2500 | 2500 (11000) | 156/228 |
| HG2975 | 2975 (13090) | 156/228 |
| HG3000 | 3000 (13200) | 159/225 |
| HG4000 | 4000 (17600) | 234/342 |
| HG5000 | 5000 (22000) | 312/456 |
| HG6000 | 6000 (26400) | 390/570 |

5 SISTEMA DE ACHIQUE Y SENTINAS

El SOLAS establece como necesario un sistema de achique que permita bombear y agotar cualquier compartimiento estanco distinto de un espacio permanentemente destinado a llevar agua dulce, agua de lastre, combustible líquido o carga líquida.

Según el procedimiento de cálculo que especifica el SOLAS, *Capítulo II-1, Regla 35-1 Medios de bombeo de aguas de sentina*, lo primero será determinar el diámetro del colector mediante la siguiente fórmula:

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

donde L y B son la eslora y manga del buque, en metros, y D el puntal de trazado del buque medido hasta la cubierta de cierre, también en metros. Se obtiene por tanto un valor del diámetro del colector de:

$$d = 25 + 1,68 \times \sqrt{318,4 \times (44,23 + 26,41)} = \mathbf{277 \text{ mm}}$$

Se seleccionarán tuberías con un diámetro de 250 mm.

Calculado el diámetro del colector se estimará el valor del caudal de las bombas, que siguiendo el SOLAS, establece que el número mínimo de bombas a instalar serán tres de carácter motorizado.

La capacidad de estas bombas vendrá dada por la velocidad a la que debe de bombear agua al colector, velocidad que no debe ser inferior a 2 m/s según el SOLAS pero que marcaremos en, aproximadamente 2,5 m/s. El caudal de las bombas se puede calcular a través de la sección del colector y la velocidad de impulsión del agua en el colector como sigue:

$$Q = v \times \frac{\pi \times d^2}{4} = 2,5 \times \frac{\pi \times 0,25^2}{4} = 0,12 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{442 \text{ m}^3/\text{h}}$$

En cámara de máquinas, la aspiración de los pozos debe ir directamente a la bomba, sin parar por el colector. De la bomba, pasarán por el separador de sentinas antes de su expulsión al mar.

Para calcular a altura que tendrá que dar la bomba utilizaremos la siguiente ecuación, ya utilizada anteriormente:

$$H = (P_2 - P_1) + P_{ESTÁTICA} + P_{FRICCIÓN} + P_{ACCESORIOS}$$

El primer término hace referencia a la diferencia de presiones entre la zona de aspiración y el punto que tomaremos como desagüe. Los otros términos serán: la presión estática, y las pérdidas de carga por fricción, utilizadas en otros apartados.

El peor caso que encontraremos para su achique será la bodega más a proa del buque.

- $z_1 = 0,75 \text{ m}$
- $z_2 = 23,28 \text{ m}$
- $P_1 = 0 \text{ bar}$
- $P_2 = \rho \times g \times h_{tanque} = 2,34 \text{ bar}$
- $V_1 = 0 \text{ m/s}$
- $V_2 = 2,5 \text{ m/s}$

Para el cálculo tanto de las pérdidas utilizaremos la fórmula de Hazen-Williams:

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

Tomando el coeficiente C como 120, el diámetro de 250 mm, la longitud será desde la bomba hasta el tanque de proa de 220 m y el caudal de 7363 l/min. Sustituyendo obtenemos unas pérdidas por fricción de:

$$P_{FRICCIÓN} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 250^{4,87}} \times 220 \times 7363^{1,85} = 0,56 \text{ bar}$$

En cuanto a las pérdidas debidas a los accesorios se calcularán como sigue:

| ACCESORIO | DIÁMETRO, m | CANTIDAD | L, m |
|-------------------|-------------|----------|-------------|
| Válvula | 0,25 | 29 | 8,7 |
| Codo | 0,25 | 24 | 36 |
| Te | 0,25 | 18 | 9 |
| L TOTAL, m | | | 53,7 |

Al igual que en el caso anterior, los valores de C y d serán los mismos, mientras que la longitud será la calculada anteriormente, 54 m:

$$P_{ACC} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 250^{4,87}} \times 54 \times 7363^{1,85} = 0,14 \text{ bar}$$

Por último la variación de la presión estática entre el tramo de tubería vertical, la parte más alta del tanque a achicar:

$$P_{ESTÁTICA} = 0,098 \times L = 0,098 \times 23,28 = 2,28 \text{ bar}$$

Finalmente, una vez obtenida cada una de las presiones, podemos obtener la altura que dará la bomba:

$$H = (2,34 - 0) + 2,28 + 0,56 + 0,14 = 5,32 \text{ bar}$$

Como tenemos dos bombas se dividirá el caudal a la mitad, manteniendo la altura para ambas. Buscamos en el catálogo de bombas Saci, el modelo KDN 100-250:

| MODEL | η max 1450 min ⁻¹ | | η max 2900 min ⁻¹ | | Flange dimensions | | Pump dimensions | | | | Support dimensions | | | | | Holes for bolts | | Shaft end | | X | WEIGHT Kg | |
|--------------------|---------------------------------|--------|---------------------------------|--------|----------------------|-----|-----------------|---|-----|----|--------------------|----|----|-----|-----|--------------------|----|-----------|---|---|--------------|-----|
| | Q m ³ /h | H m | Q m ³ /h | H m | DNA | DNM | A | F | H1 | H2 | B | M1 | M2 | N1 | N2 | W | S1 | S2 | D | | | L |
| KDN 100-250 | 159 | 21,8 | 313 | 87 | | | 140 | | 225 | | | | | 400 | 315 | | | | | | | 111 |

| MODEL | Power (kW) | | MOTOR SIZE | Supply voltage 50 Hz | I nom (A) | Flange dimens. (mm) | | Unit dimensions (mm) | | | | | | | | | | | Standard coupling | | Spacer coupling | | REF | |
|--------------------|---------------|------------|---------------|----------------------------|--------------|------------------------|-----|----------------------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|----------------------|------|--------------------|------|------|------|
| | 4 poles | 2 poles | | | | DNA | DNM | A | A2 | H2 | H | H3 | L1 | L3 | B2 | B3 | D | L | Weight Kg | L | Weight Kg | | | |
| KDN 100-250 | 5.5 | - | MEC 132S | 400V ∅ | 10,6 | 125 | 100 | 140 | 90 | 280 | 80 | 305 | 1250 | 840 | 540 | 490 | 24 | 1129 | 241 | 1269 | 246 | 6 | | |
| | 7.5 | - | MEC 132M | 400V ∅ | 14,4 | | | | | | | | | | | | | | 250 | | 255 | 6 | | |
| | 11 | - | MEC 160M | 400V ∅ | 20,8 | | | | | | | | | | | | | | 1239 | 292 | 1379 | 270 | 6 | |
| | 15 | - | MEC 160L | 400V ∅ | 27 | | | | | | 100 | 325 | 1400 | 940 | 610 | 550 | 28 | 1284 | 300 | 1424 | 308 | 7 | | |
| | 18.5 | - | MEC 180M | 400V ∅ | 33 | | | | | | | | | | | | | | 1314 | 578 | 1454 | 329 | 7 | |
| | - | 45 | MEC 225M | 400V ∅ | 78 | | | | | | | | 1600 | 1060 | 660 | 600 | | | 1449 | 696 | 1589 | 583 | 8 | |
| | - | 55 | MEC 250M | 400V ∅ | 94,5 | | | | | | | | | | | | | | 1559 | 696 | 1699 | 678 | 8 | |
| | - | 75 | MEC 280S | 400V ∅ | 128 | | | | | | | | 380 | 1800 | 1200 | 730 | 670 | | | 1584 | 850 | 1724 | 828 | 9 |
| | - | 90 | MEC 280M | 400V ∅ | 160 | | | | | | | | | | | | | | | 1634 | 670 | 1774 | 888 | 9 |
| | - | 110 | MEC 315S | 400V ∅ | 188 | | | | | | | | 120 | 435 | 2000 | 1340 | 910 | 830 | | | 1959 | 1120 | 2099 | 1008 |

6 SISTEMAS DE VENTILACIÓN DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS

En cuanto al servicio de ventilación de la cámara de máquinas, este se encargará de suministrar el aire necesario al interior de la cámara de máquinas.

Para su cálculo es necesario utilizar la norma UNE-EN ISO 8861, en donde encontramos los calores generados en la cámara de máquinas y los distintos flujos de entrada y salida de calor.

Con la siguiente fórmula se obtiene el flujo de aire que ha de entrar en cámara de máquinas, tomando el mayor valor de los siguientes:

$$Q_t = q_c + q_h$$

$$Q_t = 1,5 \times q_c$$

Lo primero será calcular el flujo de aire necesario para la combustión:

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

El flujo de aire necesario para la combustión del motor principal y se realizará mediante la siguiente fórmula:

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

siendo:

- P_{dp} , la potencia normalizada de servicio del motor de propulsión principal a máxima potencia, kW.
- m_{ad} , el aire necesario para la combustión del motor, tomando 0,0023 kg/(kW·s).

Obteniendo que para el funcionamiento del motor principal serán necesarios:

$$q_{dp} = 115,30 \text{ m}^3/\text{s}$$

El flujo de aire necesario para la combustión de los motores diésel de los generadores y se realizará mediante la siguiente fórmula:

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

siendo:

- P_{dg} , la potencia normalizada de servicio de los motores diésel de los generadores a máxima potencia, kW. (4 x 2800 kW)

- m_{ad} , el aire necesario para la combustión del motor, tomando 0,0023 kg/(kW·s).

$$q_{dg} = 27,80 \text{ m}^3/\text{s}$$

El flujo de aire para la combustión de calderas y calentadores de fluido térmico en m³/s.

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

siendo:

- m_s , capacidad de vapor total de la caldera, 1,8056 kg/s.
- m_{fs} , consumo de combustible, 0,077 kg/kg.
- m_{af} , aire necesario para la combustión, 15,7 kg/kg.

$$q_b = 1,93 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo que el flujo necesario para la combustión, q_c , será:

$$q_c = 145,03 \text{ m}^3/\text{s}$$

Una vez calculado, lo siguiente será calcular el flujo de aire necesario para la disipación del calor del interior de la cámara de máquinas, utilizando la siguiente fórmula:

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

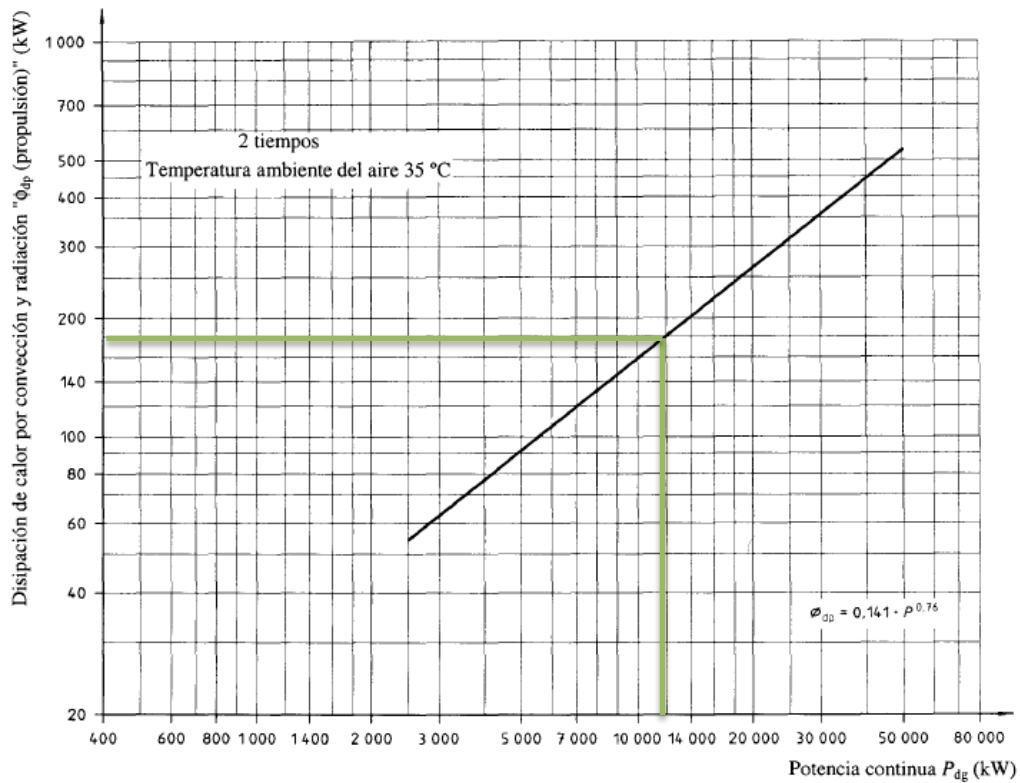
En el numerador se encuentran las diferentes emisiones de calor del motor y sistemas de la cámara de máquinas.

- ϕ_{dp} , emisión de calor del motor diésel de propulsión principal: según la Project Guide se tomará como un 1% de la potencia nominal del motor.
- ϕ_{dg} , emisión de calor del motor diésel del generador.

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

siendo:

- Δh_d , la pérdida de calor de los motores diésel. Se utilizará para su cálculo la gráfica del apartado 7.1 de la norma:



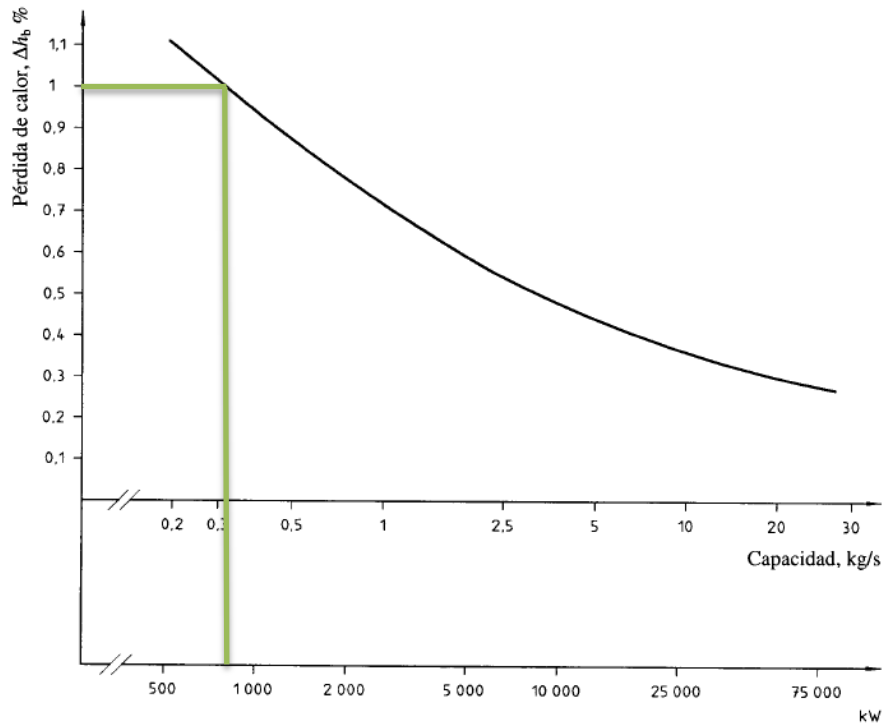
Obteniendo un: $\phi_{dg} = 180$.

- ϕ_b , emisión de calor de las calderas y los calentadores de fluido térmico:

$$\phi_b = Q \times B_1 \times \frac{\Delta h_b}{100}$$

donde:

- Q , es el máximo rendimiento continuo del calentador de fluido térmico o de la caldera en kW.
- B_1 , es una constante que se aplica a la ubicación de la caldera.
- Δh_b , es la pérdida de calor de la caldera. Se utilizará para su cálculo la gráfica del apartado 7.2:



$$\phi_b = 730 \times 0,1 \times \frac{1}{100} = 0,73$$

- ϕ_g , emisión de calor del generador eléctrico.

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

Se tomará una potencia de los generadores P_g de 4 x 2800 kW y se tomará un rendimiento del generador del 94% según la norma.

$$\phi_g = 672 \text{ kW}$$

- ϕ_{el} , emisión de calor de las instalaciones eléctricas.

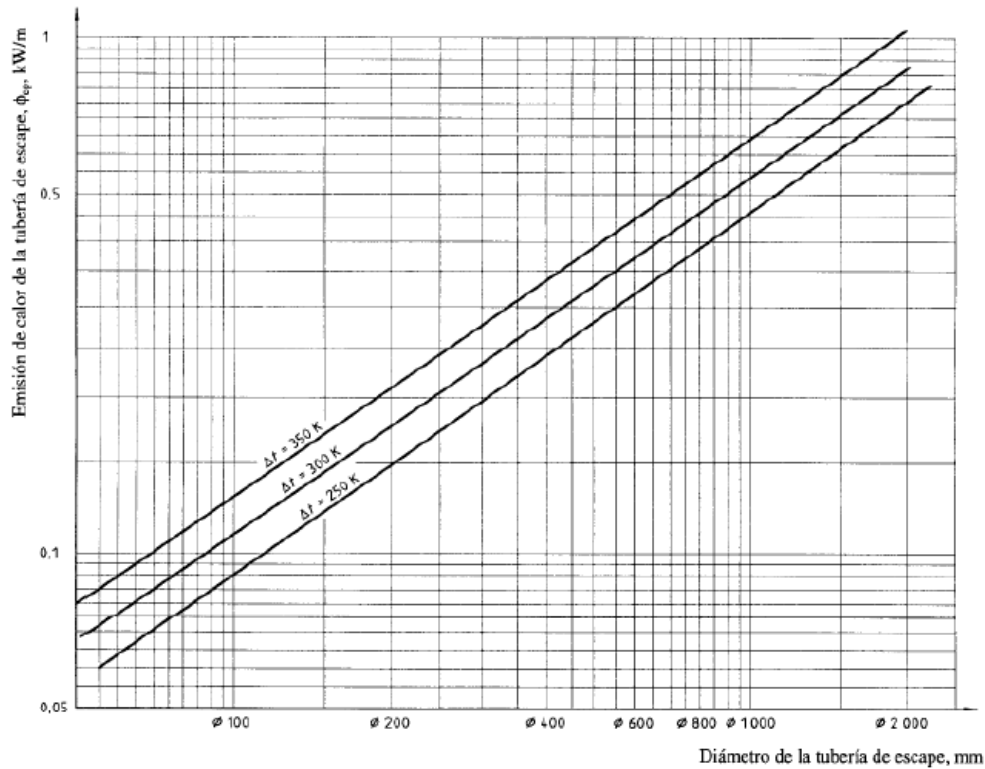
Se toma este valor como el 20% de la potencia del régimen del equipo eléctrico:

$$\phi_{el} = 0,20 \times \phi_g = 134,4 \text{ kW}$$

- ϕ_{ep} , emisión de calor de las tuberías de escape.

En este caso se tomará según la Project Guide un diámetro de la tubería de 2,6 m, con un $\Delta T = 250K$ para motores de dos tiempos, obteniendo con la gráfica del apartado 7.3:

$$\phi_{ep} = 0,85 \times \text{longitud tub. escape}$$



Multiplicando este valor por la longitud de las tuberías de escape desde la cámara de máquinas, aproximadamente unos 10 m, se obtiene:

$$\phi_{ep} = 8,5$$

- ϕ_o , emisión de calor de otros componentes.

Emisión de calor de otros componentes, como compresores, reductoras, etc. La aportación de este término se estima según la norma entorno al 5% de la suma del resto de emisiones.

$$\phi_o = 0,05 \times \phi = 0,05 \times 1682 = 84$$

$$q_h = \frac{686,4 + 180 + 0,73 + 672 + 134,4 + 8,5 + 84}{1,13 \times 1,01 \times 12,5} - 0,4 \times (115,30 + 27,80) - 1,93$$

$$q_h = 64,62 \text{ m}^3/\text{s}$$

De esta manera se obtiene el caudal de aire que ha de entrar en cámara de máquinas, siendo:

$$Q_t = q_c + q_h = 145,03 + 64,62 = 209,65 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_t = 1,5 \times 145,03 = 217,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.1 SELECCIÓN VENTILADORES

Para garantizar el consumo de aire de las unidades, se instalarán 10 ventiladores, uno de ellos de reserva. Cada uno proporcionará un 10% del caudal necesario total, 78300 m³/h aproximadamente. Los ventiladores serán axiales con presiones de trabajos entre 60 y 70 m.c.a.

El modelo escogido será AXITUB SOLID 4-1250T 24-9, de 88800 m³/h y una potencia de 18,5 kW.

Para la extracción se colocan 3 ventiladores más uno de reserva, con un caudal del 30% necesario para la evacuación del calor emitido por los equipos. Cada ventilador tendrá un caudal de 58725 m³/h.

El modelo escogido será AXITUB SOLID 4-1000T 34-6, con una capacidad de 68500 m³/h y una potencia de 11 kW.



7 VENTILACIÓN EN ESPACIOS DE CARGAS

En el Cuaderno 11 se han determinado las necesidades de ventilación en espacios de cargas, obteniendo los siguientes resultados:

| VENTILADOR | VOLUMEN, m ³ | CAUDAL, m ³ /h | UNIDADES | MODELO | CAPACIDAD, m ³ /h | AMPERIOS | POTENCIA, kW |
|------------|----------------------------|------------------------------|----------|-----------------------------------|---------------------------------|----------|-----------------|
| Bodega 1 | 5921 | 59214 | 1 | AXITUB SOLID 4-900T 45-12 | 60820 | 37 | 18,5 |
| Bodega 2 | 6886 | 68862 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1000T 34-9 | 72000 | 22,6 | 11 |
| Bodega 3 | 8186 | 81856 | 1 | AXITUB SOLID 4-100T 45-4 | 83900 | 31 | 15 |
| Bodega 4 | 9820 | 98197 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1250T 30-12 | 104000 | 58 | 30 |
| Bodega 5 | 12753 | 127533 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1250T 34-12 | 130000 | 75 | 37 |
| Bodega 6 | 13088 | 130880 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1250T 34-9 | 131600 | 58 | 30 |
| Bodega 7 | 13088 | 130880 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1250T 34-9 | 131600 | 58 | 30 |
| Bodega 8 | 13088 | 130880 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1250T 34-9 | 131600 | 58 | 30 |
| Bodega 9 | 13088 | 130880 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1250T 34-9 | 131600 | 58 | 30 |
| Bodega 10 | 13088 | 130880 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1250T 34-9 | 131600 | 58 | 30 |
| Bodega 11 | 13088 | 130880 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1250T 34-9 | 131600 | 58 | 30 |
| Bodega 12 | 12251 | 122513 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1250T 34-4 | 127500 | 43 | 22 |
| Bodega 13 | 11917 | 119167 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1250T 34-4 | 127500 | 43 | 22 |
| Bodega 14 | 10913 | 109127 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1250T 30-6 | 115600 | 43 | 22 |
| Bodega 15 | 9487 | 94869 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1250T 30-12 | 104000 | 58 | 30 |
| Bodega 16 | 7533 | 75326 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1000T 40-9 | 76200 | 37 | 18,5 |
| Bodega 17 | 5898 | 58978 | 1 | AXITUB SOLID 4- 1000T 34-12 | 59851 | 31 | 15 |
| Bodega 18 | 3442 | 34417 | 1 | AXITUB SOLID 4-900T 30-9 | 38600 | 16,9 | 7,5 |
| Bodega 19 | 2849 | 28488 | 1 | AXITUB SOLID 4-800T 34-9 | 30000 | 12,14 | 5,5 |

8 HÉLICE DE PROA

El cálculo de la potencia requerida por el propulsor de proa se realizará siguiendo el libro “El proyecto básico del buque mercante” de Ricardo Alvarino, Juan José Azpiroz y Manuel Meizoso.

El empuje necesario que deberá proporcionar dependerá del área lateral proyectada, tanto de la obra viva como de la obra muerta del buque, incluyendo los contenedores dependiendo de la condición de carga en la que se encuentre.

Los valores medios recomendados para buques de carga son los siguientes:

| Tipo de buque | Kg/m2 de obra viva | Kg/m2 de obra muerta |
|--------------------|--------------------|----------------------|
| Ferry y Pasaje | 9 a 14 | 4 a 8 |
| Carga, remolcador | 6 a 9 | 4 a 8 |
| Petrol., Granelero | 5 a 7 | 3 a 6 |
| Dragas | 9 a 12 | 4 a 8 |

Para la obra viva se considera 7,5 kg/m² y para la obra muerta 6 kg/m². La condición más desfavorable será la de plena carga:

| | K, kg/m ² | Área máxima carga consumos 100%, m ² | Área máxima carga consumos 10%, m ² | Empujes máximos, kg |
|-------------|----------------------|---|--|---------------------|
| OBRA MUERTA | 6 | 7005 | 7253 | 43516 |
| OBRA VIVA | 7,5 | 5838 | 5590 | 43785 |

Se adoptará el mayor de los dos valores del empuje obtenidos de esta tabla, 43.785 kg. Los empujadores de hélice en un túnel transversal tienen un valor medio de 11 kg/hp, por lo tanto, la potencia necesaria del motor de accionamiento será de 3.980 hp, 2.967 kW.

Seleccionaremos, tras buscar en diferentes catálogos, un empujador transversal Kawasaki modelo KT-255B5 de 3.000 kW. Se encuentra el catálogo del mismo en el Cuaderno 2.

9 EQUIPO DE FONDA Y HOTEL

▪ *EQUIPO DE COCINA Y OFICIOS*

Se dispondrá de los siguientes equipos de cocina:

- Dos fregaderos de acero inoxidable, con dos senos, escurridores laterales, así como servicio de agua dulce fría y caliente.
- Mesas de trabajos.
- Cocina industrial equipada con seis fuegos, cada uno de ellos de 6 kW.
- Una freidora. Incluirá equipo de extinción de acuerdo con las reglas si fuese necesario.
- Dos cafeteras eléctricas con brazo de doble salida. Además de las dos cafeteras mencionadas encontraremos otras 8 cafeteras de este tipo repartidas en las diferentes salas de estar y el comedor.
- Dos lavavajillas industriales.
- Dos frigoríficos de 895 litros de capacidad.
- Cuatro microondas.

▪ *GAMBUZAS*

En la cubierta principal se disponen los espacios destinados a gambuza seca y gambuza refrigerada.

La gambuza seca dispondrá de:

- Estantes, alacenas, barras y ganchos para víveres.
- Un patatero con panas desmontables.

Tendrá una superficie de 8,14 m².

La gambuza frigorífica constará de tres cámaras:

- Una cámara de carne y congelados, a -25 °C, con una superficie de 8,14 m².
- Una cámara de pescado a -25 °C, con una superficie de 8,14 m².
- Una cámara de frutas, verduras y lácteos a +2 °C, con una superficie de 8,14 m².

Cada cámara tendrá su tipo de aislamiento y espesor, de acuerdo con el servicio.

Las puertas de las cámaras refrigeradas serán de construcción robusta y con bisagras especialmente reforzadas contra los golpes a que puedan estar sometidas las puertas, tal y como es necesario en los buques, tendrán retenedores y topes. Las cámaras tendrán regulación termostática con sus grupos de frío incorporados a ellos. La zona de los serpentines de condensación, será ventilada mediante electroventiladores, con el flujo dirigido a los serpentines.

En la cocina se instalarán alarmas que indiquen una subida de temperatura en las cámaras, por encima de la de funcionamiento, así como hombre encerrado en las cámaras. La alarma de hombre encerrado en cámara tendrá una repetición en el puente de gobierno. Cada cámara tendrá lectura local de la temperatura y medios de desescarche automáticos. Los goteos precedentes del desescarche, serán conducidos a un imbornal.

▪ *EQUIPO DE LAVANDERÍA*

Para servicio del buque se dispondrá una lavandería constituida por los siguientes elementos:

- Dos lavadoras industriales, Fagor Industrial LN-25 TP E 28 Kg.
- Dos secadoras, Fagor PD-10 INOX 10 Kg.
- Dos planchas, Philips GC4881/20 2800W.
- Un fregadero de acero inoxidable.
- Estanterías, contorneando el local.
- Armario para utensilios de lavado.

Este local dispondrá de agua dulce fría y caliente, así como de ganchos y tendederos.

10 MEDIOS DE CARGA Y DESCARGA

El buque proyecto dispone de 10 bodegas, cada una de ellas con dos filas de contenedores, equipadas con guías celulares que permiten la estiba de contenedores de 20 y 40 pies. Las brazolas tienen una altura de 2,3 metros y sobre ellas se disponen tapas de escotillas tipo PONTÓN.

No dispondrá de medios de transferencia de la carga propios pero si de una grúa para suministros y de los medios para izar los botes de rescate.

10.1 ESCOTILLAS

Este tipo de buques tienen gran parte de la cubierta destinada a albergar dispositivos de acceso de la carga, llegando incluso a prescindir de ella, debido a la naturaleza de su carga.

El dimensionamiento de estos se hace en base a las medidas estándar de la carga e influirá por lo tanto en la eslora, manga y puntal, además de a la configuración de las bodegas y de sus escotillas de acceso.

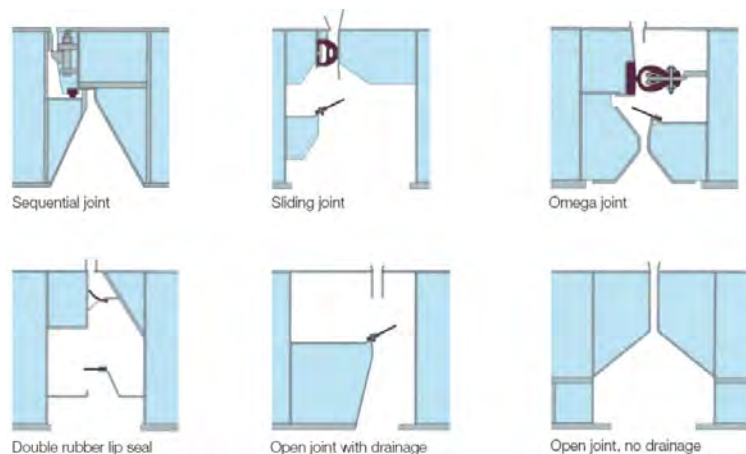
Como es habitual en este tipo de buques, dispone de escotillas tipo PONTÓN. Las escotillas tipo pontón se construyen con una chapa con refuerzos soldados.

Las tapas de escotilla se dividen en dos grupos:

- Single – panel, sólo hay una tapa para cada abertura. Normalmente se emplean en bulkcarriers y en ciertas configuraciones de portacontenedores.
- Multi – panel, donde cada tapa de escotilla está formada por varios paneles. Se emplean en portacontenedores, buques multipropósito y otros.

El buque proyecto podrá transportar sobre cubierta un máximo de 17 TEU's, teniendo la escotilla una manga de 39,45 metros.

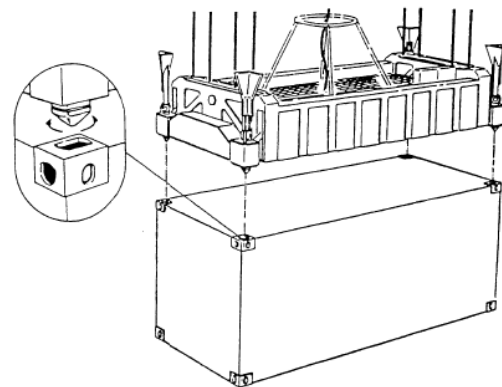
Dependiendo de la configuración y de si las tapas deben ser estancas o no, se disponen de diferentes sistemas para conseguir la estanqueidad requerida:



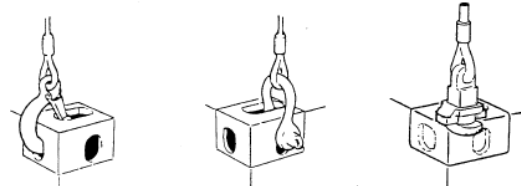
Este tipo de escotillas deben ser aptas para trabajar con condiciones de 2º de asiento y 5º de escora. El manejo de las mismas será con las propias grúas de la terminal de carga/descarga.

En su dimensionamiento y escantillonado debe tenerse en cuenta, además de la carga uniforme exigida por el *Convenio de Líneas de Carga*, las cargas locales que transmiten los contenedores, incluidas las debidas a las aceleraciones a que está sometido el buque en navegación.

En una fase inicial se podrá considerar un peso por pontona de 0,20 t/m², según el libro "*El Proyecto Básico del Buque Mercante*", de Ricardo Alvariño, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso.



Diferentes sistemas de enganchar las cantoneras



Los elementos para el movimiento de las tapas de escotilla serán los mismos que para los contenedores, de manera que también dispondrán de unidades de esquina para el manejo con "spreader".

En cuanto a las brazolas tienen una altura de 2,3 metros sobre la cubierta principal. El *Convenio Internacional de Líneas de Carga*, define una altura mínima de brazola para emplazamientos de clase 1 de 600 mm. Los metros disponibles permiten además de una altura más de contenedores en bodega dejar margen suficiente para la flexión de las tapas de escotilla.

10.2 DISPOSITIVOS DE ESTIBA Y MEDIOS DE TRINCAJE

Existen dos procedimientos bien diferenciados de estiba de los contenedores en los buques, con sistema de filosofía vertical:

- Mediante guías celulares. Las guías son un conjunto de pilares o puntales que forman celdas del tamaño en planta del contenedor que permiten apilar en cada celda, sin trincado adicional, varias alturas de contenedores.
- Sin guías celulares. En este caso los contenedores se colocan agrupados en paquetes, trincados con diversos herrajes que garanticen la resistencia a los movimientos del buque.

De cualquier modo los contenedores deben estar convenientemente trincados mediante sistemas fijos o desmontables, para que no se produzca ningún desplazamiento. Así mismo, la estructura del buque debe soportar las cargas transmitidas por estos sistemas de trincaje.

10.2.1 EN BODEGA: GUÍAS CELULARES

Para la estiba de los contenedores en bodega se dispondrá una estructura celular que dará capacidad para transportar tanto TEU's como FEU's. Las holguras entre contenedores y guías no pueden ser superiores a 25 mm y 40 mm en las direcciones transversal y longitudinal, respectivamente.

Estas guías tienen el siguiente objetivo:

- Absorber y transmitir a la estructura que las rodea las cargas horizontales debidas a los movimientos del buque en la mar.
- Apoyar cada contenedor sobre el inmediatamente inferior dentro de las tolerancias de excentricidad admitidas.
- Facilitar la estiba y desestiba de los contenedores, incluso con escoras o cuando la grúa no esté perfectamente centrada sobre la celda.



La instalación de dichas guías estará coordinada con la disposición de la estructura en el fondo de la bodega, teniendo en cuenta que estas irán sobre los refuerzos longitudinales correspondientes bajo dicho fondo.

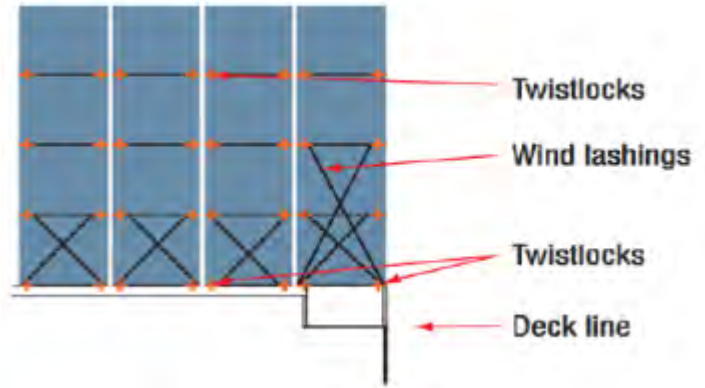
10.2.2 SOBRE CUBIERTA: EQUIPO DE ESTIBA

Sobre los costados de la cubierta principal, se levantan pedestales que sirven de soporte a las filas de containers situados a los costados, estos pedestales irán a la misma altura que las tapas pontonas y deben soportar las mismas cargas puntuales para las que hayan sido dimensionadas las tapas de escotilla.

Para realizar la de estiba de los contenedores se utilizan una serie se elementos que se clasifican en equipo de estiba fijo y equipo de estiba móvil.

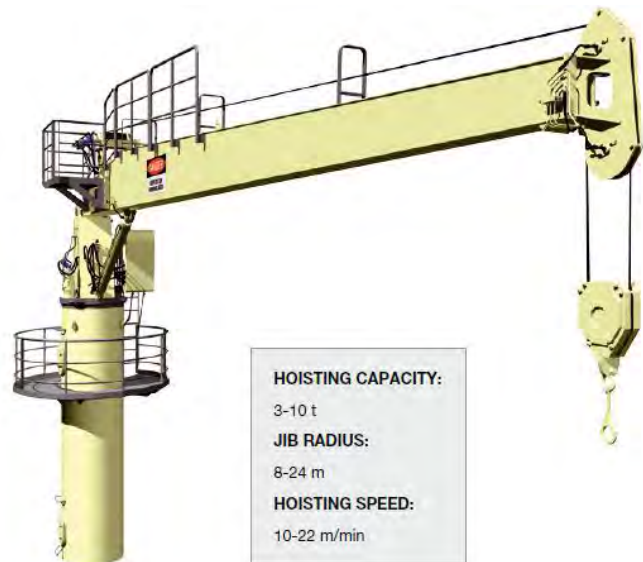
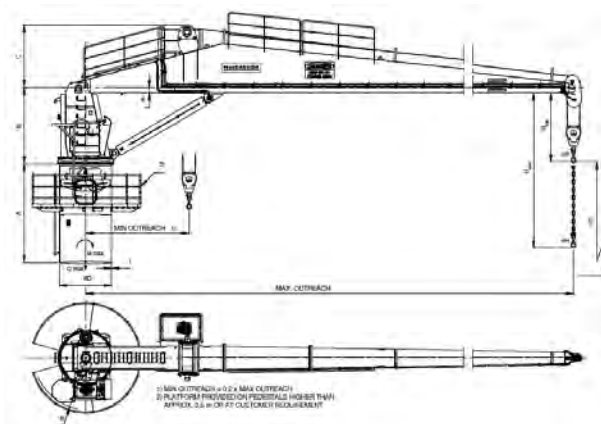
El equipo de estiba fijo, son todos aquellos elementos utilizados para la estiba de los contenedores y que están fijados al buque, normalmente mediante soldadura: pie de elefante, argollas...

El equipo de estiba móvil, son aquellos elementos utilizados para la estiba de los contenedores y que no están fijados al buque: cono simple, doble y macho, twistlock, trincas de barra, pernos de bloqueo y anclaje...



10.3 SISTEMAS DE TRANSFERENCIA DE LA CARGA

El buque proyecto no dispone de medios propios de transferencia de la carga pero se han instalado dos grúas de servicio, una a cada costado, para provisiones. Cada una de ellas tendrá una capacidad de 3 toneladas, una potencia de 18 kW y serán de la casa MacGREGOR.



11 SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

El sistema de aire acondicionado tiene por objetivo mantener unas condiciones de confort adecuadas tanto en invierno como en verano a bordo, a través de la circulación de aire a una temperatura adecuada.

Para el cálculo de este sistema, se seguirán las indicaciones de la norma UNE-EN ISO 7547. La norma especifica que el aporte de aire será el mínimo necesario para garantizar que:

- En verano, el interior este a 27°C y 50% de humedad relativa. El exterior será de 37°C y 70% de humedad relativa.
- En invierno, el interior este a 22°C, con el exterior a -20°C y 50% de humedad relativa. El exterior será de 37°C y 70% de humedad relativa.
- Como mínimo, 0,008 m³/s por persona para la que esta dimensionado el espacio.

En cuanto a la ocupación de los distintos locales se establecerá lo siguiente:

- A. Cabinas: El máximo número de personas para el que se ha diseñado la cabina.
- B. Espacios públicos tales como salones, comedores de tripulación o pasaje y salas de recreo:
 - Una persona por cada 2 m² de superficie del suelo para los salones.
 - Una persona por cada 1,5 m² de superficie del suelo para los comedores de tripulación y pasaje.
 - Una persona por cada 5 m² de superficie del suelo para las salas de recreo.
- C. Despachos del capitán y del jefe de máquinas: Cuatro personas.
- D. Otros despachos privados: Tres personas.
- E. Hospital: El número de camas más dos.
- F. Gimnasio, sala de juegos: Cuatro personas.
- G. Sala de primeros auxilios: Dos personas.
- H. Oficinas: Dos personas.

Dicho esto, pasaremos a calcular la transmisión de calor utilizando la siguiente fórmula:

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

donde,

- ΔT es la diferencia de temperatura del aire, K.
- k_v es el coeficiente de transmisión térmica de una determinada división, W/m²K.
- A_v es el área de la división mencionada anteriormente en m², excluyendo los portillos laterales y las ventanas rectangulares.
- k_g es el coeficiente de transmisión térmica de una determinada división, W/m²K.
- A_g es el área de la división mencionada anteriormente en m², de portillos laterales y las ventanas rectangulares.

Las diferencias de temperatura entre espacios interiores contiguos, ΔT , se muestran en la siguiente tabla:

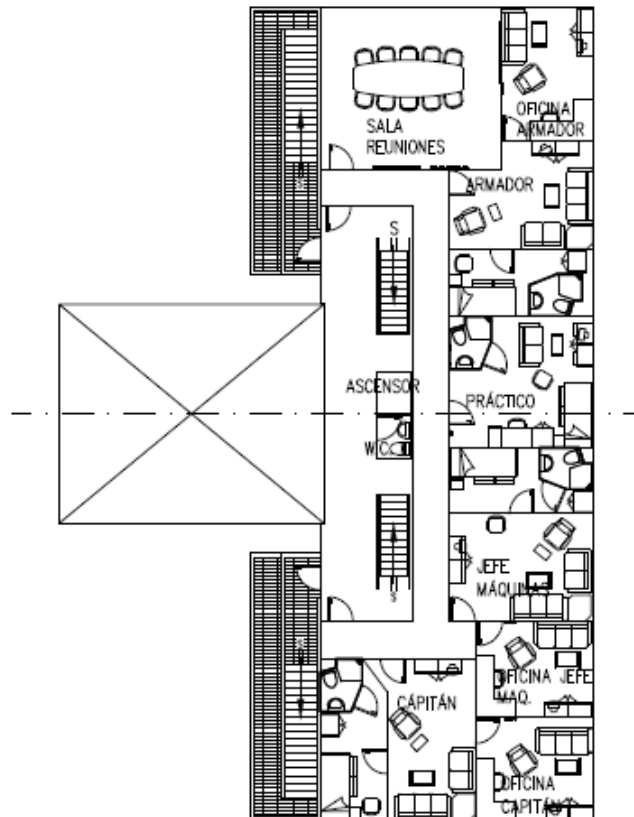
| Cubierta o mamparo | ΔT , K | |
|--|----------------|----------|
| | Verano | Invierno |
| Cubierta contigua a un tanque con calefacción | 43 | 17 |
| Cubierta con un mamparo contiguo a una cámara de calderas | 28 | |
| Cubierta y mamparo contiguos a una sala de máquinas y a una galería sin aire acondicionado | 18 | |
| Cubierta y mamparo contiguos a tanques sin calefacción, espacios de carga y equivalentes | 13 | 42 |
| Cubierta y mamparo contiguos a una lavandería | 11 | 17 |
| Cubierta y mamparo contiguos a locales sanitarios públicos | 6 | 0 |
| Cubierta y mamparo contiguos a locales sanitarios privados | | |
| a) con alguna parte contigua a superficies exteriores expuestas | 2 | 0 |
| b) no expuestas | 1 | 0 |
| c) con alguna parte contigua a una cámara de máquinas/calderas | 6 | 0 |
| Mamparo contiguo a un pasillo | 2 | 5 |

NOTA – Se entiende que existen sistemas de calefacción en los espacios sanitarios expuestos.

Para los coeficientes de transmisión térmica que figuran en la siguiente tabla se consideró que existe una protección térmica adecuada en todas las superficies expuestas a las condiciones exteriores o al calor y el frío en los espacios contiguo, así como a equipos y tubería caliente.

| Superficies | Coefficiente de transmisión total de calor, kW/(m ² ·K) |
|---|--|
| Cubierta de intemperie no expuesta a la radiación solar, costado del buque y mamparos exteriores | 0,9 |
| Cubierta y mamparos contiguos a la sala de máquinas, espacios de carga u otros espacios sin aire acondicionado | 0,8 |
| Cubierta y mamparos contiguos a la cámara de calderas o a una caldera en la sala de máquinas | 0,7 |
| Cubierta contigua al exterior o a otra cubierta de intemperie expuesta a la radiación solar y cubierta contigua a tanques calientes | 0,6 |
| Portillos laterales y ventanas rectangulares, con cristal simple | 6,5 |
| Portillos laterales y ventanas rectangulares, con cristal doble | 3,5 |
| Mamparo contiguo a un pasillo, sin insonorizar | 2,5 |
| Mamparo contiguo a un pasillo, insonorizado | 0,9 |

Ya que realizar el cálculo para cada una de las cubiertas puede resultar muy repetitivo y complejo, hemos optado por ejemplificar el sistema realizando el dimensionamiento para la cubierta de oficiales:



Tras la realización de los cálculos, que se muestran en la página siguiente, supondremos que todas las cubiertas tienen el mismo flujo de calor por lo que al final nos queda:

$$\phi_{VERANO} = 2935 \text{ W} \rightarrow \phi_{VERANO TOTAL} = 26415 \text{ W} = \mathbf{26,41 \text{ kW}}$$

$$\phi_{INVIERNO} = 9155 \text{ W} \rightarrow \phi_{INVIERNO TOTAL} = 82395 \text{ W} = \mathbf{82,39 \text{ kW}}$$

Buque portacontenedores 9000 TEU's. Cuaderno 12. Equipos y servicios
Nadia Conde Alonso

| Espacio | Mamparo | ΔT, VERANO | ΔT, INVIERNO | kv | Av | kg | Ag | Φ VERANO | Φ INVIERNO |
|--------------------------|--------------|------------|--------------|-----|--------|-----|------|-----------------|------------------|
| Camarote Capitán | Cubierta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Techo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Proa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Popa | 13 | 42 | 0,8 | 15,507 | 0 | 0 | 161,2728 | 521,0352 |
| | Babor | 2 | 5 | 2,5 | 13,47 | 0 | 0 | 67,35 | 168,375 |
| | Estribor | 13 | 42 | 0,9 | 13,47 | 3,5 | 2,08 | 252,239 | 814,926 |
| | TOTAL | | | | | | | 480,8618 | 1504,3362 |
| Oficina Capitán | Cubierta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Techo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Proa | 13 | 42 | 0,8 | 9,84 | 3,5 | 2,08 | 196,976 | 636,384 |
| | Popa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Babor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Estribor | 13 | 42 | 0,9 | 11,25 | 0 | 0 | 131,625 | 425,25 |
| | TOTAL | | | | | | | 328,601 | 1061,634 |
| Camarote Jefe Máquinas | Cubierta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Techo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Proa | 13 | 42 | 0,8 | 16,65 | 3,5 | 2,08 | 267,8 | 865,2 |
| | Popa | 2 | 5 | 2,5 | 16,65 | 0 | 0 | 83,25 | 208,125 |
| | Babor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Estribor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL | | | | | | | 351,05 | 1073,325 |
| Oficina Jefe de Máquinas | Cubierta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Techo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Proa | 13 | 42 | 0,8 | 9,24 | 3,5 | 2,08 | 190,736 | 616,224 |
| | Popa | 2 | 5 | 2,5 | 9,24 | 0 | 0 | 46,2 | 115,5 |
| | Babor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Estribor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL | | | | | | | 236,936 | 731,724 |
| Camarote Práctico | Cubierta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Techo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Proa | 13 | 42 | 0,8 | 12,6 | 3,5 | 2,08 | 225,68 | 729,12 |
| | Popa | 2 | 5 | 2,5 | 12,6 | 0 | 0 | 63 | 157,5 |
| | Babor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Estribor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL | | | | | | | 288,68 | 886,62 |
| Camarote Armador | Cubierta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Techo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Proa | 13 | 42 | 0,8 | 16,83 | 3,5 | 2,08 | 269,672 | 871,248 |
| | Popa | 2 | 5 | 2,5 | 14,1 | 0 | 0 | 70,5 | 176,25 |
| | Babor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Estribor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL | | | | | | | 340,172 | 1047,498 |
| Oficina Armador | Cubierta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Techo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Proa | 13 | 42 | 0,8 | 12,78 | 3,5 | 2,08 | 227,552 | 735,168 |
| | Popa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Babor | 13 | 42 | 0,9 | 8,79 | 0 | 0 | 102,843 | 332,262 |
| | Estribor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL | | | | | | | 330,395 | 1067,43 |
| Sala de Reuniones | Cubierta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Techo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Proa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Popa | 13 | 42 | 0,8 | 15,51 | 0 | 0 | 161,304 | 521,136 |
| | Babor | 13 | 42 | 0,9 | 17,4 | 3,5 | 2,08 | 298,22 | 963,48 |
| | Estribor | 2 | 5 | 2,5 | 12,39 | 0 | 0 | 61,95 | 154,875 |
| | TOTAL | | | | | | | 521,474 | 1639,491 |
| Aseos públicos | Cubierta | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Techo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Proa | 2 | 5 | 2,5 | 4,05 | 0 | 0 | 20,25 | 50,625 |
| | Popa | 2 | 5 | 2,5 | 4,05 | 0 | 0 | 20,25 | 50,625 |
| | Babor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Estribor | 2 | 5 | 2,5 | 3,3 | 0 | 0 | 16,5 | 41,25 |
| | TOTAL | | | | | | | 57 | 142,5 |

Según los datos obtenidos escogeremos un equipo de aire acondicionado que nos proporcione estas prestaciones. El modelo será Package Unit type HH-PU 2 de la empresa Henin&Hopman, con las siguientes características:

| | |
|--|----------------|
| Type | HH-PU 2 |
| Air Quantity Range (m³/hr) | 3500 - 7000 |
| Static Pressure Range (Pa) | 800 - 1200 |
| Cooling Capacity Range (kW) | 65 - 95 |
| Compressor Power Range (kW) | 18 - 26 |
| Condenser Water Flow at 32°C (m³/hr) | 8 - 12 |
| Condenser Water Flow at 38°C (m³/hr) | 15 - 22 |
| Heating Capacity Range (kW) | 50 - 100 |

El ventilador de dicho sistema consume entre 3 y 5,5 kW. Se comprueba que el sistema cumple los requisitos para calentar las estancias en invierno y su refrigeración en verano.

12 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La planta de tratamiento será de tipo biológico con una capacidad suficiente para manejar todas las aguas residuales producidas a bordo.

De acuerdo con el MARPOL Anexo IV, Capítulo 3, Regla 9, *Sistemas de tratamiento de aguas sucias*:

“Todo buque que, de conformidad con lo dispuesto en la regla 2, esté sujeto a las disposiciones del presente anexo estará equipado con uno de los siguientes sistemas de tratamiento de aguas sucias:

- 1. Una instalación de tratamiento de aguas sucias aprobada por la Administración, teniendo en cuenta las normas y los métodos de prueba elaborados por la Organización, o*
- 2. Un sistema para desmenuzar y desinfectar las aguas sucias aprobado por la Administración. Este sistema estará dotado de medios que, a juicio de la Administración, permitan almacenar temporalmente las aguas sucias cuando el buque esté a menos de 3 millas marinas de la tierra más próxima, o*
- 3. Un tanque de retención que tenga capacidad suficiente, a juicio de la Administración, para retener todas las aguas sucias, habida cuenta del servicio que presta el buque, el número de personas a bordo y otros factores pertinentes. El tanque de retención estará construido del modo que la Administración juzgue satisfactorio y estará dotado de medios para indicar visualmente la cantidad del contenido.”*

En el buque proyecto se dispondrá una instalación de tratamiento de aguas residuales y de un tanque de almacenamiento de aguas residuales. Para definir la capacidad del tanque se tiene en cuenta lo definido en la norma UNE-EN ISO 15749-1 y en UNE-EN ISO 15749-2 que se muestra en la siguiente página.

El cálculo de la capacidad del tanque ya ha sido realizado en el Cuaderno 4, obteniendo un total de **5 toneladas**. Se dispondrán dos tanques residuales simétricos con una capacidad de 5 toneladas cada uno.

8 TANQUE COLECTOR Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS

Para el diseño de los tanques o de las plantas de tratamiento de aguas negras, se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- el volumen mínimo de aguas de desecho de acuerdo con la Norma ISO 15749-1:2004, tabla 2;
- si es necesario, el volumen distinto del volumen mínimo de aguas de desecho;
- bien sea necesario o acordado, el tiempo de mantenimiento de las aguas de desecho en los tanques o en las plantas de tratamiento dependiendo del tráfico efectuado por el buque;
- los requisitos generales que figuran en la Norma ISO 15749-1.

4.3 Cantidad de agua de desecho

Cuando se diseña una planta, hay que considerar las cantidades mínimas de agua de desecho de acuerdo con la tabla 2.

Tabla 2
Cantidad mínima de agua de desecho

| Tipo de buque | Cantidad mínima de agua de desecho por persona y día en litros | | | |
|--|--|-----------------------|------------------|-----------------------|
| | Planta sin vacío | | Planta con vacío | |
| | Aguas negras | Aguas negras y grises | Aguas negras | Aguas negras y grises |
| Buques de pasaje | 70 | 230 | 25 | 185 |
| Buques de alta mar exceptuando los de pasaje | 70 | 180 | 25 | 135 |

Los buques costeros pueden conservar los valores recomendados por las autoridades responsables.

NOTA – Estos valores son los recomendados. Hay que considerar las posibles variaciones debidas a los reglamentos nacionales o a las recomendaciones de las sociedades de clasificación.

Se seleccionará una planta de tratamiento modelo STPN MODEL 630 de la empresa DETEGASA que puede tratar hasta 6300 l/día.



| | | | |
|------------------------|----------------------|----------------------------|--|
| TYPE | STPN | 630 | |
| HYDRAULIC FLOW | l/day | 6300 | |
| ORGANIC LOAD (BOD5) | kg/day | 1.8 | |
| CREW MEMBERS | persons | 30 | |
| DIMENSIONS | Height | 1650 mm | |
| | Length | 2075 mm | |
| | Width | 1832 mm | |
| TOTAL CONSUMPTION | ELECTRIC | 380 V 50 Hz | 2.85 kW |
| | | 440 V 60 Hz | 3.33 kW |
| DISCHARGE PUMP | Type | Dynamical centrifugal pump | |
| | | Flow | 380 V 50 Hz 3 - 32 m ³ /h |
| | Delivery Head | 440 V 60 Hz | 3.5 - 38 m ³ /h |
| | | 380 V 50 Hz | 15 - 9 m.w.c. |
| AIR BLOWER | Electric consumption | 2.2 kW | |
| | | 2.6 kW | |
| | Type | Side Channel | |
| | | Flow | 47-57 m ³ /h |
| Air pressure | 380 V 50 Hz | 290 mm.w.c. | |
| | 440 V 60 Hz | 320 mm.w.c. | |
| Electric Consumption | 380 V 50 Hz | 0.55 kW | |
| | 440 V 60 Hz | 0.63 kW | |
| CHLORINE CONSUMPTION | l/day | 2.5 | |
| BISULPHITE CONSUMPTION | l/day | 1.4 | |
| AIR NOISE LEVEL | 380 V 50 Hz | 70 db | |
| | 440 V 60 Hz | 80 db | |

13 SERVICIO DE TRATAMIENTO DE BASURAS

Las reglas establecidas en el MARPOL en el Anexo V, Regla 4, Descarga de basuras fuera de las zonas especiales, nos dice:

"Las basuras indicadas a continuación se tirarán cuando el buque se encuentre en ruta y tan lejos como sea posible de tierra más próxima, prohibiéndose en todo caso si la tierra más próxima se encuentra a menos de:

- I. 3 millas marinas de tierra más próxima en caso de residuos que hayan pasado por un desmenuzador o triturador. Deben pasar cribas de 25mm.*
- II. 12 millas marinas de tierra más próxima en el caso de residuos de alimentos que no se trataran de conformidad con el apartado I.*
- III. 12 millas marinas de tierra más próxima en el caso de los residuos de carga que no puedan recuperarse mediante los métodos disponibles normalmente para su descarga.*
- IV. En el caso de cadáveres de animales, la descarga se efectuará lo más lejos posible de tierra más próxima.*

Los agentes aditivos o de limpieza contenidos en bodegas de carga y aguas de lavado de la cubierta podrán descargarse en el mar si no son perjudiciales para el medio marino.

Cuando las basuras estén mezcladas con otras sustancias se aplicarán las prescripciones más rigurosas."

Para cumplir con estos requisitos se instalarán los siguientes sistemas:

- Una trituradora de residuos orgánicos.
- Una compactadora.
- Un incinerador.

Se selecciona un modelo UMS-5050 de la empresa USON MARINE. Las características principales de este modelo serán las siguientes:

| | |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Dimensions | |
| Height | 1 999 mm |
| Width | 1 415 mm |
| Depth | 1 014 mm |
| Feed opening | 667 x 828 mm |
| Net weight 1 370 kg | |
| Voltage, Rating, Rated current | |
| 3 x 400-480 V, 50/60 Hz - 7.5/9.0 kW | |
| Fuse | 32 A (delayed) |
| Cable | 4 x 2.5 mm ² |
| IP Class | 54 |
| Noise level | 78 dBA* |
| | 60 dbA (Stand by) |
| *)Dependent on type of fraction | |
| Collecting bin | |
| Volume | 130 litre |
| Material | AISI 316 |



En cuanto a la compactadora escogemos el modelo UBP-80 de la misma empresa USON MARINE que irá situada junto a la trituradora, en el local de tratamiento de basuras.

Los datos de esta son los que se muestran a continuación:

| Dimensions | [mm] | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| | UBP-40 | UBP-80 |
| Height | 1854 | 1 980 |
| Width | 957 | 1 450 |
| Depth | 700 | 780 |
| Service height | 1 954 | 2 080 |
| Net weight | 430 kg | 670 kg |
| Voltage, Rating, Rated current | | |
| UBP-40 | 3 x 380-460 V, 50/60 Hz, 1.5/1.8 kW | |
| UBP-80 | 3 x 220-690 V, 50/60 Hz, 4.0/3.6 kW | |
| Fuse 220 V | 10 A (delayed) | 25 A (del) |
| 440 V | 10 A (delayed) | 16 A (del) |
| 690 V | - | 10 A (del) |
| Cable | 4 x 1.5 mm ² | 4 x 2.5 mm ² |
| IP Class | 54 | 54 |
| Noise level | 59 dBA* | 64.1 dBA* |
| *)Dependent on type of fraction | | |
| Press power | 4 ton | 17 ton |
| Feed opening | 700 x 560 mm | 1 029 x 565 mm |
| Bale (UBP-40) | 700 x 500 x 600 mm, ~70 kg | |
| (UBP-80) | 1 100 x 650 x 800 mm, ~150 kg | |



Por último, el incinerador será el modelo ILRA-18 de la empresa DETEGASA.



| INCINERATOR MODELS | IRA- | IRLA- |
|--------------------------------|---------|-------|
| IRA/IRLA- | 18 | |
| KCAL/H | 180.000 | |
| KW | 209 | |
| IMO Sludge (L/H) | - | 23 |
| Solid Waste (KG/H) | 35 | |
| MAX. Burner Consumption (kg/h) | 14,8 | |
| MAX. Electric Power (kw) | 8,00 | 14,70 |
| Aprox incinerator weight (kg) | 1510 | 1550 |
| Fan weight | 230 | |

14 EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO

14.1 NÚMERO DE EQUIPO

En primer lugar calcularemos el número de equipo utilizando la siguiente expresión:

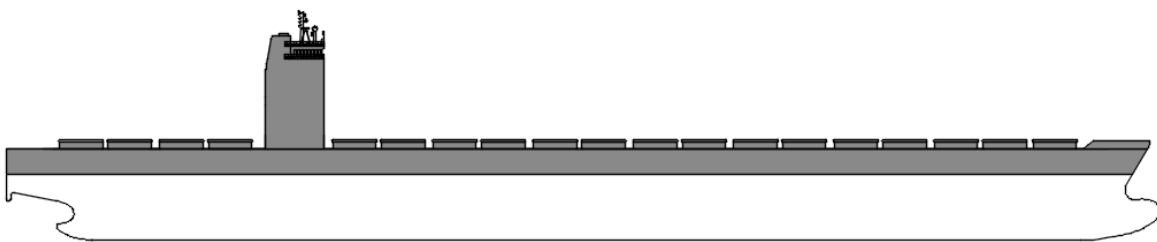
$$NE = \Delta^{2/3} + 2 \times B \times h + 0,1 \times A$$

donde:

- h es la altura efectiva en metros desde la línea de calado de verano hasta la parte más alta de la superestructura, medida como:

$$h = a + \sum b_i$$

- a : distancia en metros desde la línea de calado de verano hasta la cubierta superior.
- b : altura de cada una de las superestructuras con una manga superior a $B/4$.
- Δ es el desplazamiento de trazado, en toneladas, al calado de verano.
- B es la manga máxima de trazado en m.
- A es el área lateral proyectada en m^2 , por encima de la línea de calado de verano.



$$h = 5,61 + (3 + 32,3)$$

$$NE = 199129^{2/3} + 2 \times 44,23 \times 40,91 + 0,1 \times [2440 + 509 + (31,26 \times 19)] = 7391$$

A continuación entramos en las tablas de número de equipo del *Lloyds Register of Shipping*.

Table 13.7.2 Equipment - Bower anchors and chain cables

| Equipment number | | Equipment Letter | Stockless bower anchors | | Stud link chain cables for bower anchors | | | |
|------------------|---------------|------------------|-------------------------|-----------------------|--|----------------------------|----------------------------------|--|
| Exceeding | Not Exceeding | | Number | Mass of anchor, in kg | Total length, in metres | Diameter, in mm | | |
| | | | | | | Mild steel (Grade 1 or U1) | Special quality steel (Grade U2) | Extra special quality steel (Grade U3) |
| 50 | 70 | A | 2 | 180 | 220 | 14 | 12,5 | - |
| 70 | 90 | B | 2 | 240 | 220 | 16 | 14 | - |
| 90 | 110 | C | 2 | 300 | 247,5 | 17,5 | 16 | - |
| 110 | 130 | D | 2 | 360 | 247,5 | 19 | 17,5 | - |
| 130 | 150 | E | 2 | 420 | 275 | 20,5 | 17,5 | - |
| 150 | 175 | F | 2 | 480 | 275 | 22 | 19 | - |
| 175 | 205 | G | 2 | 570 | 302,5 | 24 | 20,5 | - |
| 205 | 240 | H | 2 | 660 | 302,5 | 26 | 22 | 20,5 |
| 240 | 280 | I | 2 | 780 | 330 | 28 | 24 | 22 |
| 280 | 320 | J | 2 | 900 | 357,5 | 30 | 26 | 24 |
| 320 | 360 | K | 2 | 1020 | 357,5 | 32 | 28 | 24 |
| 360 | 400 | L | 2 | 1140 | 385 | 34 | 30 | 26 |
| 400 | 450 | M | 2 | 1290 | 385 | 36 | 32 | 28 |
| 450 | 500 | N | 2 | 1440 | 412,5 | 38 | 34 | 30 |
| 500 | 550 | O | 2 | 1590 | 412,5 | 40 | 34 | 30 |
| 550 | 600 | P | 2 | 1740 | 440 | 42 | 36 | 32 |
| 600 | 600 | Q | 2 | 1920 | 440 | 44 | 38 | 34 |
| 660 | 720 | R | 2 | 2100 | 440 | 46 | 40 | 36 |
| 720 | 780 | S | 2 | 2280 | 457,5 | 48 | 42 | 36 |
| 780 | 840 | T | 2 | 2460 | 457,5 | 50 | 44 | 38 |
| 840 | 910 | U | 2 | 2640 | 457,5 | 52 | 46 | 40 |
| 910 | 980 | V | 2 | 2850 | 495 | 54 | 48 | 42 |
| 980 | 1060 | W | 2 | 3060 | 495 | 56 | 50 | 44 |
| 1060 | 1140 | X | 2 | 3300 | 495 | 58 | 50 | 46 |
| 1140 | 1220 | Y | 2 | 3540 | 522,5 | 60 | 52 | 46 |
| 1220 | 1300 | Z | 2 | 3780 | 522,5 | 62 | 54 | 48 |
| 1300 | 1390 | A1 | 2 | 4050 | 522,5 | 64 | 56 | 50 |
| 1390 | 1480 | B1 | 2 | 4320 | 560 | 66 | 58 | 50 |
| 1480 | 1570 | C1 | 2 | 4600 | 560 | 68 | 60 | 52 |
| 1570 | 1670 | D1 | 2 | 4890 | 560 | 70 | 62 | 54 |
| 1670 | 1790 | E1 | 2 | 5250 | 577,5 | 73 | 64 | 56 |
| 1790 | 1930 | F1 | 2 | 5610 | 577,5 | 76 | 66 | 58 |

| | | | | | | | | |
|-------|-------|----|---|-------|-------|-----|-----|-----|
| 1930 | 2080 | G† | 2 | 6000 | 577,5 | 78 | 68 | 60 |
| 2080 | 2230 | H† | 2 | 6450 | 605 | 81 | 70 | 62 |
| 2230 | 2380 | I† | 2 | 6900 | 605 | 84 | 73 | 64 |
| 2380 | 2530 | J† | 2 | 7350 | 605 | 87 | 76 | 66 |
| 2530 | 2700 | K† | 2 | 7800 | 632,5 | 90 | 78 | 68 |
| 2700 | 2870 | L† | 2 | 8300 | 632,5 | 92 | 81 | 70 |
| 2870 | 3040 | M† | 2 | 8700 | 632,5 | 95 | 84 | 73 |
| 3040 | 3210 | N† | 2 | 9300 | 660 | 97 | 84 | 76 |
| 3210 | 3400 | O† | 2 | 9900 | 660 | 100 | 87 | 78 |
| 3400 | 3600 | P† | 2 | 10500 | 660 | 102 | 90 | 78 |
| 3600 | 3800 | Q† | 2 | 11100 | 687,5 | 105 | 92 | 81 |
| 3800 | 4000 | R† | 2 | 11700 | 687,5 | 107 | 95 | 84 |
| 4000 | 4200 | S† | 2 | 12300 | 687,5 | 111 | 97 | 87 |
| 4200 | 4400 | T† | 2 | 12900 | 715 | 114 | 100 | 87 |
| 4400 | 4600 | U† | 2 | 13500 | 715 | 117 | 102 | 90 |
| 4600 | 4800 | V† | 2 | 14100 | 715 | 120 | 105 | 92 |
| 4800 | 5000 | W† | 2 | 14700 | 742,5 | 122 | 107 | 95 |
| 5000 | 5200 | X† | 2 | 15400 | 742,5 | 124 | 111 | 97 |
| 5200 | 5500 | Y† | 2 | 16100 | 742,5 | 127 | 111 | 97 |
| 5500 | 5800 | Z† | 2 | 16900 | 742,5 | 130 | 114 | 100 |
| 5800 | 6100 | A* | 2 | 17800 | 742,5 | 132 | 117 | 102 |
| 6100 | 6500 | B* | 2 | 18800 | 742,5 | - | 120 | 107 |
| 6500 | 6900 | C* | 2 | 20000 | 770 | - | 124 | 111 |
| 6900 | 7400 | D* | 2 | 21500 | 770 | - | 127 | 114 |
| 7400 | 7900 | E* | 2 | 23000 | 770 | - | 132 | 117 |
| 7900 | 8400 | F* | 2 | 24500 | 770 | - | 137 | 122 |
| 8400 | 8900 | G* | 2 | 26000 | 770 | - | 142 | 127 |
| 8900 | 9400 | H* | 2 | 27500 | 770 | - | 147 | 132 |
| 9400 | 10000 | I* | 2 | 29000 | 770 | - | 152 | 132 |
| 10000 | 10700 | J* | 2 | 31000 | 770 | - | 157 | 137 |
| 10700 | 11500 | K* | 2 | 33000 | 770 | - | 157 | 142 |
| 11500 | 12400 | L* | 2 | 35500 | 770 | - | 162 | 147 |
| 12400 | 13400 | M* | 2 | 38500 | 770 | - | - | 152 |
| 13400 | 14600 | N* | 2 | 42000 | 770 | - | - | 157 |
| 14600 | 16000 | O* | 2 | 46000 | 770 | - | - | 162 |

14.1.1 ANCLAS Y CADENAS

Obteniendo las siguientes características con respecto a las anclas y cadenas:

- Número de anclas: 3 (2 + 1 de respeto).
- Masa por ancla: 21,5 t.
- Longitud de la cadena: 770 m, 28 largos.
- Diámetro de la cadena (Acero grado U3): 114 mm.

14.1.2 CABLE DE REMOLQUE

| Equipment number | Equipment letter | Stockless bower anchors | | Stud-link chain cables | | | | Towline (guidance) | | Mooring lines ¹⁾ (guidance) | | |
|------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|----------|----------|----------------------|---------------------------------|--|---------------------|---------------------------------|
| | | Number | Mass per anchor kg | Total length m | Diameter and steel grade | | | Steel or fibre ropes | | Steel or fibre ropes | | |
| | | | | | NV K1 | NV K2 | NV K3 | Minimum length m | Minimum breaking strength kN | Number | Length of each m | Minimum breaking strength kN |
| 6500-6899 | C* | 2 | 20000 | 770 | | 124 | 111 | 300 | 1471 | 9 | 200 | 726 |
| 6900-7399 | D* | 2 | 21500 | 770 | | 127 | 114 | 300 | 1471 | 10 | 200 | 726 |
| 7400-7899 | E* | 2 | 23000 | 770 | | 132 | 117 | 300 | 1471 | 11 | 200 | 726 |

En la tabla se define:

- Longitud total: 300 m.
- Carga de rotura: 1471 kN.

14.1.3 AMARRAS

De la misma forma obtenemos:

- Número de amarras: 10.
- Longitud de cada una: 200 m.
- Carga de rotura: 726 kN.

14.2 MOLINETES DEL ANCLA

El buque posee dos molinetes para cada ancla de proa.

Para el cálculo de la potencia media que deberá dar el molinete emplearemos la siguiente expresión obtenida del artículo de Juan Carlos Carral Couce y Luis Carral Couce, "Normas prácticas para el diseño de molinetes de anclas":

$$P_{MOLINETE} = \frac{[0,87 \times (P_A + 0,02 \times d_C^2 \times L) \times V_s]}{4500 \times \eta_M \times \eta_E}$$

donde:

- P_A , es el peso del ancla, 21500 Kg.
- d_C , es el diámetro de la cadena, 114 mm.
- L , es la longitud de la cadena, 385 m x 2 cadenas.
- V_s , es la velocidad de izada, que ronda entre los 9 – 11 m/min. Tomaremos así 10 m/min.
- η_M , es el rendimiento del molinete, tomaremos 0,8.
- η_E , es el rendimiento del escobén, entre 0,5 - 0,7, por lo que tomaremos 0,6.

$$P_{MOLINETE} = \frac{[0,87 \times (21500 + 0,02 \times 114^2 \times 385) \times 10]}{4500 \times 0,8 \times 0,6} = 489 \text{ cv}$$

Además se tendrá que calcular la potencia instantánea, la necesaria para zarpar el ancla del fondo:

$$P_{MOLINETE} = \frac{[(2,1 \times P_A + 0,02 \times d_C^2 \times L) \times V]}{4500 \times \eta_M \times \eta_E}$$

$$P_{MOLINETE} = \frac{[(2,1 \times 21500 + 0,02 \times 114^2 \times 385) \times 10]}{4500 \times 0,8 \times 0,6} = 672 \text{ cv}$$

El motor deberá ejercer durante dos minutos esta potencia.

14.3 VOLUMEN DE LA CAJA DE CADENAS

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

$$V = 0,082 \times d_c^2 \times L \times 10^{-4}$$

donde ya se conocen cada uno de los términos de esta ecuación, obteniendo:

$$V = 0,082 \times 114^2 \times 385 \times 10^{-4} = \mathbf{41 \text{ m}^3}$$

Este será el volumen para una de las cajas de cadenas ya que serán dos idénticas. Se dispondrá también de un doble fondo para poder decantar así los lodos y un espacio en la parte superior para poder acceder al interior de la caja de cadenas.

El diámetro de la gatera será 10 veces el diámetro de la cadena.

14.4 DIÁMETRO DEL ESCOBÉN

Se calculará según la siguiente expresión:

$$D_{int} = [(100 - d_c) \times 0,03867 + 7,5] \times d_c = [(100 - 114) \times 0,03867 + 7,5] \times 114 = \mathbf{793 \text{ mm}}$$

A este diámetro, que es el interior, se le deberá sumar los espesores de la chapa:

$$e_1 = 0,6 \times d_c = 68,4 \text{ mm}$$

$$e_2 = 2 \times e_1 = 136,8 \text{ mm}$$

$$D_{ext} = D_{int} + e_1 + e_2 = 793 + 68,4 + 136,8 = 998,2 \approx \mathbf{998 \text{ mm}}$$

14.5 CHIGRE

A continuación dimensionaremos las medidas y la potencia del motor necesario de los chigres del buque. Para su cálculo utilizaremos el artículo técnico "*Normas prácticas para el diseño de chigres de carga y maniobra*" de Luís Carral Couce y Juan Carlos Carral Couce.

Lo primero será dimensionar el carretel comenzando por el diámetro interior y exterior. Se calculará con la siguiente fórmula:

$$d_i = 17 \times d_{estacha}$$

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

Necesitamos saber el diámetro de la estacha, para lo que buscaremos en el catálogo de algún fabricante una estacha que cumpla con los requisitos de carga mínima obtenidos del número de equipo, 726 kN (74032 kgf).



| Dia | Cir | Peso | Carga de rotura | |
|-----|-------|-------|-----------------|---------|
| | | | Kg | kN |
| 40 | 5 | 91,5 | 32.000 | 313,9 |
| 44 | 5 1/2 | 109,0 | 38.000 | 372,8 |
| 48 | 6 | 132,0 | 44.000 | 431,6 |
| 52 | 6 1/2 | 150,0 | 51.000 | 500,3 |
| 56 | 7 | 179,0 | 59.000 | 578,8 |
| 60 | 7 1/2 | 200,5 | 67.000 | 657,3 |
| 64 | 8 | 226,0 | 75.000 | 735,8 |
| 68 | 8 1/2 | 254,0 | 84.000 | 824,0 |
| 72 | 9 | 284,0 | 94.000 | 922,1 |
| 80 | 10 | 349,0 | 114.000 | 1.118,3 |
| 88 | 11 | 420,0 | 138.000 | 1.353,8 |
| 96 | 12 | 500,0 | 163.000 | 1.599,0 |
| 104 | 13 | 583,0 | 191.000 | 1.872,0 |
| 112 | 14 | 674,0 | 221.000 | 2.168,0 |

Entrando en el catálogo de la empresa Bezabala S.A. obtenemos un diámetro de estacha de 64 mm, por lo que los diámetros serán:

$$d_i = 17 \times 64 = 1088 \text{ mm} = 1,1 \text{ m}$$

$$D_e = 1,7 \times d_i = 1,7 \times 1,1 = 1850 \text{ mm} = 1,85 \text{ m}$$

Lo siguiente será la anchura del carretel, utilizando la expresión:

$$l(m/m) = 1500 \times L \times \frac{d_c^2}{(D_e^2 - d_i^2)}$$

donde:

- l es la anchura del carretel en mm.
- L la longitud del cable a almacenar, m.
- d_c el diámetro del cable en mm.

- D_e y d_i el diámetro exterior e interior en mm.

$$l(m/m) = 1500 \times 200 \times \frac{64^2}{(1850^2 - 1088^2)} = 548 \text{ mm}$$

Obteniendo las dimensiones mínimas del carretel de:

- Diámetro exterior de 1850 mm.
- Diámetro interior de 1088 mm.
- Anchura del carretel 548 mm.

Por último se calculará la potencia del motor, para lo que necesitaremos calcular primero la tracción:

$$T = 0,33 \times MBL = 0,33 \times 74032 = 24431 \text{ kgf} = 23,76 \text{ t}$$

donde MBL es la carga mínima de rotura.

$$P_C = \frac{0,23 \times T \times V_S}{\eta_t}$$

Siendo V_S la velocidad de izada en m/min de 20 m/min para chigres de amarre y η_t el rendimiento de la transmisión, que tomaremos como 0,55.

$$P_C(C.V.) = \frac{0,23 \times 23,76 \times 20}{0,55} = \mathbf{198,82 \text{ C.V.} = 147 \text{ kW}}$$

15 DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO

Para la selección de los dispositivos y medios de salvamento, emplearemos la reglamentación del SOLAS, edición refundada del 2004, *Capítulo III: Dispositivos y Medios de Salvamento*.

15.1 EMBARCACIONES DE SUPERVIVENCIA

De acuerdo al *Capítulo III, Sección III, Regla 31*:

15.1.1 BOTES SALVAVIDAS

Se dispondrán de dos botes salvavidas completamente cerrados. Estos botes cumplirán con lo prescrito en la Sección 4.6 del Código Internacional de Dispositivos de Salvamento y cuya capacidad conjunta en cada banda baste para dar cabida al número total de personas que vayan a bordo.



15.1.2 BALSAS SALVAVIDAS

Se instalarán balsas salvavidas con capacidad para el 100% de la tripulación, una a cada banda del buque y una en proa. Se verificará el manejo por una sola persona.



15.1.3 BOTE DE RESCATE

Debe cumplir con lo prescrito en la sección 5.1 del Código Internacional de Dispositivos de Salvamento. Se dispondrá de un bote de rescate.

15.2 DISPOSITIVOS INDIVIDUALES DE SALVAMENTO

15.2.1 AROS SALVAVIDAS, CAPÍTULO III, SECCIÓN I, REGLA 7-1

Estarán distribuidos de modo que estén fácilmente disponibles a ambas bandas del buque y, en la medida de lo posible, en todas las cubiertas expuestas que se extiendan hasta el costado del buque; habrá por lo menos uno en las proximidades de la popa. Estarán estibados de modo que sea posible soltarlos rápidamente y no estén sujetos de ningún modo por elementos de fijación permanente.

A cada banda del buque habrá como mínimo un aro salvavidas provisto de una rabiza flotante de una longitud igual por lo menos al doble de la altura a la cual vaya estibado por encima de la flotación de navegación marítima con calado mínimo, o a 30 m, si este valor es superior. También la mitad al menos del número total de aros salvavidas estarán provistos de luces de encendido automático y al menos dos de estos aros llevarán también señales fumígenas de funcionamiento automáticos y se podrán soltar rápidamente desde el puente de navegación.



Se instalarán aros salvavidas modelo SOLAR 75 cm de la empresa Lalizas con una rabiza flotante de 30 metros. Además seleccionaremos las luces modelo SOLAS/MED de la misma empresa.

En cada aro salvavidas se marcará con letras mayúsculas del alfabeto romano el nombre del buque que lo lleve y su puerto de matrícula. El número mínimo de aros salvavidas será de 14 para buques de eslora superior a 200 m aunque en nuestro caso llevaremos 22 por si en algún momento se necesitasen más aros por cualquier motivo.

15.2.2 CHALECOS SALVAVIDAS, CAPÍTULO III, SECCIÓN I, REGLA 7-2

El reglamento SOLAS exige que para cada una de las personas que se encuentre a bordo debe haber un chaleco salvavidas. Al igual que en el caso anterior, a pesar de que el número de tripulantes a bordo es de 28 nosotros llevaremos 33 chalecos salvavidas.

Escogemos chalecos del modelo Avanzado SOLAS de la empresa Lalizas.



15.2.3 TRAJES DE INMERSIÓN Y TRAJES DE PROTECCIÓN CONTRA LA INTEMPERIE, CAPÍTULO III, SECCIÓN I, REGLA 7-3

Para cada una de las personas designadas como tripulantes del bote de rescate o como miembros de la cuadrilla encargada del sistema de evacuación marino se proveerá un traje de inmersión o de protección contra la intemperie de talla adecuada que cumpla lo prescrito en el SOLAS. Al llevar botes salvavidas totalmente cerrados, cuya capacidad conjunta en cada banda da cabida al número total de personas que van a bordo no será necesario llevar más trajes de inmersión (regla 32.3.2.).



Se escogerá el modelo Neptune de la empresa Lalizas.

15.2.4 APARATOS LANZACABOS

Todo aparato lanzacabos podrá lanzar un cabo con precisión aceptable; comprenderá por lo menos cuatro cohetes cada uno de los cuales podrá lanzar el cabo a 230 m por lo menos con buen tiempo; comprenderá por lo menos cuatro cabos, cada uno de los cuales tendrá una resistencia a la rotura de 2kN como mínimo y contendrá breves instrucción o diagramas que indiquen claramente el modo de empleo. El cohete, en caso de que se dispare con pistola, o el conjunto en caso de un cohete y cabo solidarios, irán dentro de un estuche hidrorresistente. Además, en el caso de un cohete que se dispare con pistola, el cabo y los cohetes, juntos con los medios de ignición, irán en un receptáculo que los proteja contra la intemperie.

15.3 DISPOSITIVOS RADIOELÉCTRICOS DE SALVAMENTO

El reglamento SOLAS nos exige tres aparatos radiotelefónicos bidireccionales de ondas métricas. Para esto instalaremos tres aparatos de radio VHF del modelo TRON TR30 GMDSS de la marca Jotron.

También se exigen dos respondedores de radar, uno a cada banda del buque. Estos aparatos deberán ir colocados en lugares desde los que se puedan colocar rápidamente en cualquiera de las embarcaciones de supervivencia. El tipo de respondedor, también conocidos bajo las siglas SART (Search And Rescue Transponder) de la misma marca que los mencionados anteriormente, es decir Jotron, pero en este caso del modelo TRON SART 20.

Otro de los dispositivos exigidos por el SOLAS será llevar a bordo por lo menos 12 cohetes lanza bengalas con paracaídas que se encuentren estibados en el puente o cerca del mismo. Se llevarán cohetes del modelo Pyrotechnics signal rocket red, de la marca Viking.



Por último el SOLAS nos exige un sistema de comunicaciones de a bordo y un sistema de alarma.

El sistema de comunicaciones deberá ser un equipo fijo o portátil que permita comunicaciones bidireccionales entre puntos estratégicos a bordo.

En cuanto al sistema de alarma servirá para convocar a los tripulantes en los puestos de reunión, por lo que contará con un equipo megafónico que deberá ser audible en todos los espacios de alojamiento e trabajo de la tripulación.

Para cumplir este requerimiento se necesitarán dos sistemas: uno será el modelo TRON AIS-TR 8000 de la empresa Jotron, sistema de alarmas, mientras que el de comunicaciones será el modelo MPA 1600 de la marca, también, Jotron.

16 EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES

En el *Capítulo IV Radiocomunicaciones, Parte C-Equipo prescrito para los buques del SOLAS* se definen los equipos a instalar en el buque en función de las zonas de navegación. Se considerará que el buque proyecto navegará en zonas A1, A2 y A3.

En la *regla 7, Equipo radioeléctrico-generalidades* se establece que:

Todo buque irá provisto de:

- Una instalación radioeléctrica de ondas métricas que pueda transmitir y recibir;
 - Mediante LSD en la frecuencia de 156,525 MHz (Canal 70). Será posible iniciar la transmisión de las alertas de socorro en el canal 70 en el puesto desde el que se gobierne normalmente el buque; y
 - Mediante radiotelefonía en las frecuencias 156,300 MHz (canal 6), 156,650 MHz (canal 13) y 156,800 MHz (canal 16).
- Una instalación radioeléctrica que pueda mantener una escucha continua de LSD en el canal 70 de la banda de ondas métricas, la cual podrá hallarse separada o combinada con el equipo antes prescrito.
- Un respondedor de radar que pueda funcionar en la banda de 9 GHz.
- Un receptor que pueda recibir las transmisiones del servicio NAVTEX internacional si el buque se dedica a efectuar viajes en alguna zona en la que preste un servicio NAVTEX internacional.
- Una instalación radioeléctrica para la recepción de información sobre seguridad marítima por el sistema de llamada intensificada a grupos de INMARSAT, si el buque se dedica a efectuar viajes en algunas de las zonas cubiertas por INMARSAT, pero en la cual no se presta un servicio NAVTEX internacional.
- Una radiobaliza de localización de siniestros por satélite (RLS satelitaria) que:
 - Tenga capacidad para transmitir una alerta de socorro, bien a través del servicio de satélites de órbita polar que trabaja en la banda de 406 MHz, bien, si el buque se dedica únicamente a viajes dentro del ámbito de cobertura de Inmarsat, a través del servicio de satélites geoestacionarios de Inmarsat que trabaja en la banda de 1,6 GHz.
 - Esté instalada en un lugar fácilmente accesible.
 - Esté lista para ser soltada manualmente y pueda ser transportada por una persona a una embarcación de supervivencia.
 - Pueda zafarse y flotar si se hunde el buque y ser activada automáticamente cuando está a flote; y

- Pueda ser activada manualmente.

En la *regla III/6.2.1* En todo buque de pasaje y en todo buque de carga de arqueo bruto igual o superior a 500 se proveerán por lo menos tres aparatos radiotelefónicos bidireccionales de ondas métricas.

En la *regla IV/15.7* se establece que: En buques dedicados a viajes en zonas marítimas A3 y A4, la disponibilidad se asegurará utilizando una combinación de dos métodos como mínimo, talas como la duplicidad de equipo, el mantenimiento en tierra o la capacidad de mantenimiento del equipo electrónico en la mar, que apruebe la Administración, teniendo en cuenta las recomendaciones de la Organización.

Según la *regla IV/10* tenemos dos opciones para zonas marítimas A1, A2 y A3:

Opción 1:

- Estación terrena de buque de Inmarsat que pueda:
 - Transmitir y recibir comunicaciones de socorro y seguridad utilizando telegrafía de impresión directa;
 - Iniciar y recibir llamadas prioritarias de socorro;
 - Mantener un servicio de escucha para los alertas de socorro buque-costera, incluidos los dirigidos a zonas geográficas especialmente definidas;
 - Transmitir y recibir radiocomunicaciones generales utilizando radiotelefonía o telegrafía de impresión directa; y
- Una instalación radioeléctrica de ondas hectométricas que pueda transmitir y recibir, a efectos de socorro y seguridad en las frecuencias de:
 - 2187,5 kHz utilizando LSD; y
 - 2182 kHz utilizando radiotelefonía; y
- Una instalación radioeléctrica que pueda mantener una escucha continua de LSD en la frecuencia de 2187,5 kHz, instalación que puede estar separada de la prescrita anteriormente o combinada con ella; y
- Medios para iniciar la transmisión de alertas de socorro buque-costera mediante un servicio de radiocomunicaciones que trabaje:
 - A través del servicio de satélites de órbita polar de 406 MHz, bien instalándola próxima al puesto habitual de gobierno del buque, bien teleactivándola desde el mismo.
 - En ondas decamétricas utilizando LSD; o
 - A través del servicio de satélites geoestacionarios de Inmarsat, mediante una estación terrena de buque, bien instalándola próxima al puesto habitual de gobierno del buque, bien teleactivándola desde el mismo.

Opción 2:

- Una instalación de ondas hectométricas/decamétricas que pueda transmitir y recibir, a efectos de socorro y seguridad, en todas las frecuencias de socorro y seguridad de las bandas comprendidas entre 1605 kHz y 4000 kHz y entre 4000 kHz y 27500 kHz utilizando:
 - Llamada selectiva digital;
 - Radiotelefonía; y
 - Telegrafía de impresión directa; y
- Equipo que permita mantener un servicio de escucha LSD en las frecuencias de 2187,5 kHz, 8414,5 kHz y por lo menos en una de las frecuencia de socorro y seguridad e LSD de 4207,5 kHz, 6312 kHz, 12577 kHz o 16804,5 kHz; en todo momento podrá elegirse cualquiera de estas frecuencias de socorro y seguridad de LSD; y
- Medios para iniciar la transmisión de alertas de socorro buque-costera mediante un servicio de radiocomunicaciones que no sea el de ondas decamétricas y que trabaje:
 - A través del sistema de satélites de órbita polar de 406 MHz;
 - A través del servicio de satélites geoestacionarios de Inmarsat; esta prescripción puede quedar satisfecha mediante:
- Una estación terrena de buque de Inmarsat; o
- La RLS satelitaria.
- Además, los buques deberán poder transmitir y recibir radiocomunicaciones generales utilizando radiotelefonía o telegrafía de impresión directa mediante una instalación de ondas hectométricas/decamétricas que trabajes en las frecuencias de trabajo de las bandas comprendidas entre 1605 kHz y 4000 kHz y entre 4000 kHz y 27500 kHz.

16.1 APARATOS Y SISTEMAS NÁUTICOS

SOLAS V/19.2.1. Todo buque, independientemente de su tamaño, tendrá:

- Un compás magistral magnético debidamente compensado y otro medio, independiente de cualquier suministro de energía, para determinar el rumbo del buque y presentar los datos visualmente en el puesto principal de gobierno;
- Un taxímetro o dispositivo de marcación de compás, u otro medio independiente de cualquier suministro de energía, para obtener demoras en un arco de horizontes de 360°;
- Medios para corregir y obtener el rumbo y demora verdaderos;

- Cartas y publicaciones náuticas para panificar y presentar visualmente la derrota del buque para el viaje previsto y trazar la derrota y verificar la situación durante el viaje. Se podrá aceptar un sistema de información y visualización de cartas electrónicas;
- Un receptor para el sistema mundial de navegación por satélite, un sistema de radionavegación terrenal u otro medio adecuado que puedan utilizarse en todo momento, durante el viaje previsto, para determinar y actualizar la situación del buque con medios automáticos;

SOLAS V/19.2.3. Todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 300, además estarán equipados con:

- Un ecosonda y otro medio electrónico para medir y presentar visualmente la profundidad del agua;
- Un radar de 9 GHz y otro medio para determinar y presentar visualmente la distancia y la demora de los respondedores de búsqueda y salvamento y de otras embarcaciones de superficie, obstrucciones, boyas, litorales y marcas que ayuden a la navegación y a evitar abordajes;
- Una ayuda de punteo electrónica u otro medio para trazar la distancia y demora de los blancos a fin de determinar el riesgo de abordaje;
- Un dispositivo medidor de la velocidad y la distancia u otro medio para indicar la velocidad y la distancia en el agua;
- Un dispositivo transmisor del rumbo.

SOLAS V/19.2.4. Todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 300, estarán equipados con un sistema de identificación automática (SIA):

- Proporcionará automáticamente a las estaciones costeras y a otros buques aeronaves que cuenten con los aparatos adecuados, información que incluya, entre otras cosas, la identidad, el tipo, la situación, el rumbo, la velocidad y las condiciones de navegación del buque, así como otros datos relativos a la seguridad de este.
- Recibirá automáticamente tal información de los buques que cuenten con aparatos compatibles;
- Vigilará a los buques y efectuará su seguimiento; e
- Intercambiará datos con las instalaciones en tierra.

SOLAS V/19.2.5. Todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 500, dispondrán de:

- Un girocompás y otro medio para determinar y presentar visualmente su rumbo por medio no magnéticos que permita transmitir información sobre el rumbo.
- Un repetidor del rumbo indicado por el girocompás u otro medio para facilitar visualmente información sobre el rumbo en el puesto de gobierno de emergencia, si lo hubiere;

- Un repetidor de las marcaciones indicadas por el girocompás u otro medio para obtener demoras en un arco de horizonte de 360º, utilizando el girocompás u otro medio.
- Indicadores de la posición del timón, del sentido de giro, empuje y paso de la hélice y de la modalidad de funcionamiento u otros medios para determinar y presentar visualmente el ángulo de medita del timón, la rotación de las hélices, la potencia y dirección del empuje y, si procede, la potencia y dirección del empuje lateral y el paso y la modalidad de funcionamiento, de manera que todos ellos sean legibles desde el puesto de órdenes de maniobra; y
- Una ayuda de seguimiento automático u otro medio para trazar automáticamente la distancia y la demora de otros blancos a fin de determinar el riesgo de abordaje.

Además, todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 3000 (V/19.2.7) tendrá un radar de 3 GHz o un segundo radar de 9 GHz. Todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 10000 (V/19.2.8) tendrán:

- Una ayuda de punteo de radar automática u otro medio para trazar automáticamente la distancia y la demora de otros 20 blancos como mínimo, conectada a un indicador de la velocidad y la distancia en el agua, a fin de determinar el riesgo de abordaje y simular una maniobra de prueba; y
- Un sistema de control del rumbo o de la derrota u otro medio para regular y mantener automáticamente el rumbo o una derrota recta.

16.2 COMUNICACIONES INTERIORES

Telégrafo de máquinas

El buque llevará un telégrafo de máquinas eléctrico para transmitir órdenes desde el puente de gobierno a la cámara de control de máquinas.

Teléfonos interiores

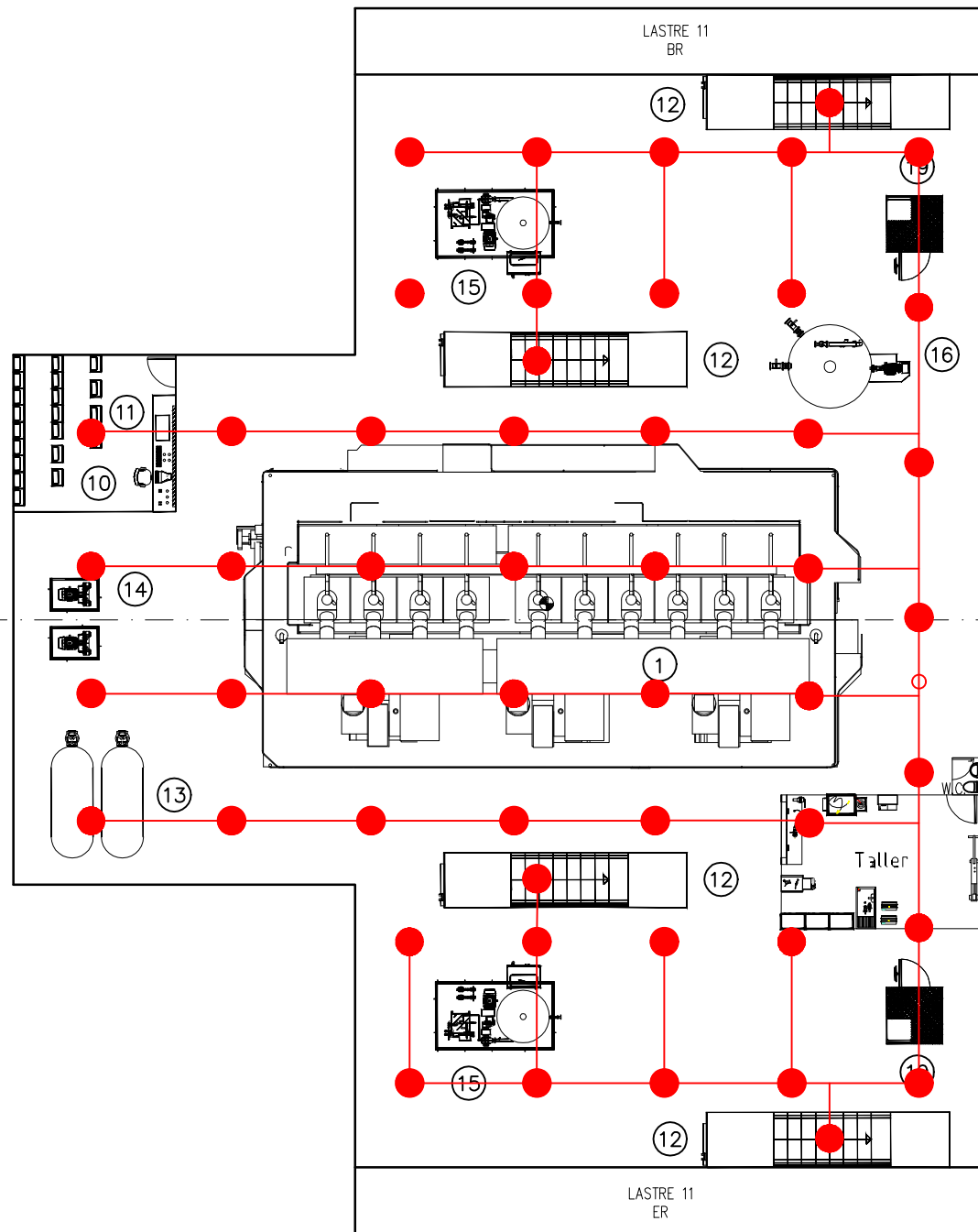
Se instalará un sistema de teléfonos interiores para poder comunicarse entre sí y cada uno con los siguientes locales: puente de gobierno, cámara de máquinas, camarote del capitán, camarote del jefe de máquinas, cámara de control de máquinas, local del servo.

Altavoces

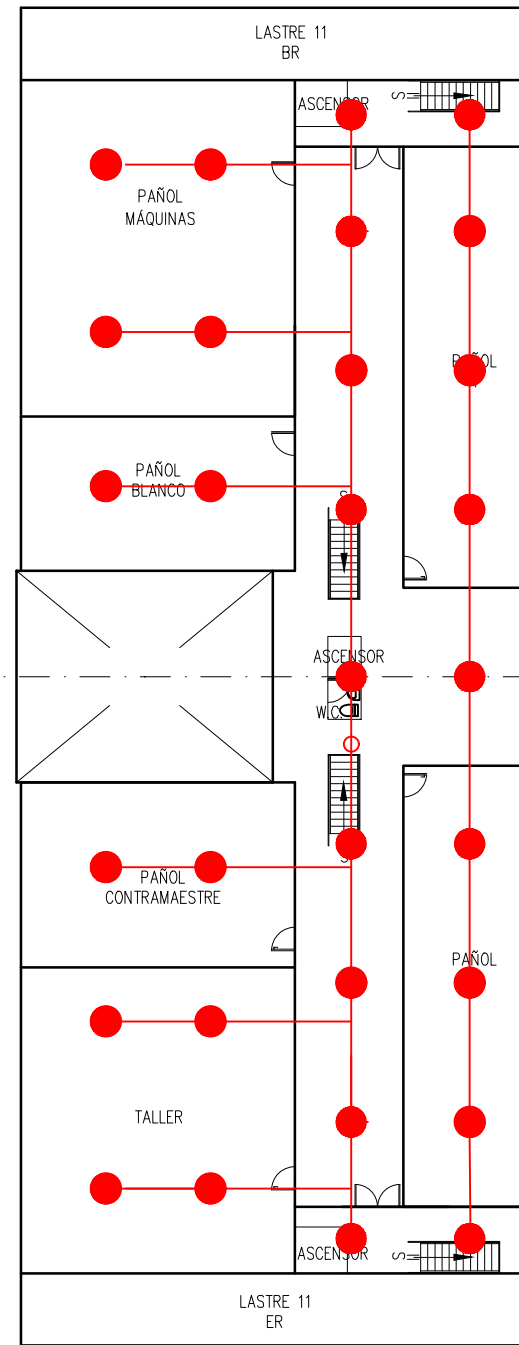
Se dispondrá un equipo de altavoces de órdenes en puente, castillo y toldilla. También se dispondrán altavoces en los comedores, salones y pasillos.

ANEXO I: EQUIPOS CONTRAINCENDIOS

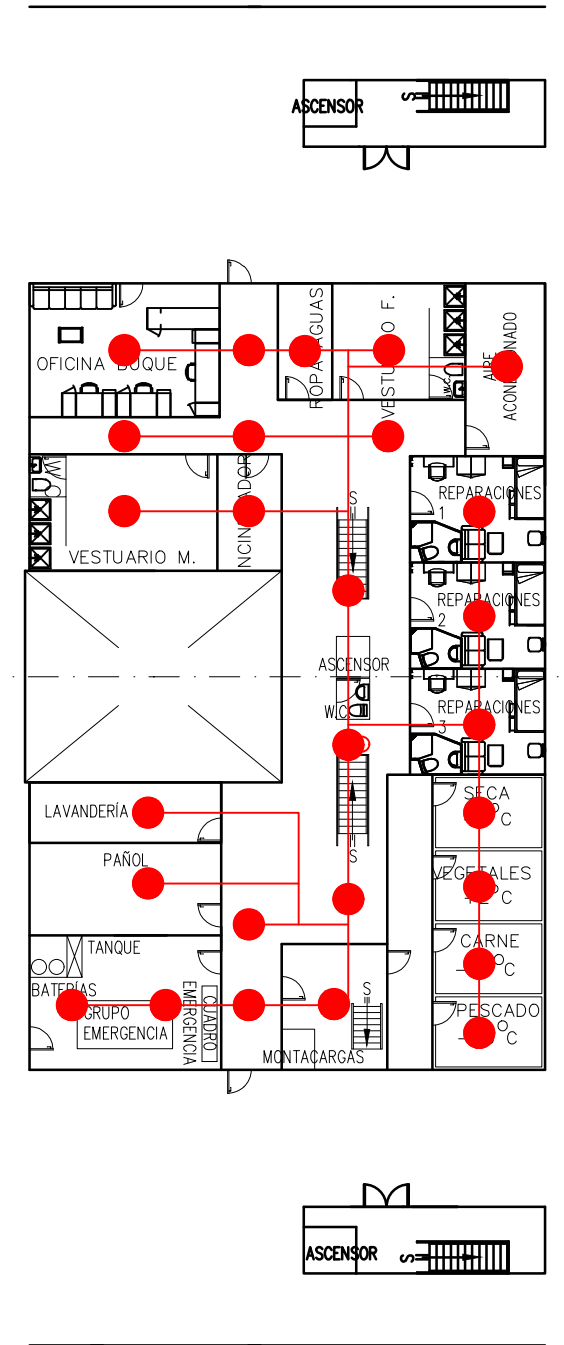
CUB. -2



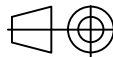
CUB. -1



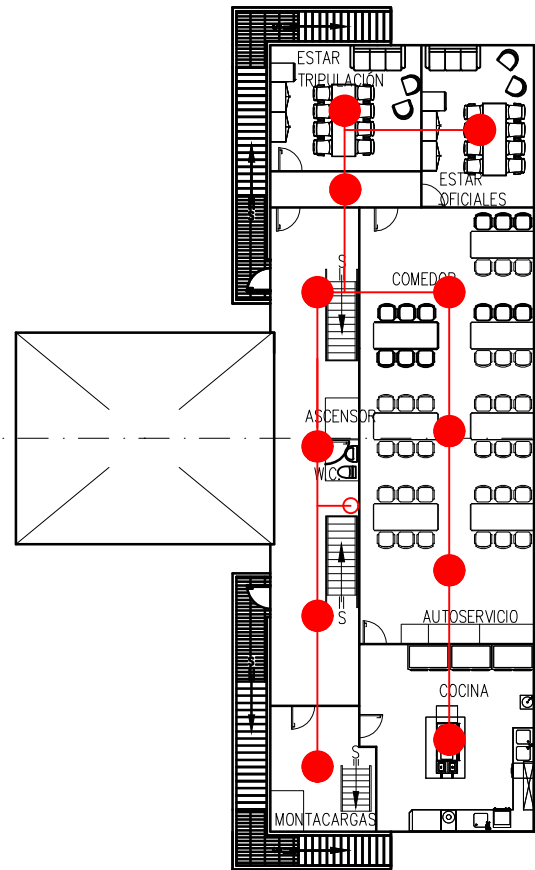
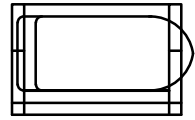
CUB. PPAL



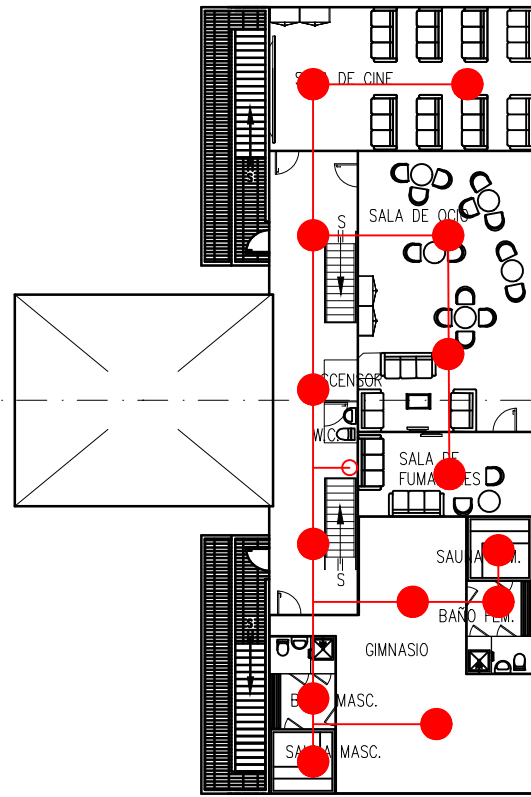
| | |
|------------------------------------|----------|
| ESLORA TOTAL, LOA: | 333.37 m |
| ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: | 318.40 m |
| MANGA, B: | 44.23 m |
| PUNTAL, D: | 26.41 m |
| CALADO, T: | 14.73 m |
| PERSONAS: | 28 |

| | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|--------------|--|-------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:250 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
|  | Título: AGUA NEBULIZADA | | | Num plano: | Hoja: |
| | Sustituido por: | | | 23 | 1/3 |
| | | | Sustituye a: | | |

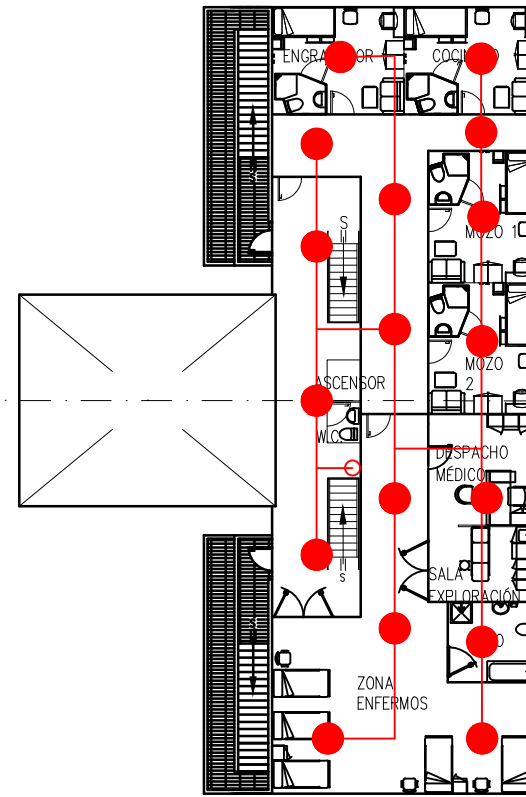
CUB. 1



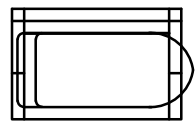
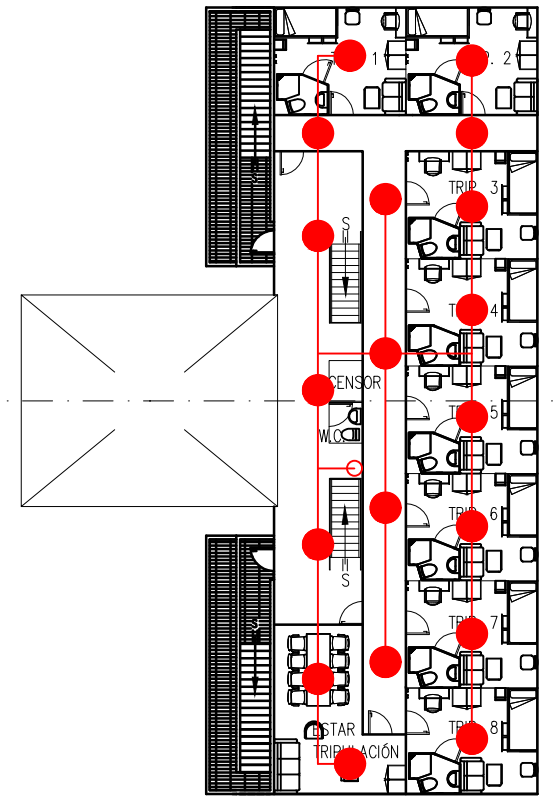
CUB. 2



CUB. 3



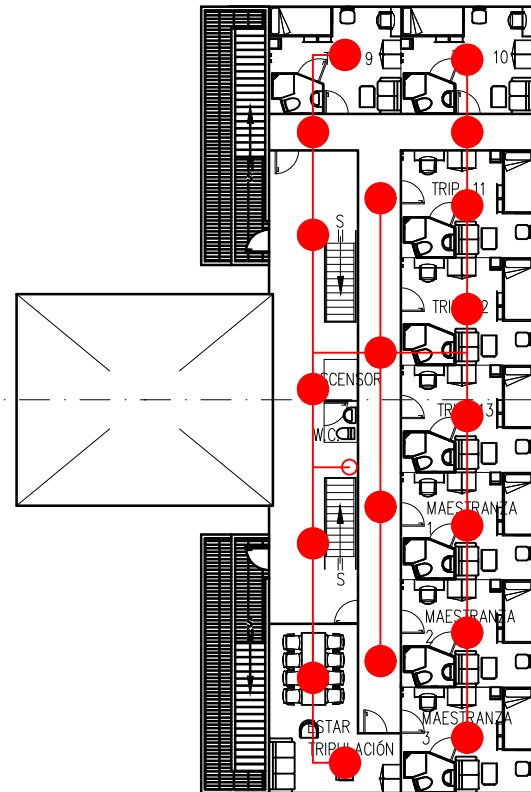
CUB. 4



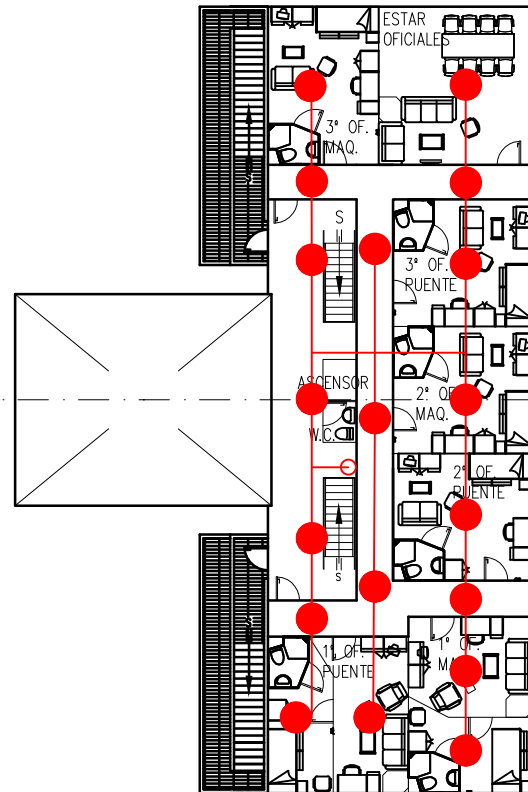
ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

| | | | | | |
|------------|----------------------------|-------------|-----------|--|--------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:250 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
| | Título: AGUA NEBULIZADA | | | Num plano: 24 | Rev: |
| | | | | Sustituido por: | Sustituye a: |
| | | | Hoja: 2/3 | | |

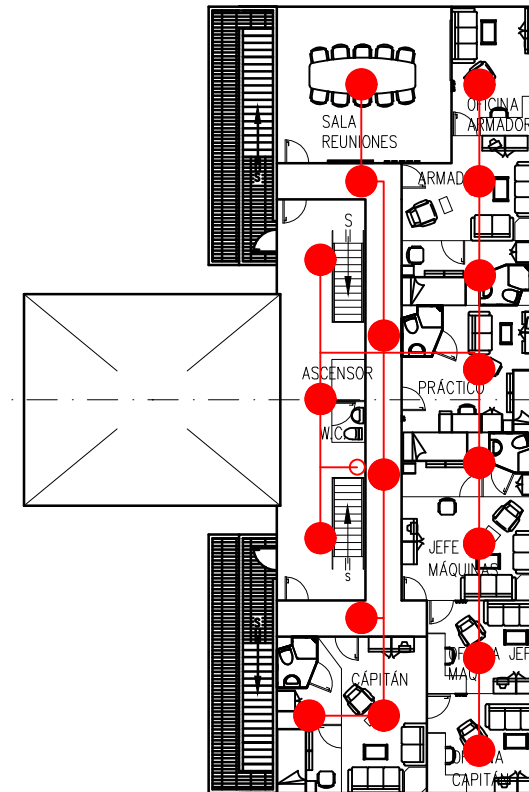
CUB. 5



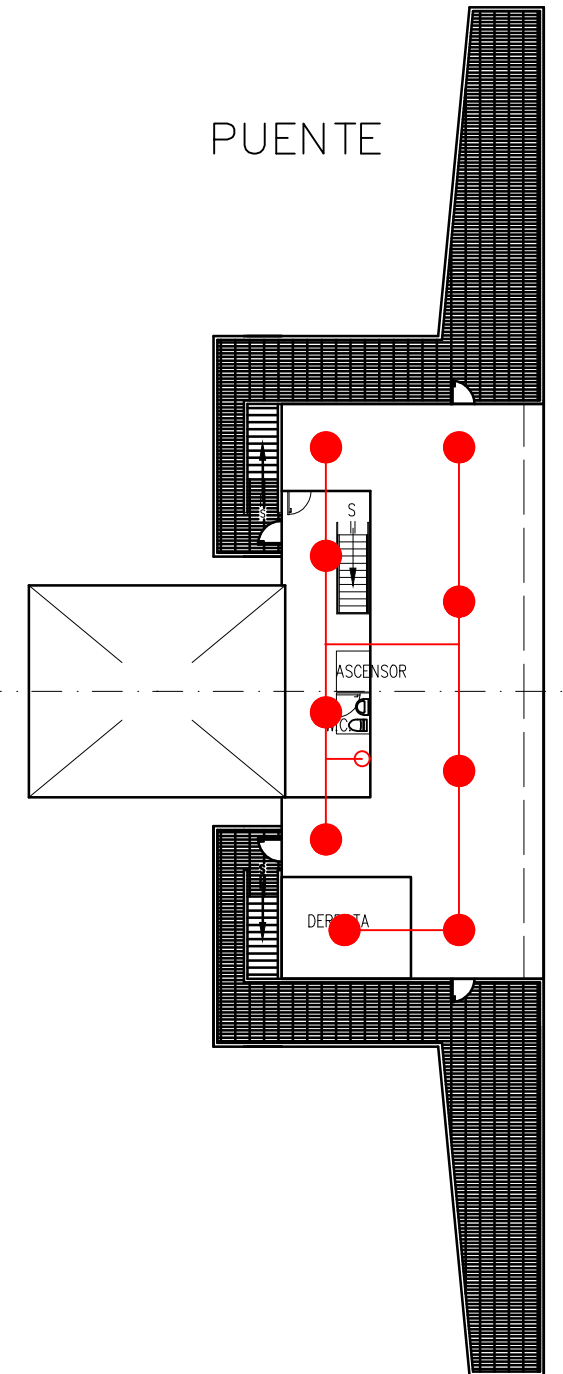
CUB. 6



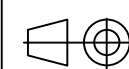
CUB. 7

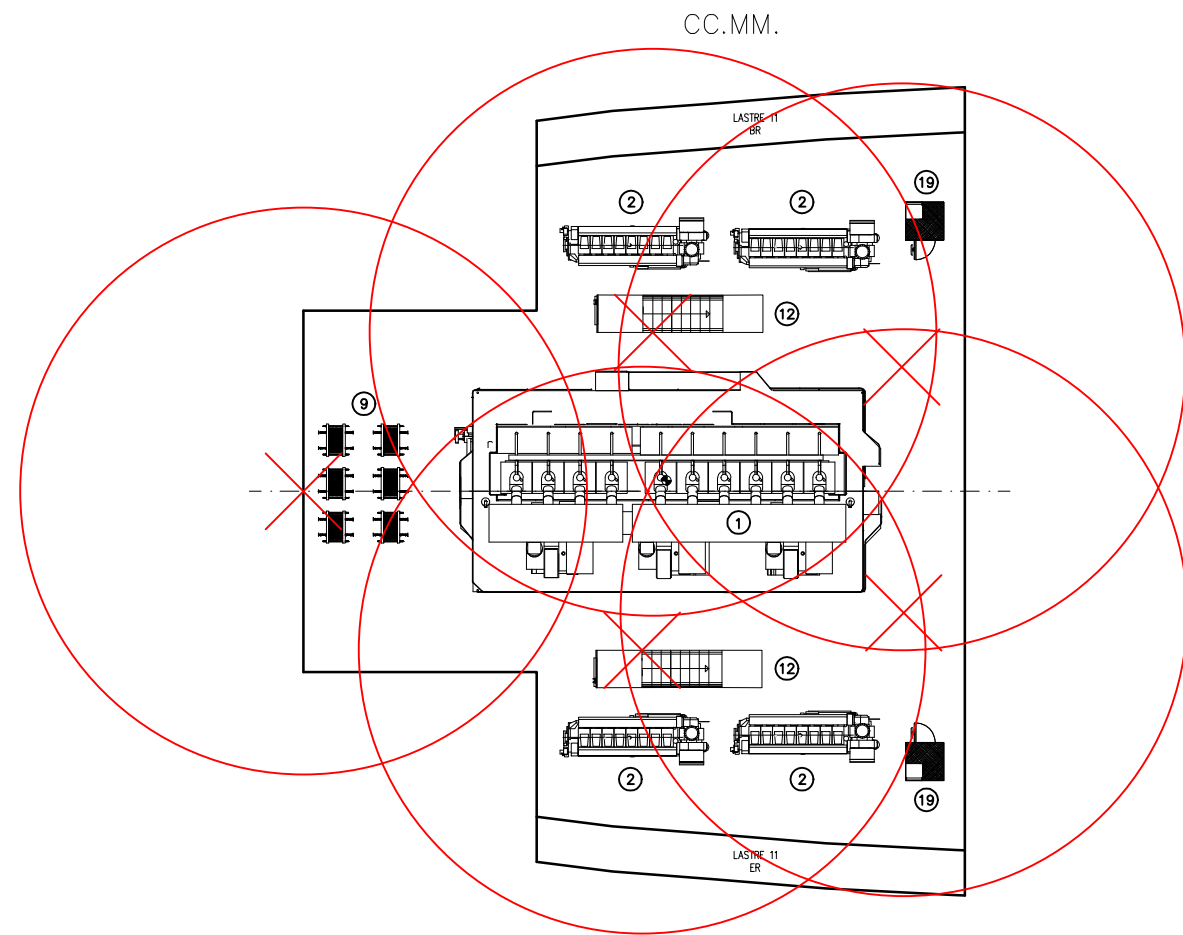
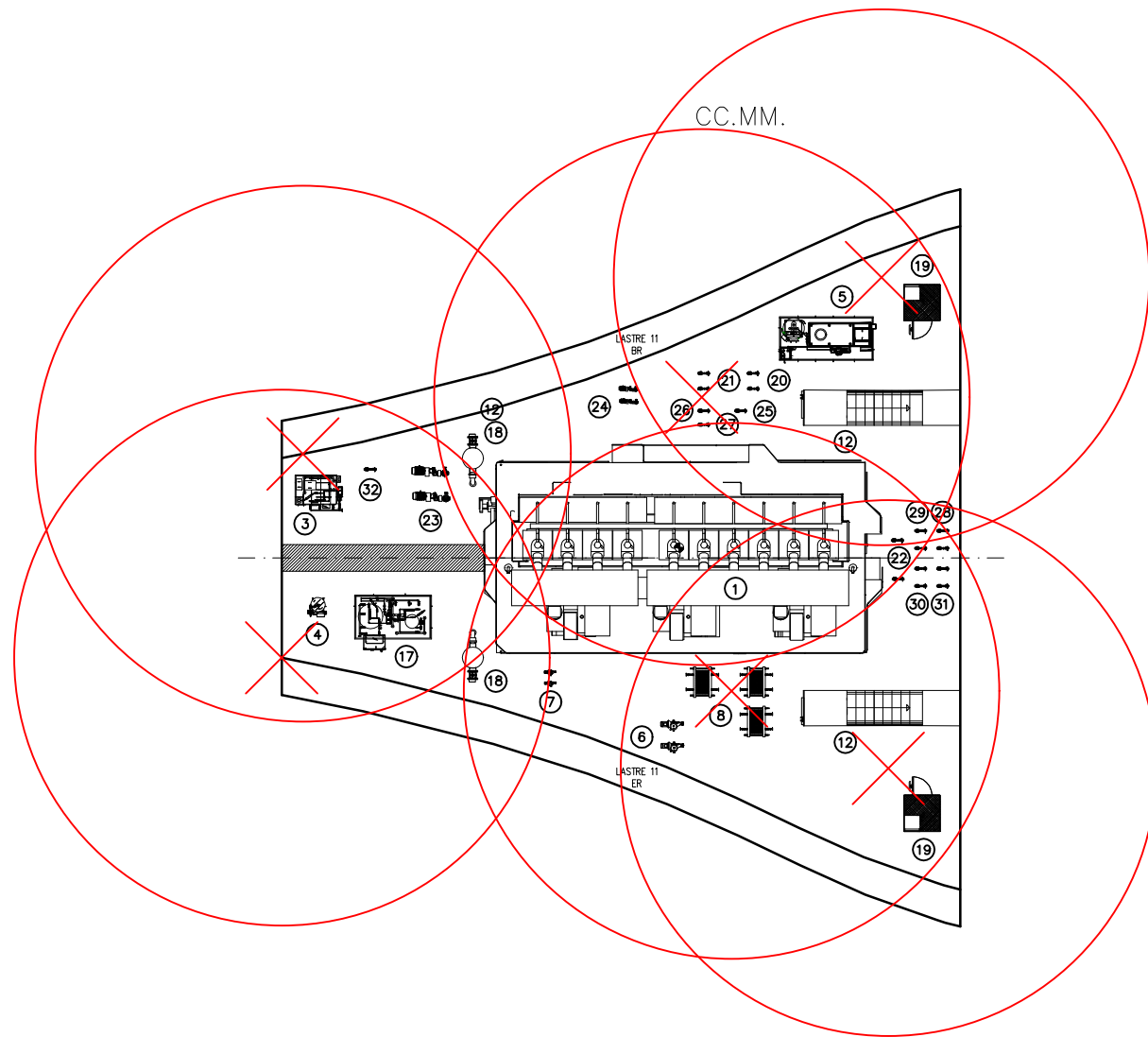


PUENTE

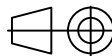


ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

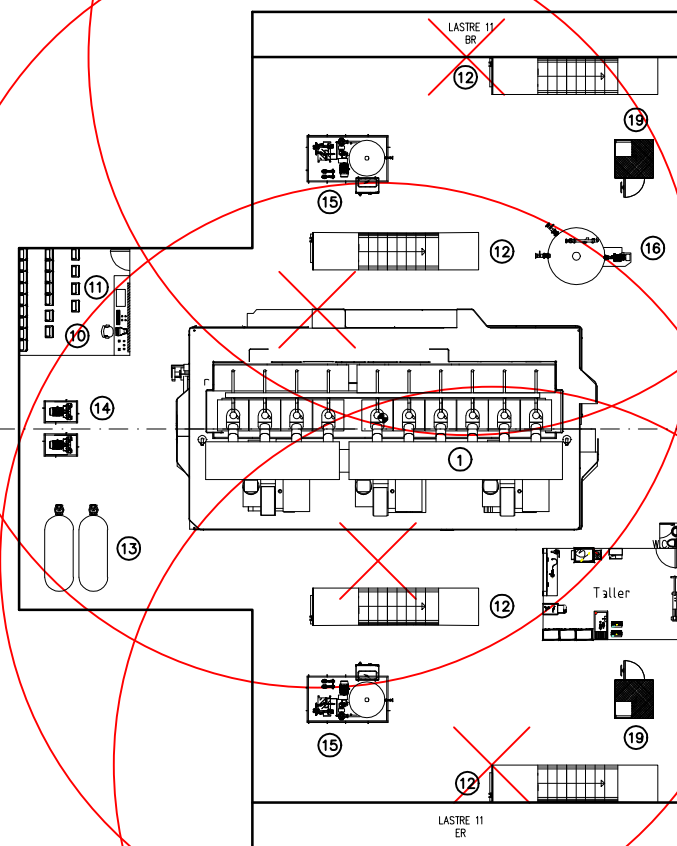
| | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|--------|--|-----------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:250 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
|  | Título: AGUA NEBULIZADA | | | Num plano: 25 | Rev: |
| | | | | Hoja: 3/3 | Sustituido por: |



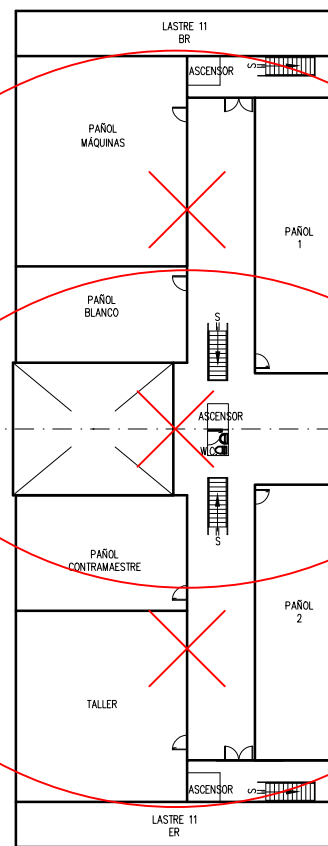
ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

| | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|--------|--|-----------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:400 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
|  | Título: BOCAS DE INCENDIOS | | | Num plano: 26 | Rev: |
| | | | | Hoja: 1/5 | Sustituido por: |

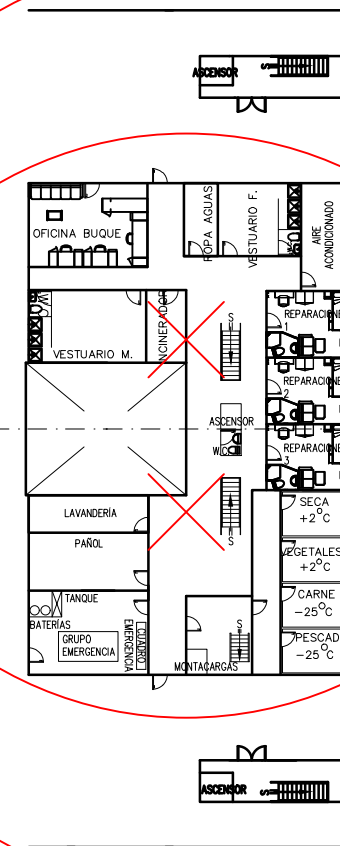
CUB. -2



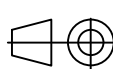
CUB. -1



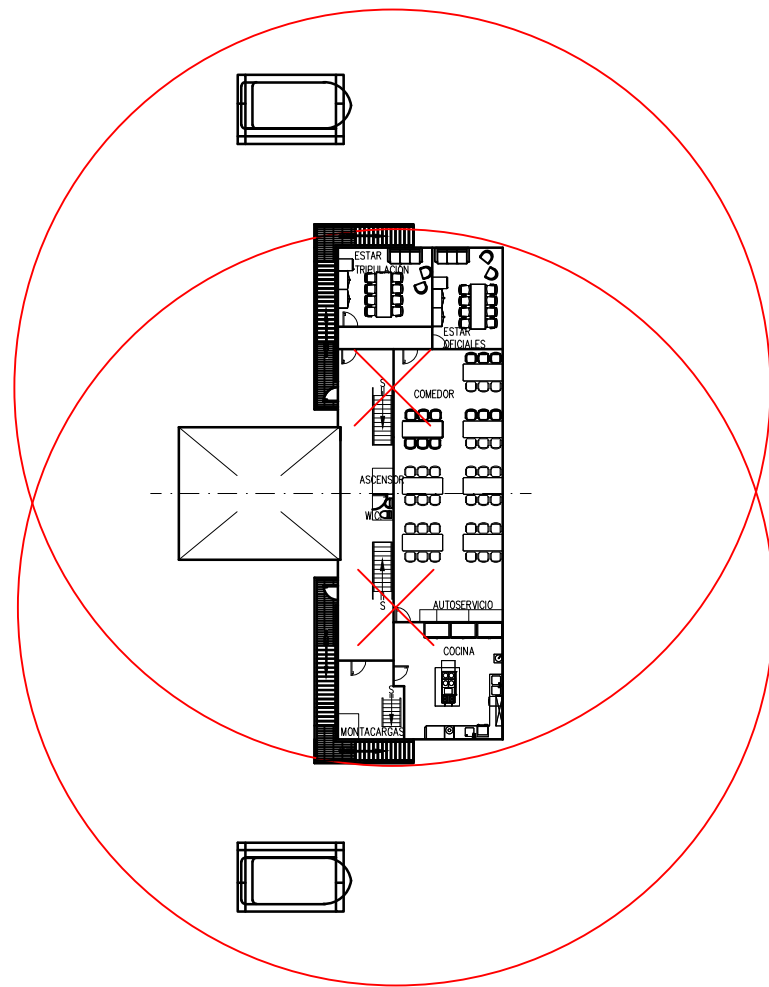
CUB. PPAL



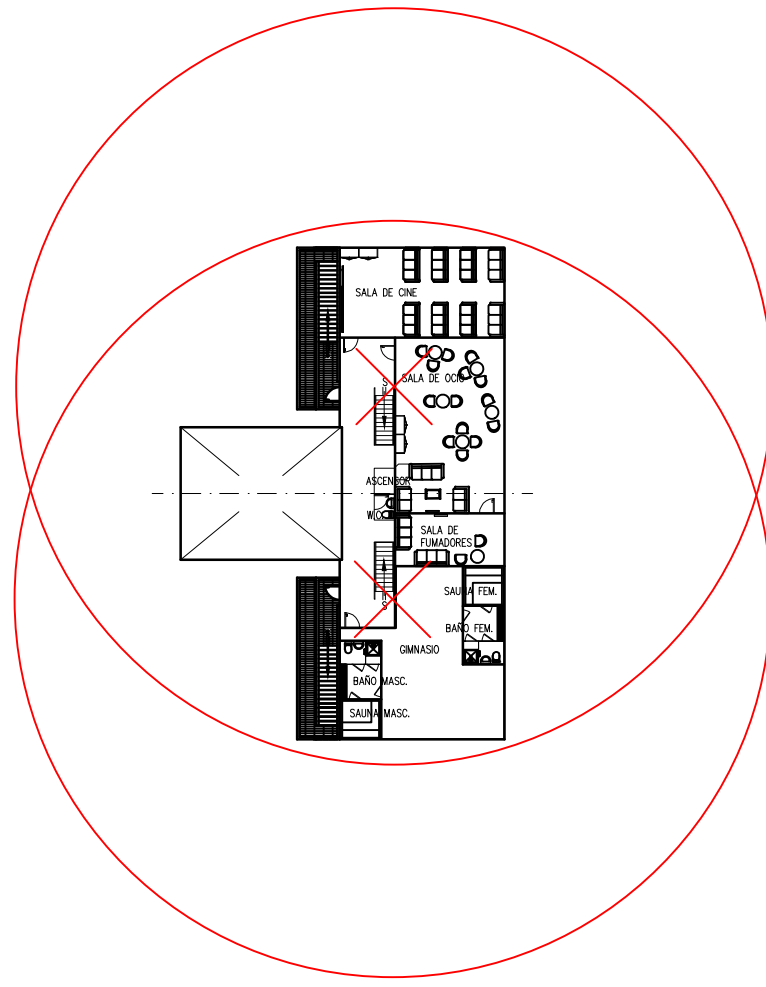
ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

| | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|-----------|--|--------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:400 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
|  | Título: BOCAS DE INCENDIOS | | | Num plano: 27 | Rev: |
| | | | | Sustituido por: | Sustituye a: |
| | | | Hoja: 2/5 | | |

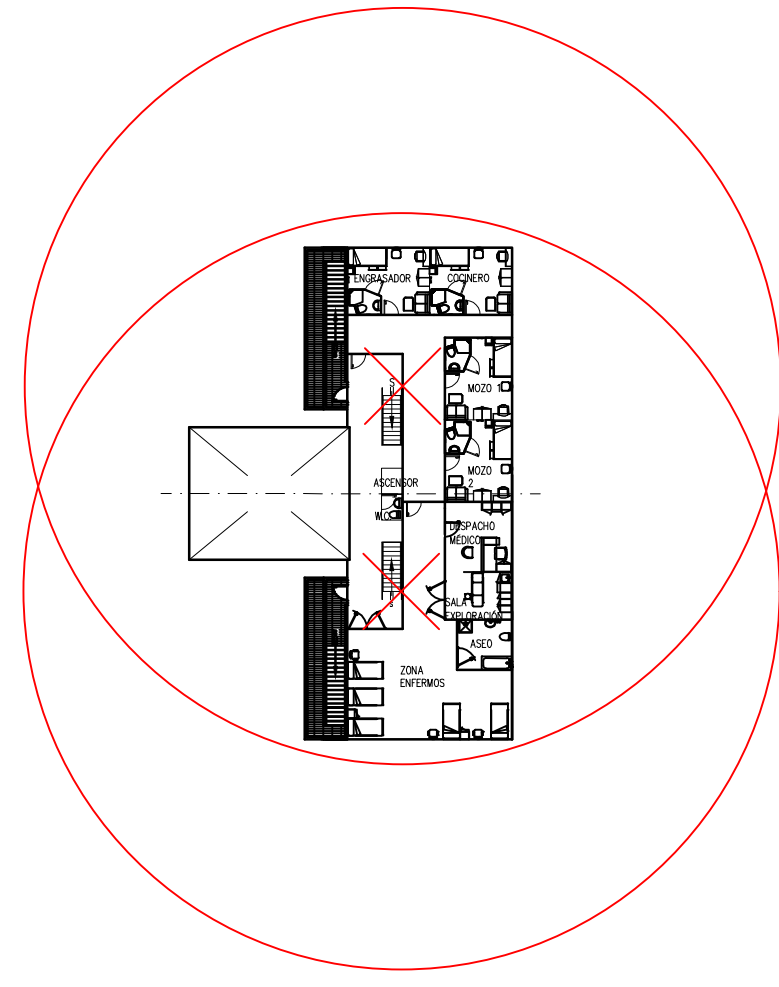
CUB. 1



CUB. 2



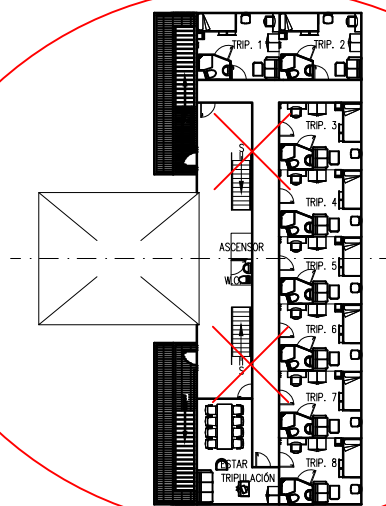
CUB. 3



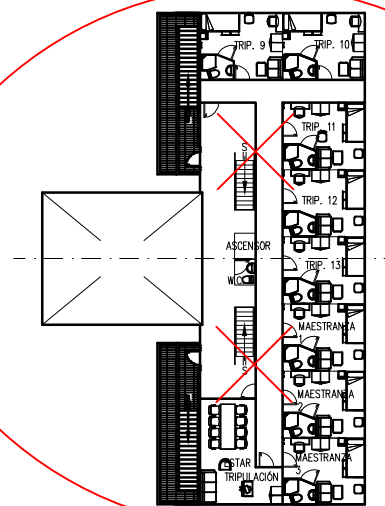
ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

| | | | | | |
|------------|----------------------------|-------------|-----------|--|--------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:400 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
| | Título: BOCAS DE INCENDIOS | | | Num plano: 28 | Rev: |
| | | | | Sustituido por: | Sustituye a: |
| | | | Hoja: 3/5 | | |

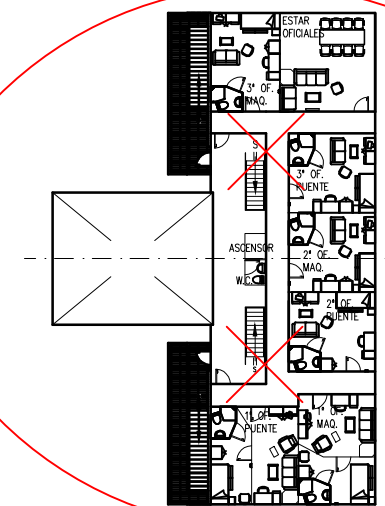
CUB. 4



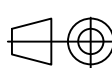
CUB. 5



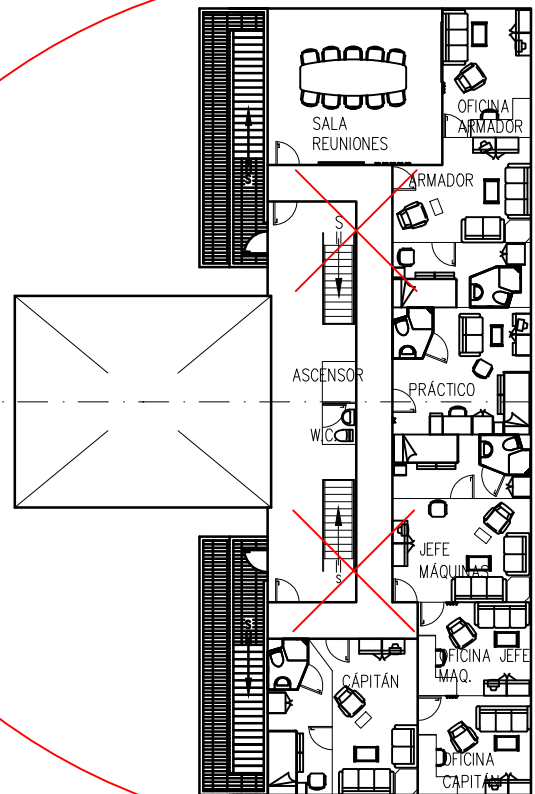
CUB. 6



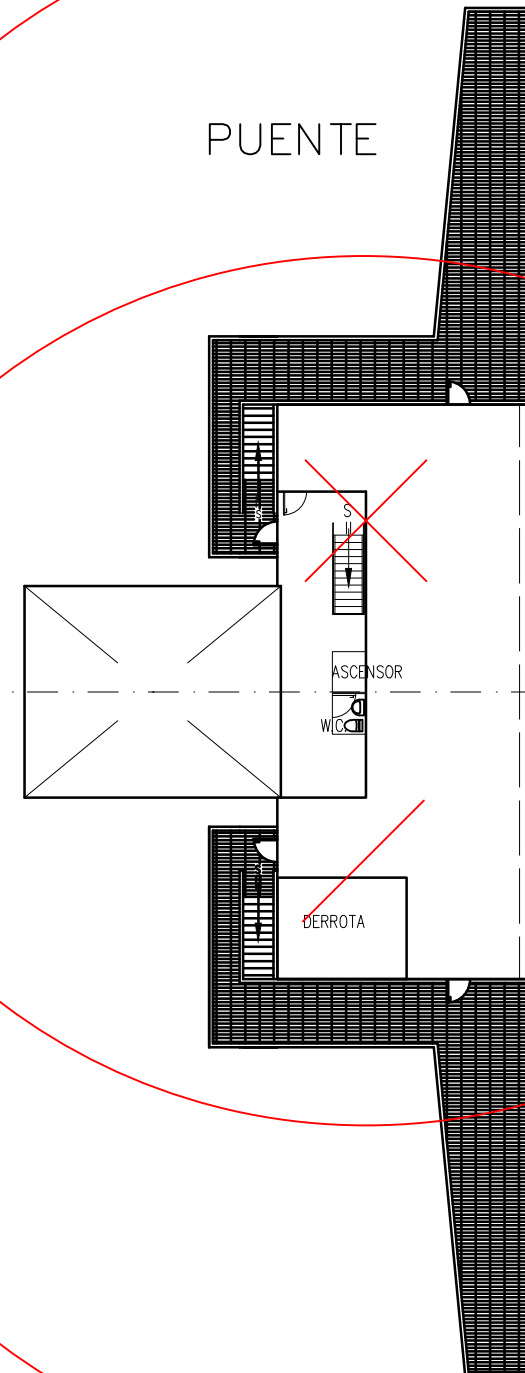
ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

| | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|-----------|--|--------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:400 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
|  | Título: BOCAS DE INCENDIOS | | | Num plano: 29 | Rev: |
| | | | | Sustituido por: | Sustituye a: |
| | | | Hoja: 4/5 | | |

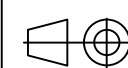
CUB. 7

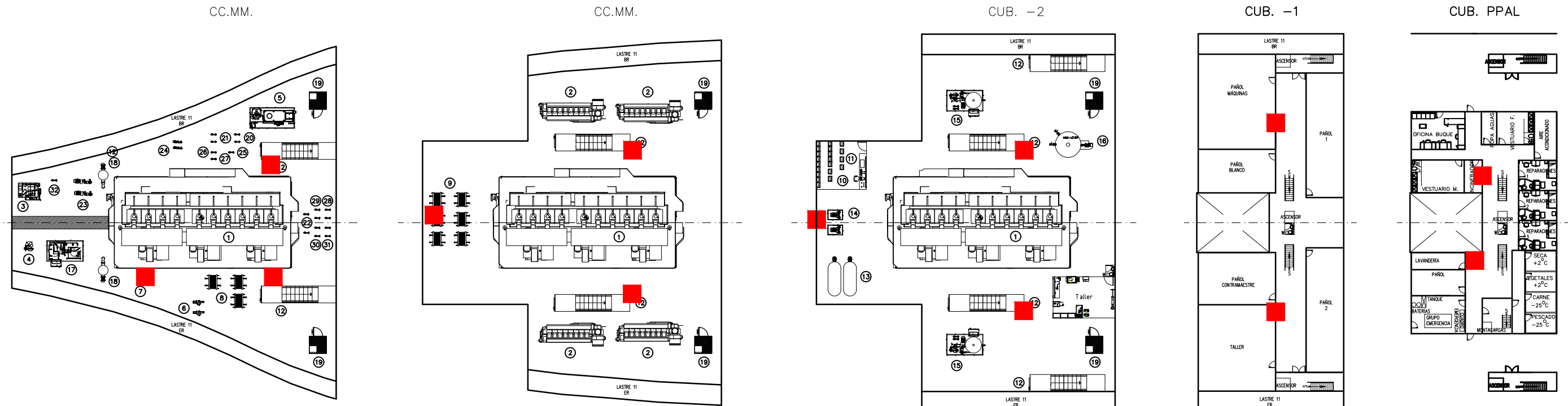


PUENTE

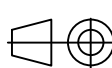


ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

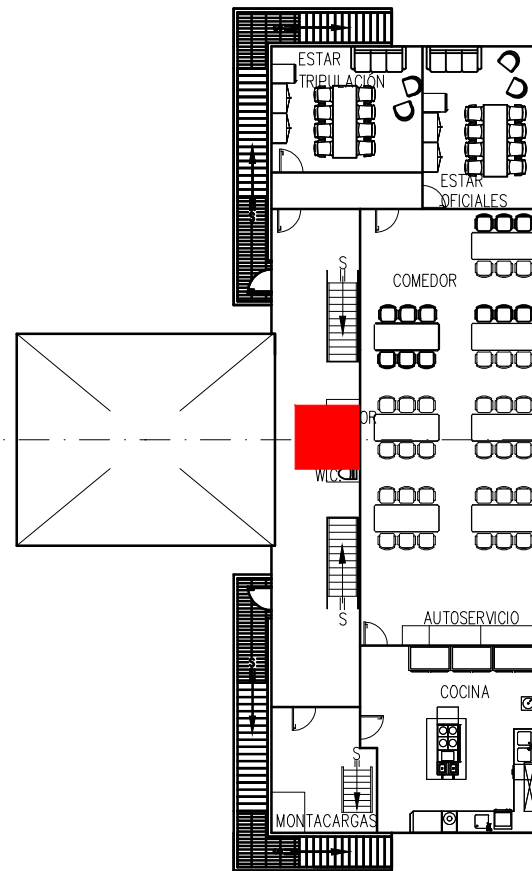
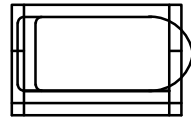
| | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|--------|--|--------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:250 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
|  | Título: BOCAS DE INCENDIOS | | | Num plano: 30 | Rev: |
| | | | | Hoja: 5/5 | Sustituye a: |
| | | | | Sustituido por: | |



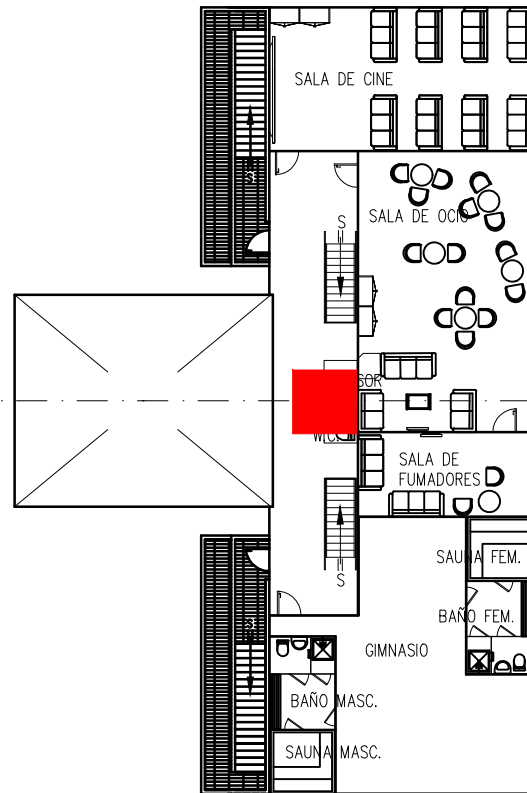
ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

| | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|-----------|--|--------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:500 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
|  | Título: EXTINTORES | | | Num plano: 31 | Rev: |
| | | | | Sustituido por: | Sustituye a: |
| | | | Hoja: 1/3 | | |

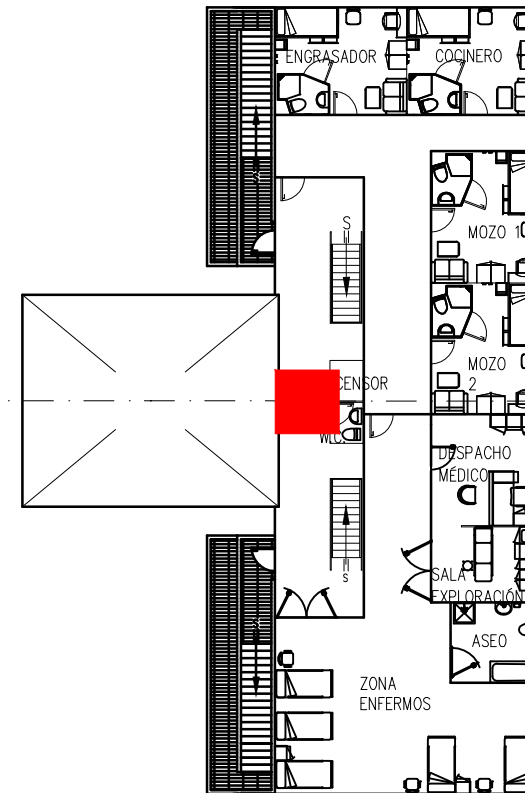
CUB. 1



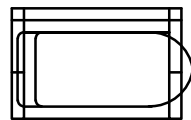
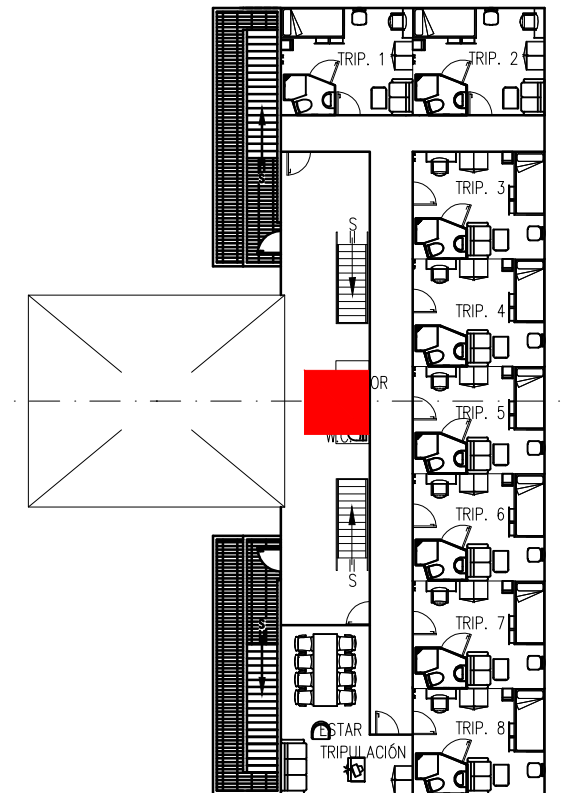
CUB. 2



CUB. 3



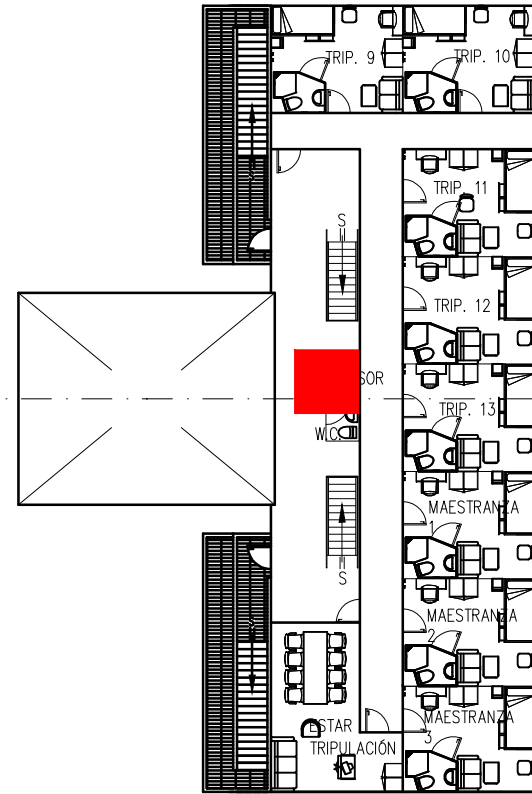
CUB. 4



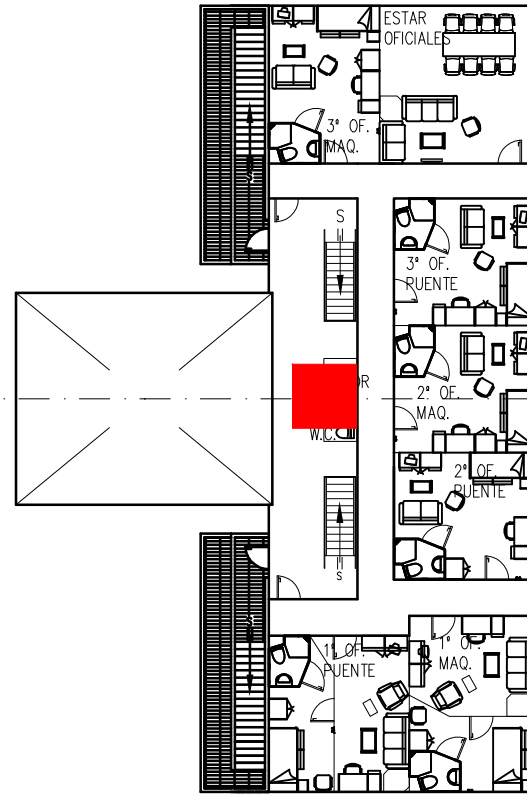
ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

| | | | | | |
|------------|----------------------------|-------------|--------|--|--------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:250 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
| | Título: EXTINTORES | | | Num plano: 32 | Rev.: |
| | | | | Hoja: 2/3 | |
| | | | | Sustituido por: | Sustituye a: |

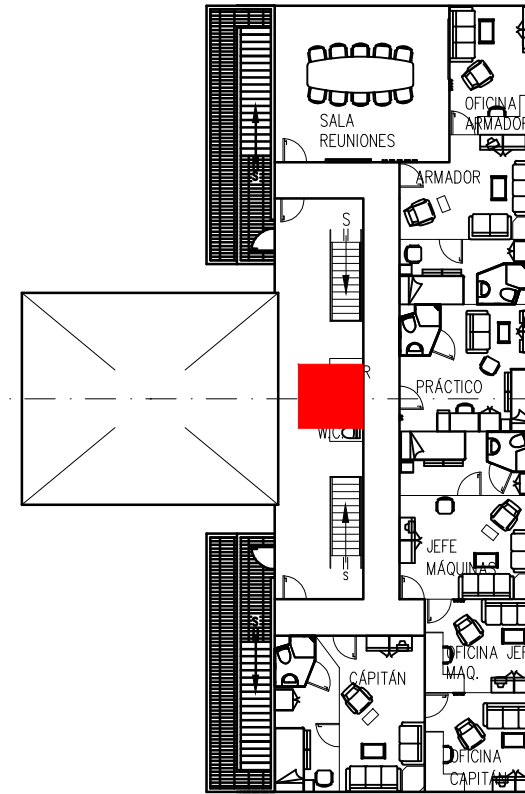
CUB. 5



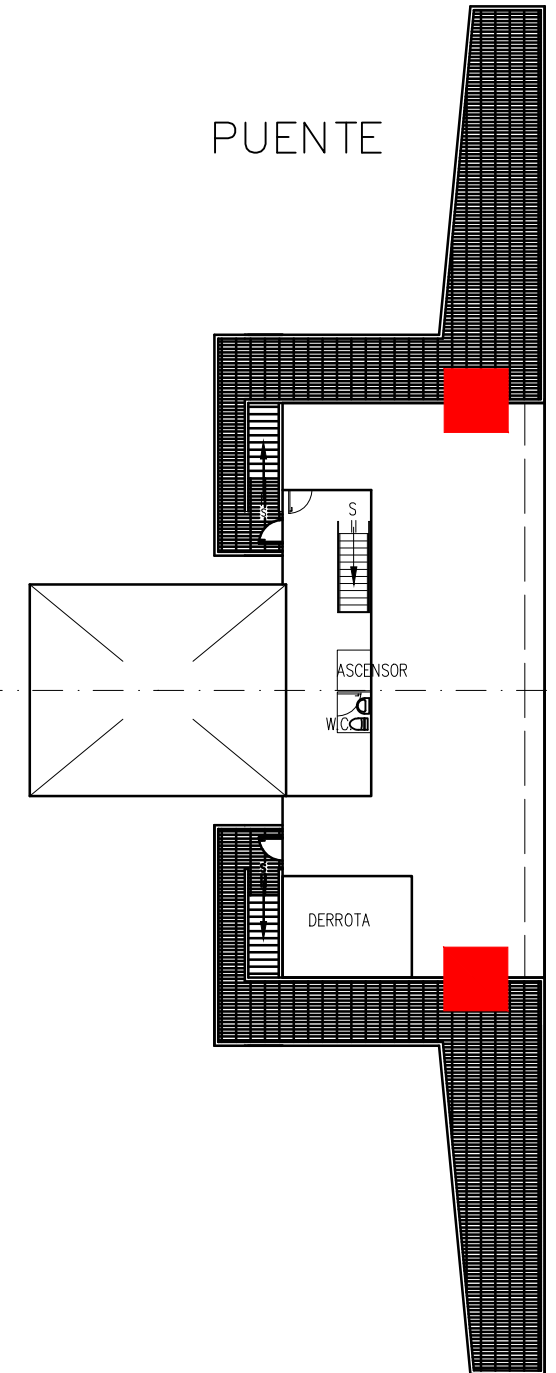
CUB. 6



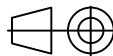
CUB. 7



PUENTE

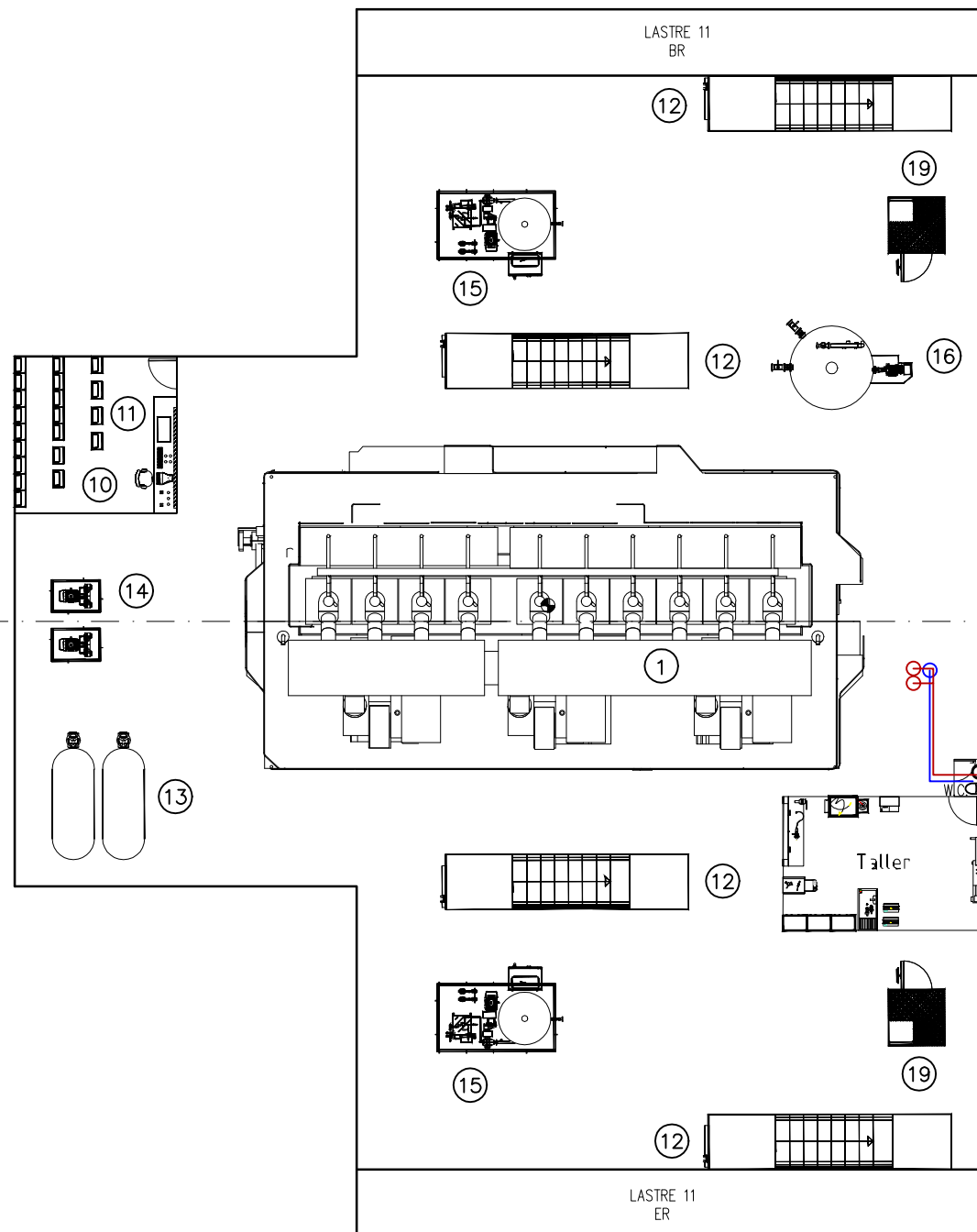


ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

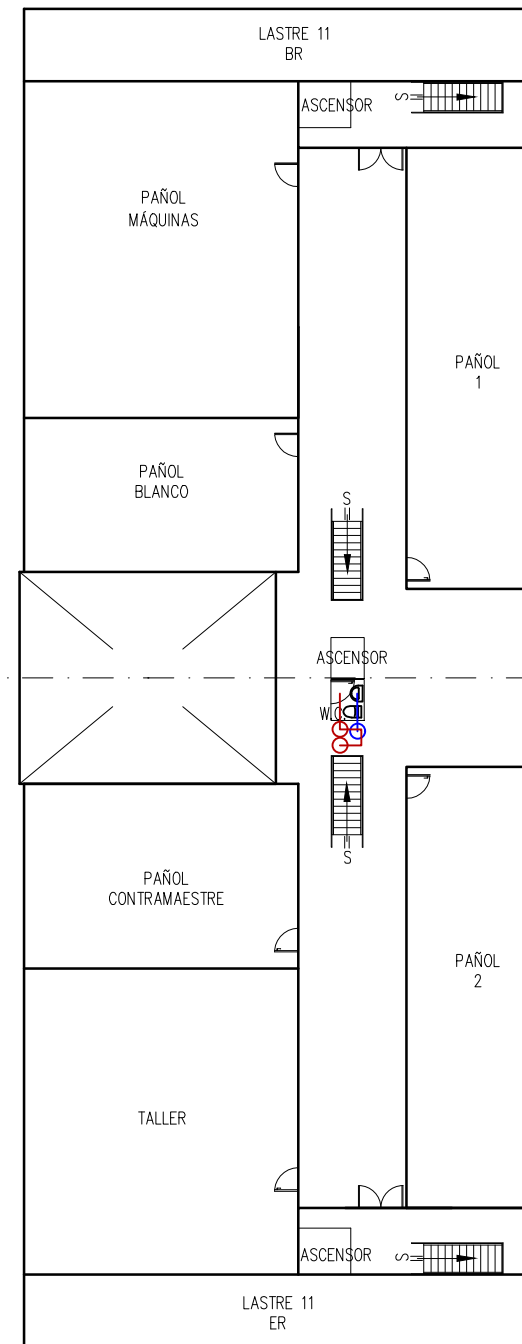
| | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|--------|--|--------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:250 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
|  | Título: EXTINTORES | | | Num plano: 33 | Rev: |
| | | | | Hoja: 3/3 | |
| | | | | Sustituido por: | Sustituye a: |

ANEXO II: GENERACIÓN AGUA DULCE

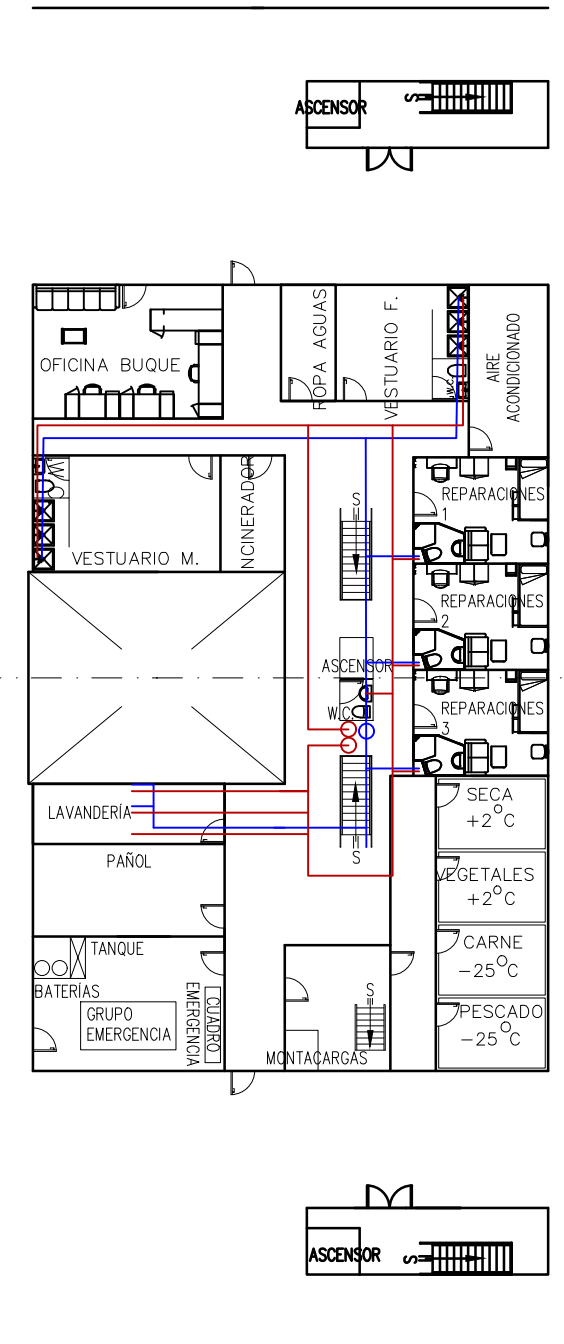
CUB. -2



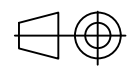
CUB. -1



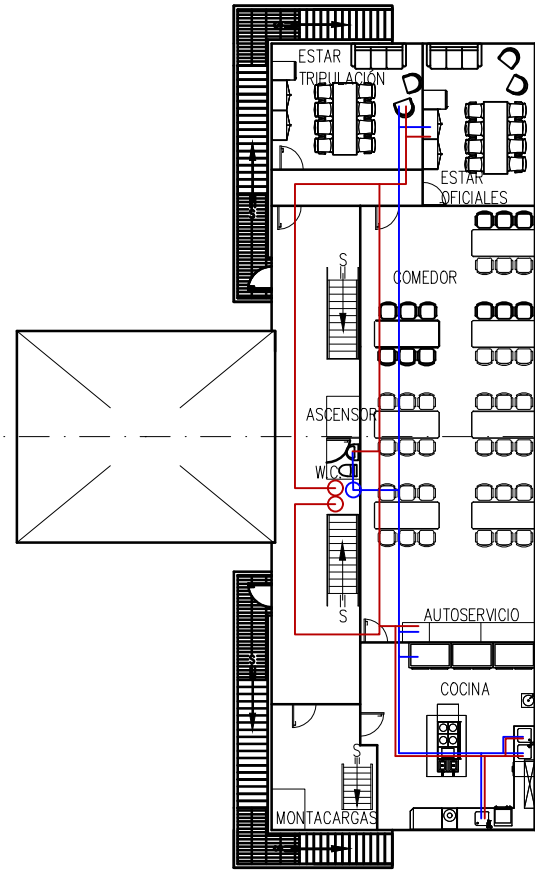
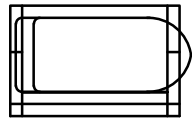
CUB. PPAL



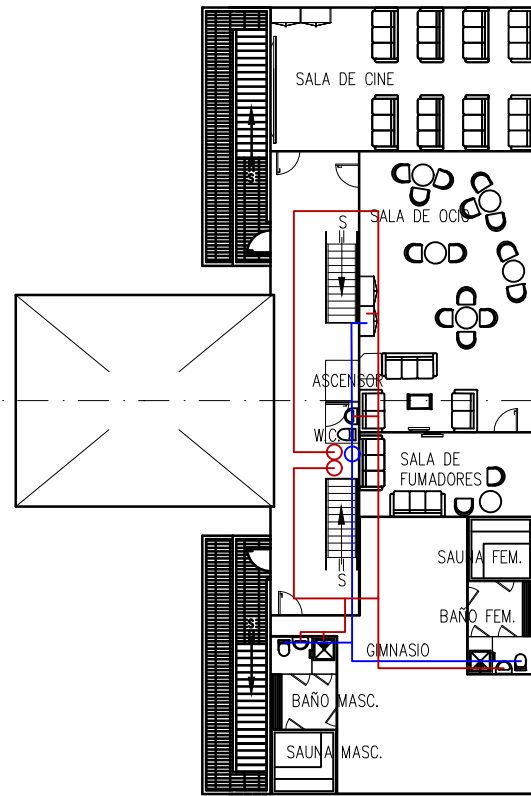
ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

| | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------|--------|--|--------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:250 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
|  | Título: GENERACIÓN AGUA DULCE | | | Num plano: 34 | Rev: |
| | | | | Hoja: 1/3 | |
| | | | | Sustituido por: | Sustituye a: |

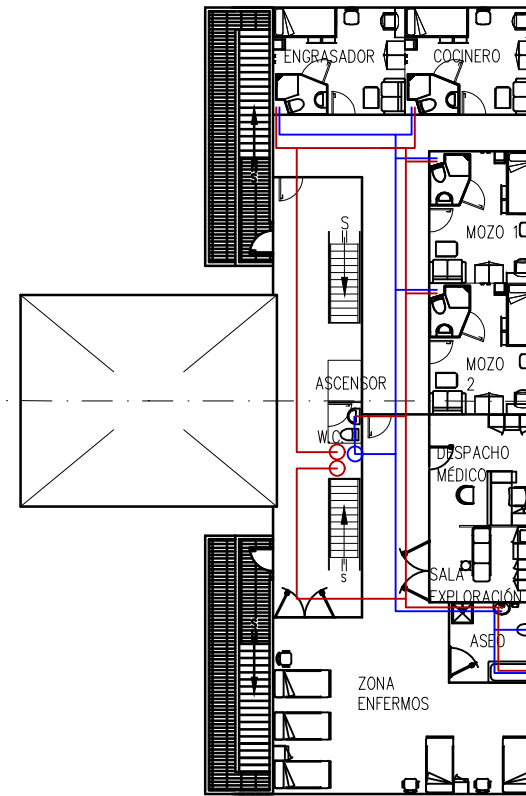
CUB. 1



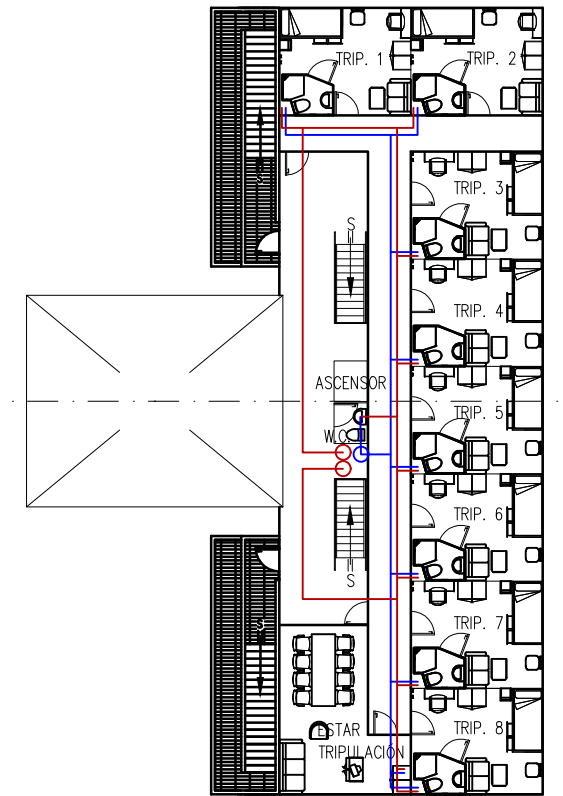
CUB. 2



CUB. 3



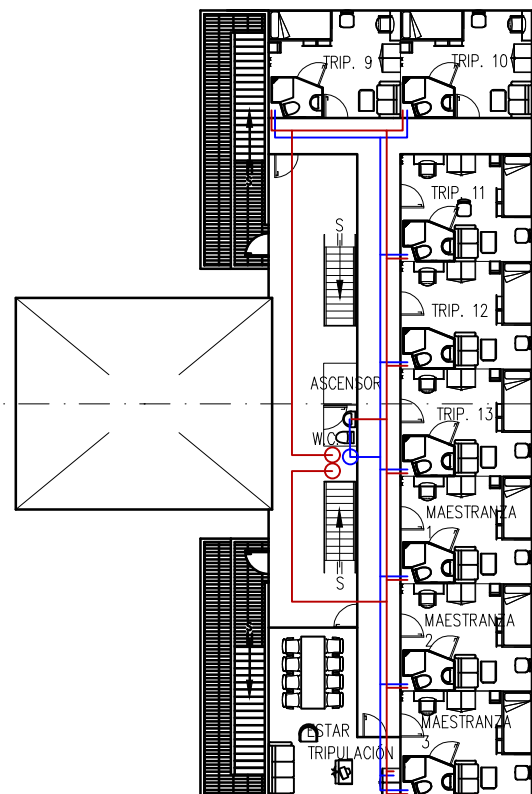
CUB. 4



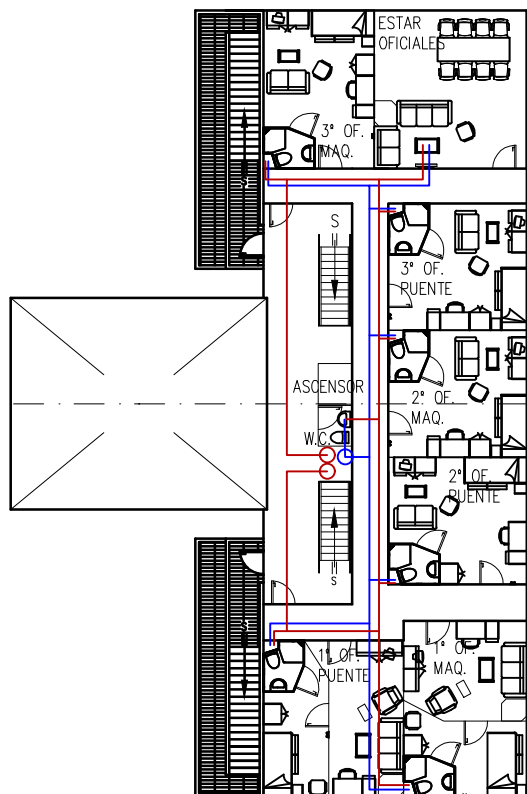
ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

| | | | | | |
|------------|-------------------------------|-------------|--------|--|--------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:250 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
| | Título: GENERACIÓN AGUA DULCE | | | Num plano: 35 | Rev. |
| | | | | Hoja: 2/3 | |
| | | | | Sustituido por: | Sustituye a: |

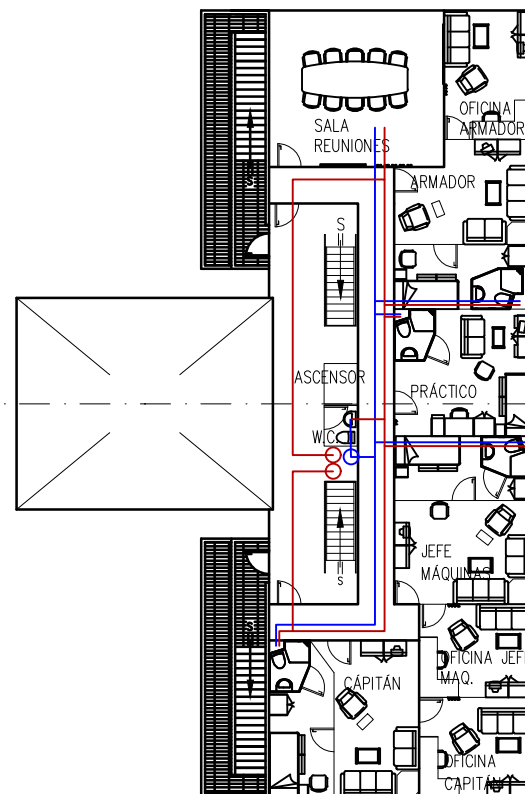
CUB. 5



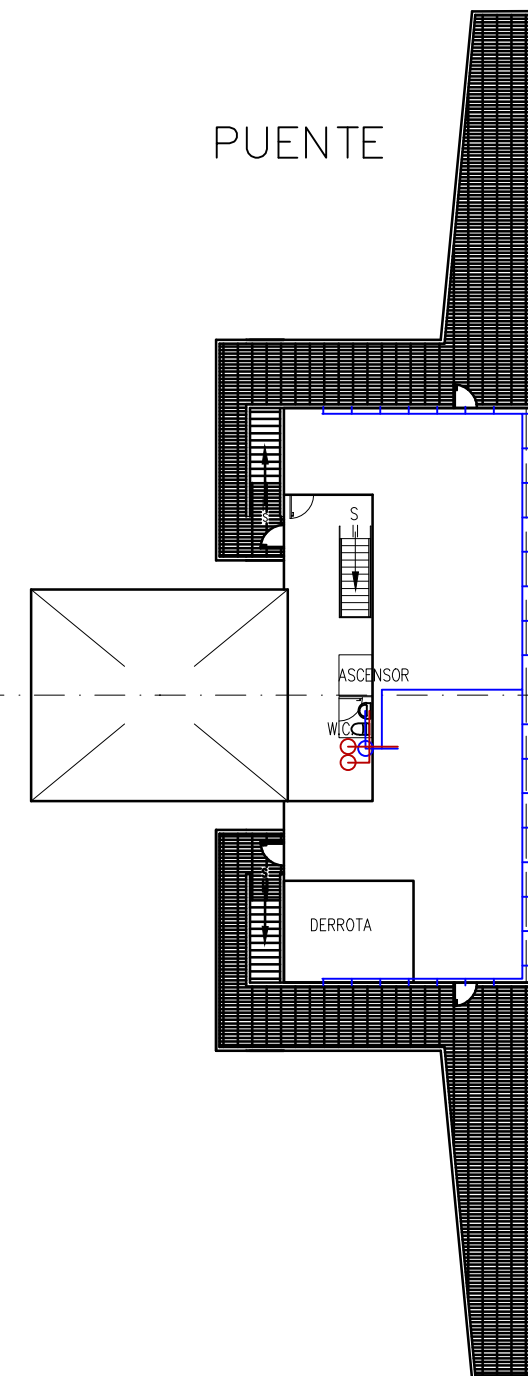
CUB. 6



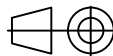
CUB. 7



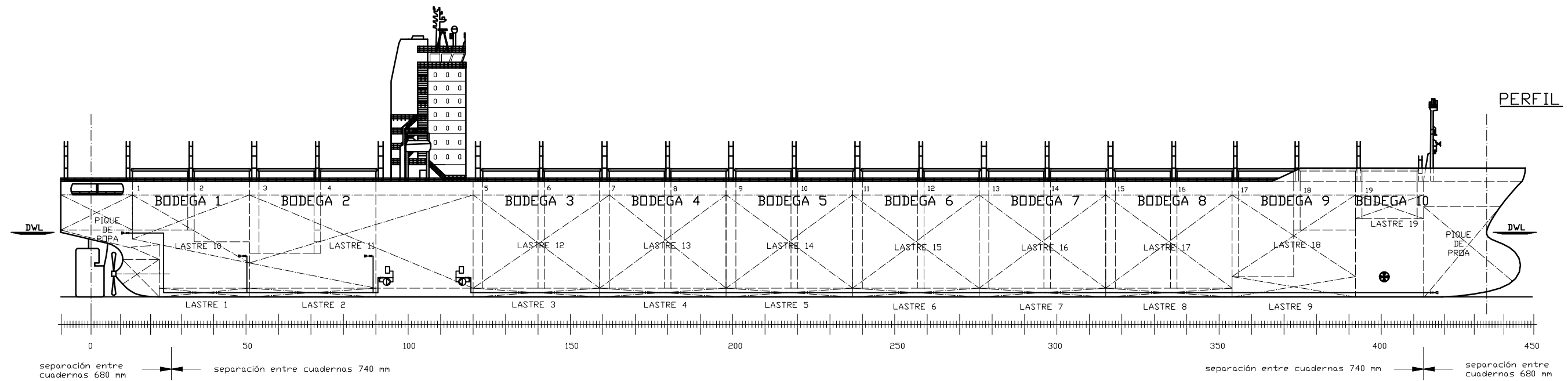
PUENTE



ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

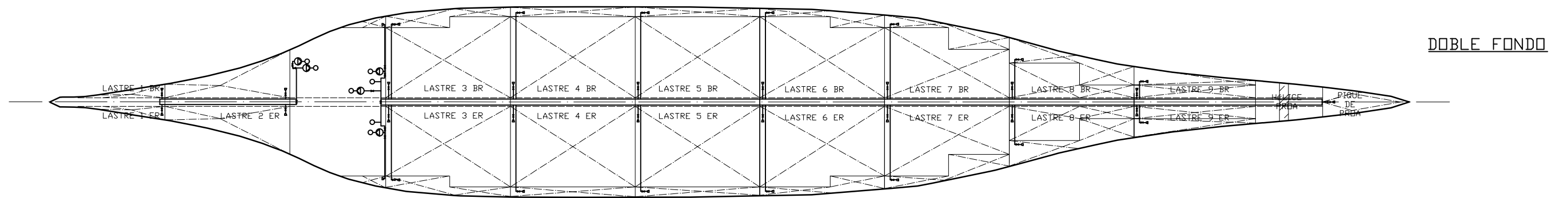
| | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------|--------|--|-----------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:250 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
|  | Título: GENERACIÓN AGUA DULCE | | | Num plano: 36 | Rev: |
| | | | | Hoja: 3/3 | Sustituido por: |

ANEXO III: SISTEMA DE LASTRE

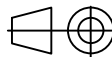


separación entre cuadernas 680 mm separación entre cuadernas 740 mm

separación entre cuadernas 740 mm separación entre cuadernas 680 mm



ESLORA TOTAL, LOA: 333.37 m
 ESLORA ENTRE PERPENDICULARES, LPP: 318.40 m
 MANGA, B: 44.23 m
 PUNTAL, D: 26.41 m
 CALADO, T: 14.73 m
 PERSONAS: 28

| | | | | | |
|---|----------------------------|-------------|-----------|--|--------------|
| Estado | Fecha | Nombre | Firmas | Proyecto: | A3 |
| Dibujado | 23/11/17 | Nadia Conde | | Portacontenedores 9000 TEU's | |
| Comprobado | | | | | |
| Escala: | Num proyecto: 18 - 02 | | | Escuela Politécnica Superior de Ferrol | |
| 1:1000 | Alumna: Nadia Conde Alonso | | | | |
|  | Título: SISTEMA DE LASTRE | | | Num plano: 37 | Rev: |
| | | | | Sustituido por: | Sustituye a: |
| | | | Hoja: 1/1 | | |