



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



## Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2022/23

---

*PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA,  
AUXILIAR A OTRA DE EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO  
Y GAS EN AGUAS PROFUNDAS*

---

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Manuel Martínez Suárez

TUTOR

Vicente Díaz Casás

FECHA

FEBRERO 2023

# 1 TÍTULO Y RESUMEN

## 1.1 O Proxecto

Nas seguintes páxinas desenvolverase o deseño dunha plataforma TLP que servirá de apoio a outra de extracción e produción en augas profundas, servindo para a acomodación do persoal técnico e para a estiba da carga na cuberta.

O proxecto comezará cunha análise do mercado do oil&gas para coñecer o estado do arte do sector offshore e así comezar a valorar unha posible xeometría inicial da unidade; cun estudo sobre o emprazamento, e recompilando unha base de datos de plataformas similares para o seu posterior estudo.

Unha vez analizada a base de datos, e atendendo aos requirimentos esixidos nos RPA, áchanse os elementos que conforman a xeometría da unidade, describindo os pesos e empuxes que producen.

Realizarase mediante simulación un estudo hidrodinámico sobre as forzas que actúan na plataforma para coñecer así as esixencias de cargas sobre o sistema de tendóns. Por último, describiranse os equipos e servizos da plataforma, o sistema de xeración e distribución de electricidade e a localización e volume dos tanques de consumibles e lastre.

## 1.2 El proyecto

En las siguientes páginas se desarrollará el diseño de una plataforma TLP que servirá de apoyo a otra de extracción y producción en aguas profundas, sirviendo para la acomodación del personal técnico y para la estiba de carga en cubierta.

El proyecto comenzará con un análisis del mercado del oil&gas para conocer el estado del arte del sector offshore y así comenzar a valorar una posible geometría inicial de la unidad; con un estudio sobre el emplazamiento, y recopilando una base de datos de plataformas similares para su posterior estudio.

Una vez analizada la base de datos, y atendiendo a los requerimientos exigidos en los RPA, se hallan los elementos que conforman la geometría de la unidad, describiendo las fuerzas que y empujes que producen.

Se realiza mediante simulación un estudio hidrodinámico sobre las fuerzas que actúan en la plataforma para conocer así las exigencias de carga sobre el sistema de tendones. Por último, se describirán los equipos y servicios de la plataforma, el sistema de generación y distribución de electricidad y la ubicación y volumen de los tanques de consumibles y lastre.

### **1.3 The project**

In the following pages will be developed the design of a TLP platform that will support another extraction and production in deep waters, serving for the accommodation of technical personnel and for the stowage of cargo on deck.

The project will begin with an analysis of the oil&gas market to know the state of the art of the offshore sector and thus begin to assess a possible initial geometry of the unit; with a study on the site and collecting a database of similar platforms for further study.

Once the database has been analyzed, and according to the requirements demanded in the RPA, the distribution and size of the roof is found and, from that, the rest of the elements that make up the geometry of the unit, describing the forces that and the pushes that they produce.

A hydrodynamic study on the forces acting on the platform is carried out by means of simulation to determine the load requirements on the tendon system. Finally, the equipment and services of the platform, the electricity generation and distribution system and the location and volume of consumable and ballast tanks will be described.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



## **Escola Politécnica Superior**

**Trabajo Fin de Grado**

**CURSO 2022/23**

---

*PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA,  
AUXILIAR A OTRA DE EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO  
Y GAS EN AGUAS PROFUNDAS*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**CAPÍTULO 5**

**EQUIPOS Y SERVICIOS**

## 2 REQUISITOS PREVIOS DE ACTIVIDAD

### GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

#### TRABAJO FIN DE GRADO

#### CURSO 2022/23

- **TIPO DE UNIDAD**

Plataforma TLP para habilitación y carga, auxiliar a otra de extracción oil&gas en aguas profundas.

- **CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN**

Bureau Veritas, API, AISC, MODU y Convenio MARPOL.

- **CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA**

Espacio de 550 m<sup>2</sup> de carga general en cubierta.

- **SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA/DESCARGA**

Grúas de cubierta para carga y descarga.

- **TRIPULACIÓN Y PASAJE**

40 tripulantes.

- **OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los habituales en este tipo de unidades.

## ÍNDICE

1 TÍTULO Y RESUMEN .....	2
1.1 O Proxecto .....	2
1.2 El proyecto .....	2
1.3 The project .....	3
2 REQUISITOS PREVIOS DE ACTIVIDAD .....	5
3 SISTEMA CONTRAINCENDIOS .....	10
3.1 Sistemas de detección de incendios .....	11
3.2 Extinción en habilitación y espacio para máquinas .....	11
3.2.1 Descripción del sistema de agua nebulizada .....	12
3.3 Bombas contraincendios, colectores, mangueras e hidrantes .....	14
3.3.1 Mangueras e hidrantes .....	14
3.3.2 Bombas Contraincendios .....	15
3.4 Protección estructural contra incendios .....	19
3.5 Extintores .....	24
3.6 Sistemas contraincendios en el helipuerto .....	25
4 MEDIOS Y EQUIPOS DE SALVAMENTO .....	27
4.1 Botes salvavidas .....	27
4.2 Balsas salvavidas .....	28
4.3 Botes de rescate .....	29
4.4 Chalecos salvavidas .....	29
4.5 Trajes de inmersión y antiexposición .....	29
4.6 Aros salvavidas .....	30
4.7 Dispositivos radioeléctricos de salvamento .....	31
4.8 Bengalas y lanzacabos .....	31

5 VENTILACIÓN.....	32
6 CLIMATIZACIÓN.....	34
6.1 Normativa y datos de diseño.....	34
6.2 Condición de verano .....	36
6.2.1 Cubierta principal .....	36
6.2.2 Cubierta 1.....	39
6.2.3 Cubierta 2.....	40
6.3 Condición de invierno .....	41
6.3.1 Cubierta principal .....	41
6.3.2 Cubierta 1.....	44
6.3.3 Cubierta 2.....	45
6.4 Resumen de las necesidades y elección de la solución .....	47
7 GENERACIÓN DE AGUA DULCE .....	48
7.1 Necesidades del servicio sanitario.....	48
7.1.1 Elección del generador de agua dulce .....	49
7.2 Cálculo de caudales.....	50
7.2.1 Compartimentos tipo .....	50
7.2.2 Caudales por cubierta .....	50
7.3 Presiones de suministro.....	51
7.3.1 Pérdidas de carga del consumidor más desfavorable.....	52
7.3.2 Altura de bombeo .....	53
7.3.3 Dimensionamiento de las bombas de suministro .....	53
7.4 Circuito de recirculación.....	54
7.4.1 Pérdidas de carga en la recirculación .....	54
7.4.2 Dimensionamiento de las bombas de recirculación .....	56

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

7.5 Dimensionamiento de los calentadores .....	56
8 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	58
9 TRATAMIENTO DE BASURAS.....	59
10 SERVICIO DE LASTRE .....	60
10.1 Dimensionamiento del sistema de lastre .....	60
10.1.1 Bombas del sistema de lastre .....	60
10.1.2 Tuberías del sistema de lastre .....	62
11 SISTEMA DE SENTINAS .....	63
11.1 Colector de sentinas .....	63
11.2 Bomba de sentinas .....	63
11.3 Separador de sentinas.....	64
12 FONDA Y HOTEL.....	65
12.1 Cocina.....	65
12.2 Lavandería.....	65
12.3 Gambuzas.....	65
13 SISTEMA DE COMUNICACIONES.....	66
13.1 Comunicaciones externas.....	66
13.2 Comunicaciones internas.....	67
Bibliografía .....	68
ANEXO I: Sistema de Agua Nebulizada.....	69
ANEXO II: Bombas Contra Incendios.....	70
ANEXO III: Botes de Rescate.....	71
ANEXO IV: Balsas Salvavidas .....	73
ANEXO V: Lanzacabos .....	74
ANEXO VI: Bengalas.....	75

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

ANEXO VII: Ventiladores.....	76
ANEXO VIII: Climatizador.....	77
ANEXO IX: Generador de Agua Dulce.....	78
ANEXO X: Planta de Aguas Residuales.....	79
ANEXO XI: Planta de Tratamiento de Basuras .....	80
ANEXO XII: Bombas de Lastre .....	81
ANEXO XIII: Tuberías de Lastre.....	84
ANEXO XIV: Bombas de Agua Dulce.....	85
ANEXO XV: Separador de Sentinas.....	86
ANEXO XVI: Plano del Sistema de Lastre .....	87
ANEXO XVII: Plano del Sistema de Agua .....	89
ANEXO XVIII: Plano del Sistema Contraincendios.....	91

### 3 SISTEMA CONTRAINCENDIOS

Los incendios son uno de los problemas más importantes que se pueden encontrar en los buques y artefactos marinos, ya que suelen ocasionar graves daños humanos, materiales y medioambientales. Por este motivo, se debe ser minucioso en el diseño de los sistemas que los prevean, los eviten y, en el caso de que se produjesen, los controlen y combatan.

Se podría definir la “protección contra incendios” como el uso de recursos humanos y materiales que evitan la propagación del fuego una vez se ha producido. Los medios de protección se dividen entre medios de protección activa y medios de protección pasiva. Los primeros son los que actúan directa o indirectamente para extinguir el fuego de raíz (detecciones, alarmas, puertas cortafuegos...) y los segundos los que no actúan sobre la extinción, pero pueden afectar a la ignición o propagación, por ejemplo.

Para extinguir un fuego debemos atender primero a la razón de su existencia. El proceso de combustión se produce por la combinación de cuatro elementos: el calor, el combustible, el oxígeno y el efecto de la reacción en cadena; formando así lo que se conoce como “tetraedro del fuego”.

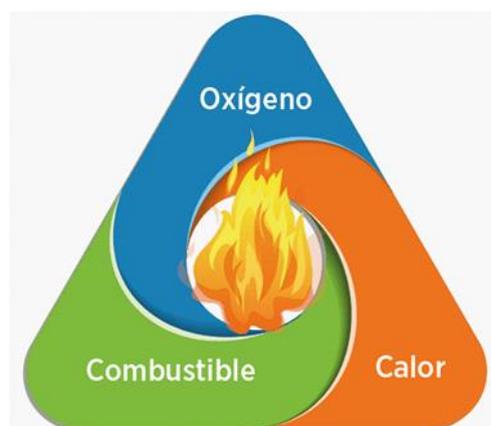


Figura 1 Tetraedro del Fuego (Fuente: prosegsa.com)

De esta forma, el incendio quedará extinto si se elimina cualquiera de estos elementos: se apagará por enfriamiento, eliminación de combustible, sofocación y/o inhibición, respectivamente.

Para el diseño del sistema contraincendios de la plataforma se tomarán como referencia el reglamento del SOLAS (Capítulo 2-II) y el Código MODU 2009 (Capítulo 9 y puntos 5.6, 7.4.1, 8.3, 14.2 y 14.9).

### 3.1 Sistemas de detección de incendios

Se instalarán detectores de incendios en todos los espacios dedicados al alojamiento y salas de control. Además, los detectores de humo serán obligatorios también en pasillos, escaleras y vías de evacuación, y opcional en los conductos de ventilación.

ZONA	ÁREA (m <sup>2</sup> )	Nº ESPACIOS	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	DETECTORES	ÁREA POR DETECTOR (m <sup>2</sup> )
Camarote	13,90	20,00	278,00	20,00	13,90
Pasillo	25,72	2,00	51,44	4,00	12,86
Escalera	11,10	2,00	22,20	2,00	11,10
Lavandería	13,90	1,00	13,90	1,00	13,90
Enfermería	13,90	1,00	13,90	1,00	13,90
Gimnasio	13,90	1,00	13,90	1,00	13,90
Salón	14,90	2,00	29,80	2,00	14,90
Comedor	32,25	1,00	32,25	2,00	16,13
Máquinas	42,70	1,00	42,70	3,00	14,23

*Tabla 1 Distribución de los detectores de incendios*

Con esta distribución, todos los espacios quedan protegidos por igual. Quedan eximidos los espacios de cocina y colindantes por motivos obvios, ya que el uso del fuego es continuo y sería improductivo instalar un detector de humos, por ejemplo.

### 3.2 Extinción en habilitación y espacio para máquinas

Para la extinción en estos espacios se opta por el sistema de agua nebulizada debido a su eficiencia y ahorro de agua, ya que se pueden cubrir grandes áreas con un volumen mínimo, al proyectarse el agua formando pequeñas gotas en forma de niebla.

Otra ventaja de este sistema es que el agua es inocua para las personas, al contrario que otros productos como la espuma o el polvo seco. Además, la

inundación que se produce en los espacios es mínima, así como el impacto sobre equipos y maquinaria.

Actualmente existen dos tipos de sistemas de agua nebulizada: el circuito seco, en el que al agua llega a los rociadores cuando salta la alarma de incendios y se activan las bombas, y el circuito mojado, donde las tuberías permanecen llenas de agua y en el momento de producirse un fuego la expulsan inmediatamente, que será el que se usará por su respuesta más rápida ante emergencias.

### 3.2.1 Descripción del sistema de agua nebulizada

Para la instalación del sistema se seguirán tanto las normativas de la UNE como de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego de EE. UU., en concreto las UNE-CEN-TS-1472/2014 y NFPA-750-2003, respectivamente.

El modelo elegido es FOGEX© F27, de la empresa australiana Phirex, que está especialmente diseñado para plataformas offshore productoras de petróleo y gas y que cumple con las estrictas especificaciones de los proyectos de esta industria y que a menudo involucran equipos a prueba de explosiones. Además, cuenta con la certificación de Bureau Veritas, la Sociedad de Clasificación que reglamenta este proyecto. Se adjuntan en el ANEXO I sus características principales.

#### 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 <sup>2</sup> )
FOGEX F20	110 Bar	6.4	0.64 L/min/bar <sup>1/2</sup>	≤17
FOGEX F27	110 Bar	5.3	0.53 L/min/bar <sup>1/2</sup>	≤17
FOGEX F11	100 Bar	10.0	1.00 L/min/bar <sup>1/2</sup>	≥17

Figura 3.2 Características de diversos modelos FOGEX (Fuente: PhirexAustralia)

Los cálculos sobre presión necesaria y dimensionamiento de las bombas necesarias para el funcionamiento del sistema se realizarán en los apartados siguientes, pues se deben considerar más factores. Sin embargo, atendiendo a la superficie que cubre cada uno, sí se puede conocer cuantos se deberán instalar; se indica en la siguiente tabla.

## Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

ZONA	ÁREA TOTAL (m <sup>2</sup> )	Nº ROCIADORES	ÁREA POR ROCIADOR (m <sup>2</sup> )
Camarote	278,00	20,00	13,90
Pasillo	51,44	4,00	12,86
Escalera	22,20	2,00	11,10
Lavandería	13,90	1,00	13,90
Enfermería	13,90	1,00	13,90
Gimnasio	13,90	1,00	13,90
Salón	29,80	2,00	14,90
Comedor	32,25	2,00	16,13
Cocina	37,35	3,00	12,45
Máquinas	42,70	3,00	14,23

Tabla 2 Instalación de detectores y área que cubren

Quedarán distribuidos de la siguiente manera:

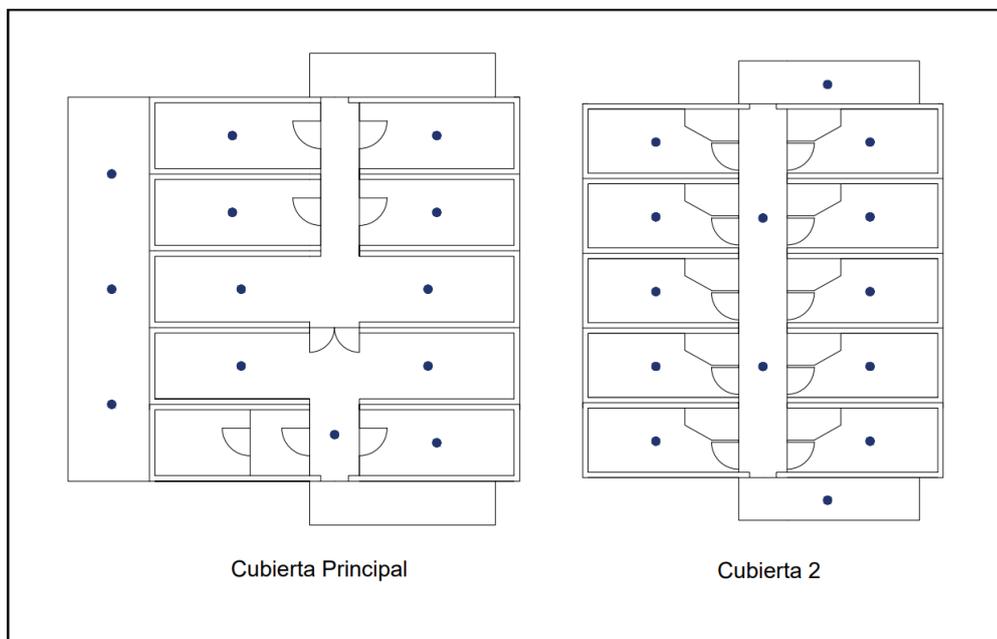


Figura 3 Distribución de los rociadores

La Cubierta 1 presentará la misma distribución que la 2 a excepción de los rociadores de la escalera, colocados en esta cubierta únicamente ya que es la más superior y gracias a su estructura metálica permiten el flujo de agua hacia cubiertas inferiores.

En el [ANEXO XVIII](#) se puede observar más en detalle el sistema contraincendios.

### 3.3 Bombas contra incendios, colectores, mangueras e hidrantes

#### 3.3.1 Mangueras e hidrantes

Las especificaciones sobre la obligatoriedad de las mangueras e hidrantes en buques y plataformas marinas están recogidas en la Regla 10 del Capítulo II. En ellas se indica que la plataforma debe estar dotado de dos hidrantes con una longitud de manguera simple que sea capaz de alcanzar cualquier punto de los espacios de carga.

Así mismo se nos indica que las mangueras en cubierta serán como mínimo una por cada 30 m de eslora y una de respeto. La medida de éstas será siempre de 10 m como mínimo y de 15 m como máximo en el espacio de máquinas; 20 m, en los espacios generales, y 25 m en la cubierta de la plataforma.

Con respecto a las bocas de incendios, el reglamento indica que se deberán instalar con número y posición correcta para que al menos dos chorros de agua procedentes de diferentes bocas contra incendios podrán alcanzar cualquier parte de la plataforma. Además, éstas deberán suministrar agua a una presión de  $0,27 \text{ N/mm}^2$ , al ser el arqueo bruto mayor de 6000 t.

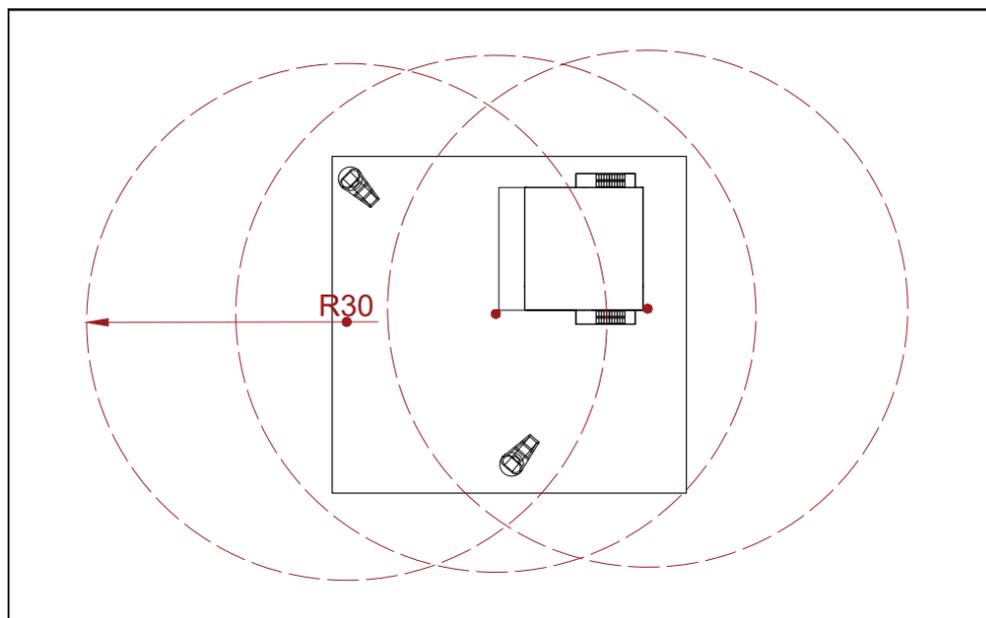


Figura 3.4 Alcance y ubicación de las bocas de incendio

En el dibujo anterior se muestra la distribución de bocas contra incendios en la cubierta de la plataforma, tomando como distancia la de 25 m más 5 m del chorro de agua.

Se dispondrá, por tanto, de cuatro mangueras, una por cada hidrante, además de una de respeto; estibadas correctamente cerca de las bocas y con las conexiones listas para una rápida utilización. Sería positivo disponer de boquillas de 19 mm (o el tamaño estándar más similar posible) para los espacios abiertos.

### 3.3.2 Bombas Contra incendios

En cuanto al dimensionamiento de las bombas CI, debemos ceñirnos de nuevo a la reglamentación SOLAS, Cap. II-2, Regla 10, puntos 2.1.2. y 2.2.2., donde se nos indica que para una plataforma como la de este proyecto, de más de 1000 t de arqueado bruto, se deberán instalar dos bombas CI como mínimo, a excepción de las de emergencia o respeto.

Con respecto al desagüe de espacios inundados, la normativa específica que el colector ha de tener un diámetro capaz de recibir un caudal no inferior a 140 m<sup>3</sup>/h, conectado a tuberías de espesor igual a 11 mm.

De esta manera, es conocido que se deben instalar dos bombas contra incendios como mínimo, pero no sabemos si dos serán suficientes para la exigencias de la plataforma.

Para saber esto, se ha de calcular cuál es la presión exigida en la situación más desfavorable, que es con todos los rociadores encendidos, que ha de ser la de las cuatro diferentes pérdidas de carga.

$$P_{bomba} = P_{rociador} + P_{estática} + P_{fricción} + P_{accesorios}$$

La presión de los rociadores es conocida, 110 bar, y el resto se obtienen mediante diferentes relaciones físicas.

## Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

La siguiente figura indica en plano la distribución de tuberías (en verde) que parten de la bomba en el espacio de máquinas hacia los diferentes rociadores, necesario para conocer las longitudes de las tuberías y los accesorios instalados.

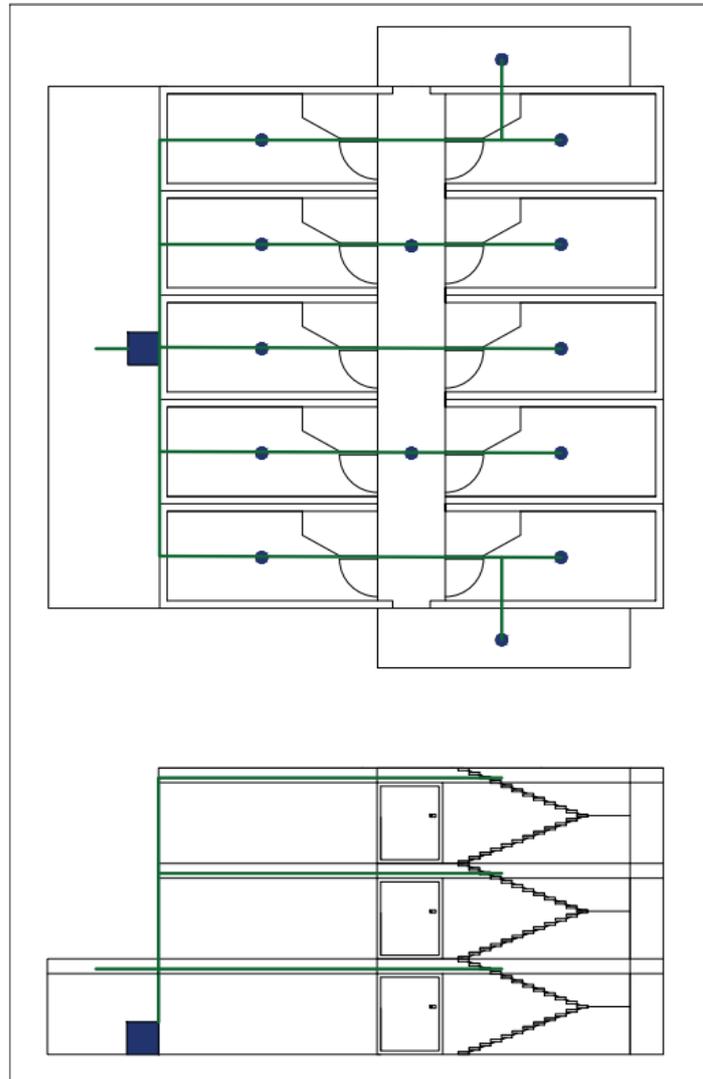


Figura 5 Tuberías hacia los rociadores

La presión de fricción será:

$$P_{fricción} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Siendo  $f$  el factor de fricción;  $L$ , la longitud de la tubería;  $g$ , la aceleración de la gravedad;  $D$ , el diámetro de la tubería, y  $v$ , la velocidad del fluido.

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

CUBIERTA	CONSUMIDORES	Q/ CONSUMIDOR (l/min)	Q/CUBIERTA (l/min)	Q/CUBIERTA (m3/s)	VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	DIÁMETRO (m)
Principal	11	5,30	58,30	9,72E-04	6,00	1,44E-02
1	12	5,30	63,60	1,06E-03	6,00	1,50E-02
2	14	5,30	74,20	1,24E-03	6,00	1,62E-02

El factor de fricción se obtiene del diagrama de Moody, a través de la relación entre la rugosidad relativa y el diámetro ( $\epsilon/d$ ) y el número de Reynolds (Re).

$$\epsilon (\text{acero}) = 0,0451 \qquad Re = \frac{v \cdot D}{10^{-6}}$$

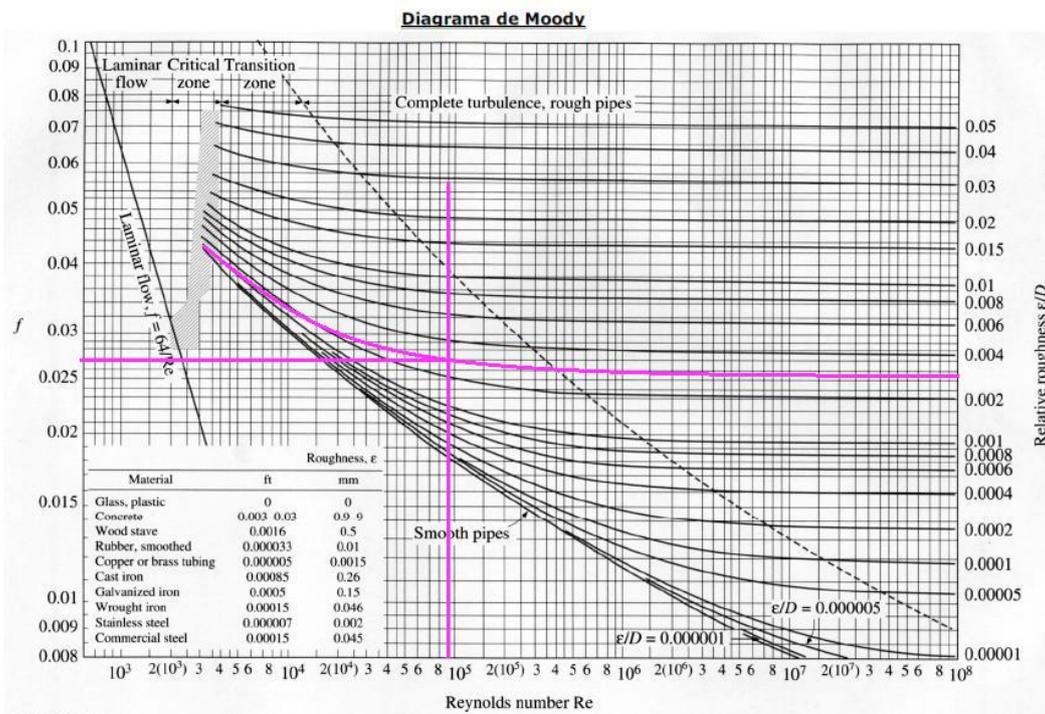


Figura 3.6 Obtención del factor de fricción mediante el diagrama de Moody

CUBIERTA	Re	$\epsilon/d$	f fricción	L (m)	P fricción (m)
Principal	8,62E+04	3,14E-03	2,70E-02	16,35	56,41
1	9,00E+04	3,01E-03	2,70E-02	16,35	54,01
2	9,72E+04	2,78E-03	2,70E-02	18,54	56,70

## Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

Por otra parte, las pérdidas de carga de los accesorios del sistema de tuberías se resumen y calculan de acuerdo con las siguientes tablas:

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

Figura 3.7 Constantes de pérdidas en diferentes accesorios

ELEMENTO	K	Nº ELEMENTO	PRESIÓN (bar)	P TOTAL (bar)
Codo	0,75	6	1,38	8,26
"T" salida lateral	1,80	12	3,30	39,63
Válvula de retención	2,00	3	3,67	11,01
<b>P TOTAL</b>			<b>58,90</b>	

Por último, la presión estática se halla sabiendo la altura de la tubería hasta la cubierta más alta (Cubierta 2), de la siguiente manera:

$$P_{estática} = 0,098 \cdot 6,65 \text{ m} = 0,65 \text{ bar}$$

La presión final de la bomba será, entonces:

$$P_{bomba} = 110 + 0,65 + 167,11 + 58,90 = 336,67 \text{ bar}$$

La plataforma contará, por tanto, con cuatro bombas, una de ellas de respeto, cuyo caudal se calculará con el reglamento del SOLAS, a través del caudal de sentinas de la siguiente forma:

$$Q_{CI} = \frac{4}{3} \cdot Q_{sentinas} \cdot 2 = \frac{4}{3} \cdot 15,71 \cdot 2 = 41,89 \text{ m}^3/\text{h}$$

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

El caudal mínimo, por otra parte, será, siendo  $N$  el número de bombas:

$$Q_{min} = \frac{Q_{CI}}{N} \cdot 0,8 = \frac{41,89}{3} \cdot 0,8 = 11,17 \text{ m}^3/h$$

De esta manera, el modelo de bomba elegida será el NCBZ2P 32-125C, del fabricante Saer, de caudal igual a 12 m<sup>3</sup>/h y una potencia de 0,75 kW. Se adjunta en ANEXO II.

### 3.3.2.1 Bomba contra incendios de emergencia

La bomba contra incendios de emergencia debe proporcionar, por regla, un caudal mínimo del 40% del caudal total, siendo 25 m<sup>3</sup>/h el caudal mínimo.

$$Q_{B \text{ emergencia}} = 0,4 \cdot 41,89 = 17,76 \text{ m}^3/h$$

La misma marca que proporciona las bombas ordinarias nos ofrece la posibilidad de un modelo que cumple también estas exigencias. En este caso escogeremos el modelo NCBZ2P 32-125A de 18 m<sup>3</sup>/h y 1,5 kW.

## 3.4 Protección estructural contra incendios

El Código MODU especifica en su punto 9.2 ciertas disposiciones sobre el aislamiento térmico y contra la propagación de las llamas para las estructuras que, como en este caso, están construidas en acero.

Las siguientes tablas se refieren a la aplicación del código en mamparos y cubiertas que separan espacios adyacentes, respectivamente. Las casillas indican la clase de división necesaria para separar el Espacio 1 del Espacio 2, siguiendo la clasificación del SOLAS.

Por una parte, las divisiones de clase "A" están formadas por mamparos y/o cubiertas de acero u otro material equivalente, convenientemente reforzadas y aisladas con materiales incombustibles, tales que la temperatura media de la cara NO expuesta a las llamas no aumente su temperatura inicial en más de 140 °C. Por otra parte, la división no efectuará un aumento de 180 °C en ningún de sus puntos en el intervalo indicado. De esta manera, una división "A-30", por

ejemplo, no aumentará dicha temperatura al menos en 30 min. Estas divisiones, además, impedirán el paso del humo y las llamas en al menos 1 h.

Por otra parte, las divisiones clase “B” comprenden además de cubiertas y mamparos, los falsos techos y forros interiores. Los materiales por los que están formados son incombustibles, tanto los principales como los de refuerzos. La cara no expuesta a las llamas no podrá ver incrementada su temperatura en más de 140 °C, ni en más de 225 °C en ningún punto, incluidas juntas y uniones, en el intervalo indicado: 15 min en la clase “B-15” y 0 en la “B-0”. A su vez, impedirán el paso de las llamas y el humo en media hora como mínimo.

Finalmente, las divisiones de clase “C” no tienen la obligación de satisfacer las limitaciones del paso de llamas y humo, ni las del aumento de temperatura. Sí tienen que estar construidas con materiales incombustibles, salvo excepciones.

El superíndice “c” indica que se requiere un mamparo o cubierta sólo si los espacios que éste divide tienen propósitos diferentes; es decir, una cocina al lado de otra cocina no requiere un mamparo, pero una cocina al lado de una sala de pintura, sí.

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

MAMPAROS			ESPACIO 2										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ESPACIO 1	Estación de Control	1	A-0	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-80	A-60	*	A-0
	Pasillos	2		C	B-0	B-0 A-0	B-0	A-60	A-60	A-0	A-0	*	B-0
	Alojamiento	3			C	B-0 A-0	B-0 A-0	B-0	A-60	A-0	A-0	*	C
	Escaleras	4				B-0 A-0						*	B-0 A-0
	Espacios de servicio (riesgo bajo)	5					C	A-60	A-0	A-0	A-0	*	B-0
	Espacios de máquinas Categoría A	6						*	A-0	A-60	A-60	*	A-0
	Otros espacios de maquinaria	7							A-0	A-0	A-0	*	A-0
	Áreas peligrosas	8								A-0	A-0	-	A-0
	Espacios de servicio (riesgo alto)	9									A-0 (c)	*	A-0
	Cubiertas abiertas	10										-	*
	Espacios sanitarios y similares	11											C

Tabla 3 Integridad al fuego en los mamparos que separan espacios adyacentes

ESPACIO SOBRE → ESPACIO BAJO ↓			ESPACIO 2										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ESPACIO 1	Estación de Control	1	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
	Pasillos	2	A-0	*	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	*
	Alojamiento	3	A-60	A-0	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	*
	Escaleras	4	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
	Espacios de servicio (riesgo bajo)	5	A-15	A-0	A-0	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*	A-0
	Espacios de máquinas Categoría A	6	A-60	A-60	A60	A-60	A-60	*	A-60	A-60	A-60	*	A-0
	Otros espacios de maquinaria	7	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A*	A-0	A-0	*	A-0
	Áreas peligrosas	8	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	-	A-0	*	A-0
	Espacios de servicio (riesgo alto)	9	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0 (c)	*	A-0
	Cubiertas abiertas	10	*	*	*	*	*	*	*	-	*	-	*
	Espacios sanitarios y similares	11	A-0	A-0	*	A-0	*	A-0	A-0	A-0	A-0		*

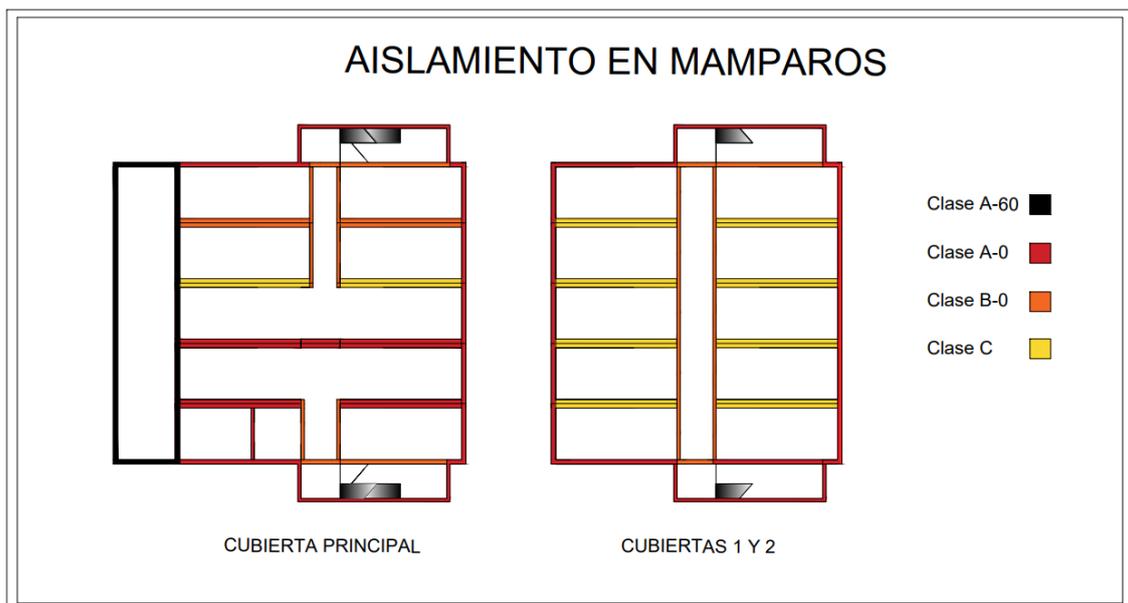
Tabla 4 Integridad al fuego en cubiertas que separan espacios adyacentes

El asterisco (\*) en la tabla representa que la división debe ser de acero u otro material estándar, sin que sea obligado de clase “A” como tal. Sin embargo, al atravesar cubiertas con cables o conductos de ventilación, debe asegurarse que las penetraciones sean completamente herméticas para evitar el paso de humo o llamas.

## Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

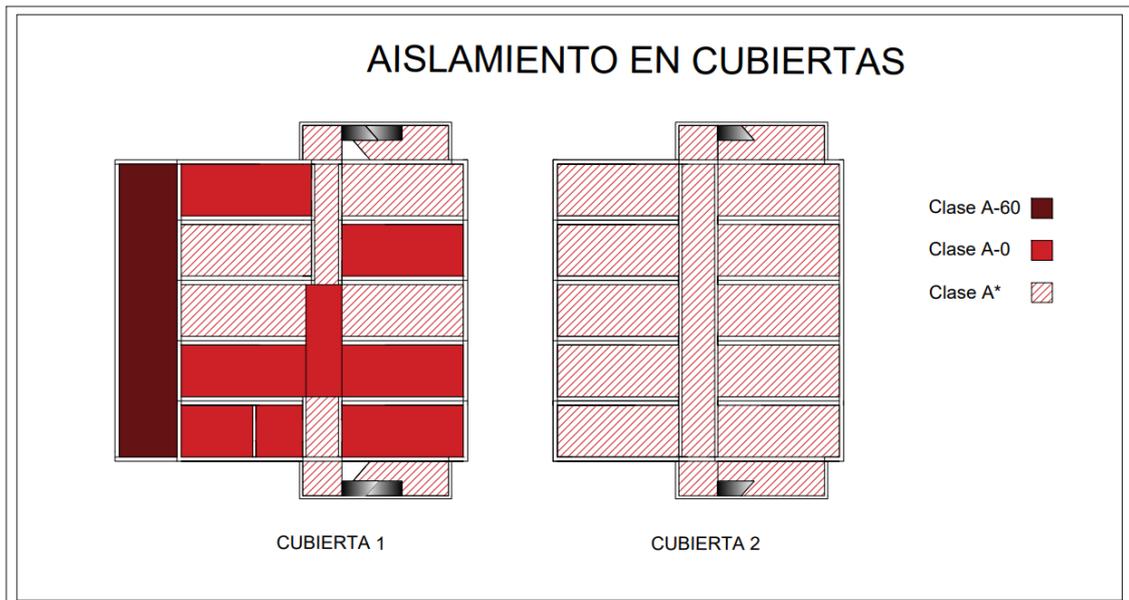
En lo respectivo a las puertas, estas deben de ser de la misma resistencia que la división en la que están instaladas, en la medida de lo posible. Las que den al exterior en superestructuras serán como mínimo de clase “A-0” y, cuando sea posible, de cierre automático (las cuales no necesitarán estar provistas de ganchos de retención).

En la siguiente figura se muestran los diferentes tipos de aislamiento contra incendios de los mamparos del espacio de acomodación. Destaca el aislamiento “A-0” en el forro exterior, alrededor de cocina y la clase “C” en los espacios de los camarotes y el A-60 en el espacio de maquinaria.



*Figura 3.8 Clase de protección contra incendios en los mamparos de la habitación (Elaboración propia)*

La *Figura 3.9* muestra la clase de división de los espacios verticales. En este caso siempre serán de clase A, reservándose la categoría A-60 para espacios de máquinas.



*Figura 3.9 Clase de protección contra incendios en las cubiertas de la habilitación (Elaboración propia)*

En los pasillos, las aberturas para la ventilación se colocarán siempre debajo o encima de las puertas, colocándose una rejilla de un material incombustible y nunca siendo mayor dicha abertura de 0,05 m<sup>2</sup>.

Las escaleras serán siempre de acero o un material con incombustibilidad equivalente, y siempre se considerarán a estas las que atraviesen espacios; es decir, una escalera dentro de un espacio de máquinas para alcanzar la parte superior de la estancia no se considerará tal en diseño estructural. En la medida de lo posible, tendrán puertas automáticas, para evitar la propagación de las llamas.

El almacén de productos congelados será el único espacio en el que se permitirá utilizar material aislante, revestimientos de tuberías, falsos techos... de un material no incombustible. En el resto, incluidas las piezas de unión de los mamparos y revestimientos, deben ser ignífugas. Existe una excepción: ciertos refuerzos pueden ser combustibles si su espesor no supere los 2,5 mm (1,5 mm en puestos de control) y no estén en pasillos o tiros de escaleras, y que su valor calorífico sea menor de 45 mJ/m<sup>2</sup>.

Las pinturas y barnices que se apliquen en los espacios interiores no deben producir, en caso de incendio, cantidades excesivas de humo y gases tóxicos,

de conformidad a lo establecido en el Código FTP. Un ejemplo podría ser la pintura intumescente B-15, de la marca Cedria.

### 3.5 Extintores

Como se ha indicado anteriormente, la Regla II-2, cada espacio determinado estará provisto de extintores de tipo apropiado. Para los puestos de control y otros espacios que contengan equipamiento eléctrico no se podrán utilizar extintores cuyo agente extintor sea conductor de la electricidad, como los de espuma, ni que pueda dañar los dispositivos. Para los espacios de alojamiento, se podrán utilizar de todas as clases a excepción de los de CO<sub>2</sub>.

Su localización deberá ser de modo que estén a menos de 10 m de cualquier punto del espacio en el que estén instalados, y siempre todo lo cerca de la puerta como sea posible.

Por otra parte, las cargas de respeto serán del 100% para los primeros 10 y del 50% para los siguientes, siendo como máximo de cargas de respeto 60. De esta manera, se instalarán en el espacio de habilitación un total de seis (6) extintores de polvo seco ABC de 12 Kg, dos por planta, y cerca del tiro de escaleras. Además, el espacio de máquinas contará con dos igualmente de polvo de 12 Kg, en este caso del tipo BC. En la cocina por otra parte, se colocará uno de la clase F, de 9 Kg, especialmente diseñado para fuegos ocasionados por aceites y grasas. Los extintores del helipuerto se tratarán en el punto 3.6.

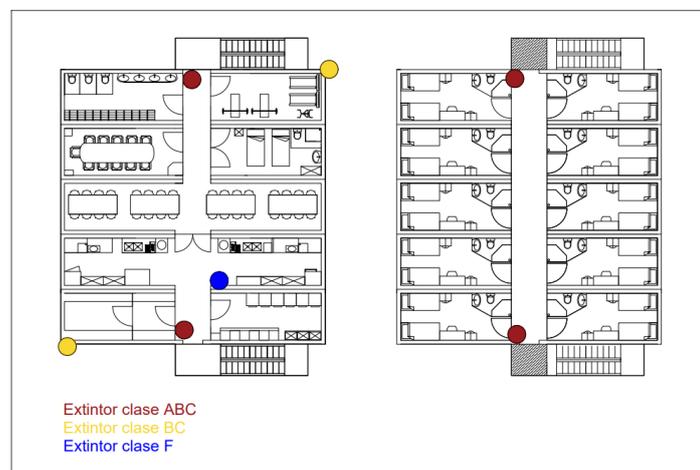


Figura 3.10 Distribución de extintores en la habilitación y exteriores



Figura 3.11 Extintor ABC de la empresa Normatex, un ejemplo del que se podría escoger para la instalación (Fuente: Normatex)

### 3.6 Sistemas contraincendios en el helipuerto

A continuación, se explicarán las medidas adicionales con respecto al espacio de aterrizaje del helipuerto, especificadas en el Código MODU, que tendrán como objetivo proteger la unidad de los riesgos de incendio relacionados con las operaciones propias del helicóptero, así como de las interacciones secundarias, como el repostaje del combustible.

Se instalarán dos extintores de polvo seco del tipo BC de 12 kg, iguales a los del espacio de máquinas, que se estibarán correctamente en las dos esquinas de la cubierta a ambos lados de la plataforma de aterrizaje.

Por otra parte, algo muy importante en la seguridad de los helipuertos en plataformas offshore, es el sistema de aplicación de espuma. La espuma se aplicará desde dos ramales a través de la zona inferior de cubierta, cada uno con equipado con dos mangueras de 20 m cada una y dos lanzas.

El modelo elegido será de la empresa española Tegar33, concretamente el *Ecopol Premium (Bioex)*, especialmente indicado para combatir fuegos de clase

## Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

A y B, siendo estos últimos a los que estos tipos de plataformas están más predispuestos, al manejar constantemente hidrocarburos. Además, cuenta tanto con las certificaciones de la IMO y la industria petrolera (LASTFIRE) como las de la Unión Europea, que, aunque no sean obligatorias para la ubicación donde operará, son un sello de calidad.

La tasa de aplicación será de  $6 \text{ l/m}^2$  en el radio concéntrico de la plataforma de aterrizaje y la descarga se hará en 5 min y nunca más tarde de los 30 primeros segundos después de su activación.

El drenaje de la espuma se hará a través de una instalación de acero situada en la esquina situada a popa en el costado del helipuerto conectada a un canalón para impedir su derrame por cualquier equipo.

## 4 MEDIOS Y EQUIPOS DE SALVAMENTO

El equipamiento de salvamento se ha diseñado conforme al Código MODU (Capítulos 9 y 10), que da ciertas especificaciones en lo que se refiere a las plataformas offshore, y se redirige frecuentemente al Código LSA y al Convenio SOLAS Regla 3-III, que ha de ser siempre la referencia en caso de contradicción.

### 4.1 Botes salvavidas

La unidad deberá llevar suficientes botes salvavidas capaces de albergar a toda la tripulación en dos ubicaciones diferentes y lo más alejadas posibles. Por este motivo se decide instalar uno en el costado de estribor, justo al lado de la habilitación y otra a popa de la Zona de carga 1.

Los modelos escogidos serán los *KISS 700*, de la marca Palfinger, que tienen capacidad para 50 personas y están especialmente diseñados para operaciones offshore contando con las certificaciones de la IMO y Bureau Veritas. Son botes totalmente cerrados, lo que aumenta la seguridad de la tripulación en caso de producirse un incendio en un vertido de hidrocarburos, algo probable en este tipo de plataformas. Los datos se adjuntan en el ANEXO III.



Figura 4.1 Bote salvavidas KISS 700 (Fuente: Palfinger)

Cada bote está dispuesto en cubierta, en el lugar indicado gracias a un pescante, que será en este caso de la misma marca que los botes, de la serie

VIP, que cuenta con todas la certificaciones necesarias y, con un costo relativamente bajo, presenta gran seguridad y una fácil operación.

## 4.2 Balsas salvavidas

En lo relativo a las balsas salvavidas, y a diferencia de los botes, no será necesario poseer de respeto, pero sí con capacidad suficiente para toda la tripulación.

Éstas deberán contar con todas las certificaciones y deberán estar estibadas en cubierta en un lugar de fácil acceso y todo lo lejos posible de productos inflamables (y nunca encima o debajo de éstos). Así, se escoge estibarlas a estribor de la habilitación, con el eslabón débil de su boza unido permanentemente a la unidad y con un dispositivo de flotación libre de manera que ésta flote automáticamente si la unidad se hunde.

La empresa Lalizas-LifeSaving ofrece una solución muy conveniente para esto; su modelo *SOLAS DEEP SEA II*, cuyas características se adjuntan en el ANEXO IV, de lanzamiento a mano presenta capacidad para 25 personas, lo que nos permitiría albergar a toda la tripulación con un margen de seguridad en sólo dos balsas, con el correspondiente ahorro de espacio.



Figura 4.2 Balsa SOLAS DEEP SEA II (Fuente: Lalizas-LifeSaving)

La balsa cumple con los requisitos del SOLAS y está diseñada para inflarse en ambientes de temperatura exterior de entre -30 y 65°C y está equipada con

todo lo exigido en el Código LSA: palas flotantes, silbato, linterna, bengalas, señal de humo, bomba manual, ancla...

### **4.3 Botes de rescate**

Es de obligación que la unidad cuente con un bote de rescate, independientemente de cuál sea su tipo. La estiba debe ser en un estado de preparación continua para el lanzamiento en no más de 5 min y en un lugar que no interfiera con el funcionamiento de las demás unidades de salvamento ni con las normales operaciones de funcionamiento de la unidad. Por este motivo, se optará por ubicarlo en el costado de estribor, junto a uno de los botes salvavidas.

Se elige por un bote de la serie de botes de rescate *NPT*, de la misma empresa que surte los botes salvavidas. Sus principales características son el plástico reforzado con fibra de vidrio con el que está fabricado su casco y un motor intraborda diésel de 24 CV. Presenta capacidad para 5 personas, una de ellas en camilla y cumple con todos los requisitos del SOLAS.

### **4.4 Chalecos salvavidas**

Como especifica el Código MODU, se deberá proporcionar un chaleco por cada tripulante que cumpla con los requisitos del Código LSA. Aparte, debería estibarse en las zonas de trabajo una cantidad suficiente si en caso de producirse un accidente los operarios encuentran dificultades para acceder a los suyos personales, estibados en los camarotes.

Así, se contará con 40 chalecos salvavidas guardados en la habilitación y se estibarán 8 más en el exterior, cerca de las zonas de carga, sumando un total de 48 chalecos, todos ellos equipados con una luz, como indican los códigos pertinentes.

### **4.5 Trajes de inmersión y antiexposición**

Como norma general, cada unidad offshore debería de contar con un traje de inmersión y un traje de protección contra la intemperie de tallaje adecuado para cada tripulante. Sin embargo, el Código MODU, especifica que no sería

obligatorio si la plataforma opera constantemente en aguas cálidas, como es el caso.

De esta manera, no se equipará en principio la unidad con dichos trajes, aunque si se valorará su incorporación en un hipotético futuro si, como es posible, cambiase de lugar de operación.

#### 4.6 Aros salvavidas

El número mínimo de aros salvavidas para cada unidad es de ocho y de un tipo que cumpla las especificaciones del código LSA y, como la unidad no presenta una longitud de más de 100 m, estos serán suficientes.

La ubicación será tal que se pueda acceder a ellos desde lugares expuestos y, al menos la mitad, deberán estar provistos de luces de encendido automático con una batería eléctrica que cumpla las normativas. Dos de los ocho, además, deberán tener incorporadas señales de humo de activación automática y ser capaces de soltarse rápidamente desde un lugar accesible para el personal.



Figura 4.3 Aro salvavidas con cabo correctamente estibado (Fuente: Upkandi)

Los aros salvavidas con luces y señales de humo deben estar distribuidos de forma proporcional a través del área de trabajo, pero lejos de elementos peligrosos. Al menos dos de los aros han de estar unidos a un cabo salvavidas flotante y situados lo más lejos posible el uno del otro. La longitud de dicho cabo será, como se especifica en el Código, vez y media la distancia entre la cubierta de estiba y la línea de flotación a calado ligero o 30 m, lo que sea mayor; en nuestro caso, 30 m.

#### **4.7 Dispositivos radioeléctricos de salvamento**

Los dos botes salvavidas de la unidad deben estar equipados con un aparato radiofónico bidireccional VHF de acuerdo con las normativas. Además, dos de estos dispositivos deben estar disponibles en la unidad, correctamente estibados para que sean fácilmente colocados en las balsas salvavidas en caso de emergencia.

Por otra parte, los botes salvavidas también estarán equipados con un dispositivo de localización de búsqueda y salvamento y se contará con otros dos iguales guardados en cubierta para colocarlos rápido en las balsas salvavidas.

#### **4.8 Bengalas y lanzacabos**

Será obligatorio llevar a bordo 12 bengalas de socorro homologadas por la Administración. Dos de ellas estarán en los botes salvavidas, y el resto, al no tener esta plataforma puente de navegación, deberán ser estibadas correctamente en un lugar adecuado, en este caso al lado de las balsas salvavidas.

También se contará con un aparato lanzacabos, que tenga un rango de lanzamiento mínimo de 230 m.

Ambos servicios estarán cubiertos por productos de la empresa inglesa Wescom, cuyas fichas técnicas se adjuntan en los ANEXOS V y VI.

## 5 VENTILACIÓN

En este caso no se disponen de grandes espacios con necesidad de ventilación, como podría suceder en grandes buques mercantes o pesqueros con plantas de procesado; la carga se dispone al aire libre en cubierta, y el espacio de maquinaria posee ventilación propia al sólo estar resguardado del clima.

Por este motivo, la ventilación se diseñará sólo en la habilitación, en los espacios que sea necesario y atendiendo a las renovaciones por hora que necesite cada uno.

La siguiente tabla resume los espacios que se necesitarían ventilar y el caudal requerido por los ventiladores.

VENTILACIÓN					
LOCAL	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ALTURA (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	RENOVACIONES POR HORA	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)
Lavandería	13,9	2,2	30,58	30	917,4
Cocina	32,25	2,2	70,95	60	4257
Gimnasio	13,9	2,2	30,58	30	917,4
Vestuario	14,9	2,2	32,78	20	655,6
Aseo	2,2	2,2	4,84	20	96,8
Comedor	32,25	2,2	70,95	10	709,5

*Tabla 5 Necesidades de ventilación por espacio*

Vistas las necesidades de renovación del aire, se ha optado por instalar ventiladores de la empresa holandesa Heinen&Hopman. Su serie de ventiladores axiales IGW está especialmente diseñado para instalaciones offshore, y cuenta con las certificaciones de las grandes Sociedades de Clasificación, como Bureau Veritas o DNV. Se pueden comprobar sus características en el ANEXO VII.

Las necesidades no son muy exigentes y se puede elegir el ventilador más pequeño de la gama, que cumple con los requisitos de forma holgada. El modelo en cuestión trabaja con una red de 60 Hz y alcanza presiones de 125 Pa. Con 25 cm de diámetro y 13 kg, sus pequeñas dimensiones lo hacen idóneo para los

espacios de la habilitación, usualmente reducidos. Su motor, de 0,22 KW, tampoco genera grandes exigencias al suministro eléctrico.

<b>SOLUCIÓN DE VENTILACIÓN</b>		
<b>LOCAL</b>	<b>Nº VENTILADORES (Q=1120 m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>FLUJO POR VENTILADOR (m<sup>3</sup>/h)</b>
Lavandería	1	917,40
Cocina	4	1064,25
Gimnasio	1	917,40
Vestuario	1	655,60
Aseo (1)	1	96,80
Comedor	1	709,50

*Tabla 6 Ventiladores instalados por estancia y flujo operado*

Un solo ventilador cubre las necesidades de todos los espacios, excepto en la cocina, dónde se deberán instalar cuatro debido a las numerosas renovaciones que se realizan cada hora. De esta manera, el número total de ventiladores será de 28, ocho de ellos en los espacios comunes y veinte en los lavabos de los camarotes.

## 6 CLIMATIZACIÓN

### 6.1 Normativa y datos de diseño

En todo el espacio de habilitación se ha de incorporar un sistema de climatización para mantener el confort de la tripulación y regular la temperatura del aire, tanto en la condición de invierno como en la de verano.

Para el dimensionamiento del sistema se siguen las indicaciones establecidas en la norma UNE-EN ISO 7547, donde se especifica el aporte mínimo de aire necesario para mantener las condiciones óptimas.

En la norma anteriormente mencionada, se establece la ocupación referencia de los diferentes espacios como la siguiente:

- Camarotes: el número para la que está diseñada. En nuestro caso, dos personas.
- Salones: una persona por cada 2 m<sup>2</sup> de superficie de suelo.
- Comedores: una persona por cada 1,5 m<sup>2</sup> de superficie de suelo.
- Enfermería: el número de camas prevista y dos más.
- Gimnasio: cuatro personas.
- Vestuario: seis personas.

Por otra parte, la **transferencia de calor** se calcula mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

- $\Phi$  → Transmisión de calor (W)
- $\Delta T$  → Diferencia de la temperatura del aire (K)
- $k_v$  → Coeficiente de transmisión de calor de la superficie  $A_v$  (W/m<sup>2</sup>K)
- $A_v$  → Área sin portillos ni ventanas (m<sup>2</sup>)
- $k_g$  → Coeficiente de transmisión de calor de la superficie  $A_g$  (W/m<sup>2</sup>K)
- $A_g$  → Área de portillos y ventanas (m<sup>2</sup>)

## Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

En cuanto al calor transmitido por la **radiación solar**, viene dada por la siguiente relación:

$$\phi_S = A_v \cdot k \cdot \Delta T + A_g \cdot G_S$$

Siendo:

- $A_v$  → Superficie expuesta a la radiación solar excepto portillos (m<sup>2</sup>)
- $k$  → Coeficiente de transmisión para la superficie  $A_v$
- $\Delta T$  → Aumento de temperatura. La habilitación estará pintada de color blanco, por lo que se toman los valores de superficies de color claro ( $\Delta T = 12 K$  para superficies verticales y  $\Delta T = 16 K$  para horizontales)
- $A_g$  → Área de ventanas y portillos
- $G_S$  → Aumento de calor por superficies de cristal ( $G_S = 350 W/m^2$  para cristales claros)

Por otra parte, también se debe contabilizar el calor emitido por las personas presentes en la estancia y la iluminación en funcionamiento, cuyos datos se adjuntan en las siguientes tablas.

Actividad	Tipo de calor	Emisión W	
Sentado en reposo	Calor sensible	70	} 120
	Calor latente	50	
Trabajo mediano/duro	Calor sensible	85	} 235
	Calor latente	150	

Figura 6.1 Emisión de calor debido a las personas (Fuente: Normas UNE)

Espacio	Calor aportado por la iluminación general W/m <sup>2</sup>	
	Incandescente	Fluorescente
Cabinas, etc.	15	8
Comedores de tripulación o pasaje	20	10
Gimnasios, etc.	40	20

Figura 6.2 Emisión de calor debido a la iluminación (Fuente: Normas UNE)

6.2 Condición de verano

6.2.1 Cubierta principal

VERANO														
LOCAL	MAMPARO	ΔT	TRANSMISIÓN					RADIACIÓN						
			Kv	Av (m2)	Kg	Ag (m2)	Φ TRANSMISIÓN (W)	ΔT (vert)	ΔT (hrz)	Kv	Av	Gs	Ag	Φ RADIACIÓN (W)
GIMNASIO	Cubierta	10	0,6	27,8	0	0	166,8							0
	Techo	0	0	27,8	0	0	0							0
	Proa	10	0,9	12,518	0	0	112,662	12	0	0,6	12,518	350	0	90,1296
	Popa	2	0,6	12,518	0	0	15,0216							0
	Babor	2	2,5	5,148	0	0	25,74							0
	Estribor	10	0,9	4,418	3,5	0,73	65,312	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
				<b>TOTAL</b>				<b>385,5356</b>	<b>TOTAL</b>					<b>377,4392</b>
VESTUARIO	Cubierta	10	0,6	27,8	0	0	166,8							0
	Techo	0	0	27,8	0	0	0							0
	Proa	10	0,9	12,518	0	0	112,662	12	0	0,6	12,518	350	0	90,1296
	Popa	0	0	12,518	0	0	0							0
	Babor	10	0,9	4,418	3,5	0,73	65,312	12		0,6	4,418	350	0,73	287,3096
	Estribor	2	2,5	5,148	0	0	25,74							0
				<b>TOTAL</b>				<b>370,514</b>	<b>TOTAL</b>					<b>377,4392</b>
SALÓN	Cubierta	10	0,6	27,8	0	0	166,8							0
	Techo	0	0	27,8	0	0	0							0
	Proa	0	0	12,518	0	0	0							0
	Popa	0	0	12,518	0	0	0							0
	Babor	10	0,9	4,418	3,5	0,73	65,312	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
	Estribor	2	2,5	5,148	0	0	25,74							0

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

			<b>TOTAL</b>				<b>257,852</b>	<b>TOTAL</b>						<b>287,3096</b>
<b>ENFERMERÍA</b>	Cubierta	10	0,6	27,8	0	0	166,8							0
	Techo	0	0	27,8	0	0	0							0
	Proa	2	0,6	12,518	0	0	15,0216							0
	Popa	0	0	12,518	0	0	0							0
	Babor	2	2,5	5,148	0	0	25,74							0
	Estribor	10	0,9	4,418	3,5	0,73	65,312	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
		<b>TOTAL</b>						<b>272,8736</b>	<b>TOTAL</b>					
<b>COMEDOR</b>	Cubierta	10	0,6	32,25	0	0	193,5							0
	Techo	0	0	32,25	0	0	0							0
	Proa	2	2,5	3,08	0	0	15,4							0
	Popa	18	0,6	3,08	0	0	33,264							0
	Babor	10	2,5	4,418	3,5	0,73	136	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
	Estribor	10	0,9	4,418	3,5	0,73	65,312	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
		<b>TOTAL</b>						<b>443,476</b>	<b>TOTAL</b>					
<b>COCINA</b>	Cubierta	10	0,6	32,25	0	0	193,5	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	32,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	11	0,7	3,08	0	0	23,716	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	10	0,9	4,418	3,5	0	39,762	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
	Estribor	10	2,5	4,418	0	0	110,45	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
		<b>TOTAL</b>						<b>367,428</b>	<b>TOTAL</b>					
<b>LAVANDERÍA</b>	Cubierta	10	0,6	27,8	0	0	166,8							0
	Techo	0	0	27,8	0	0	0							0
	Proa	18	0,9	12,518	0	0	202,7916							0
	Popa	0	0	12,518	0	0	0							0
	Babor	2	2,5	5,148	0	0	25,74							0
	Estribor	10	0,9	4,418	3,5	0,73	65,312	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
		<b>TOTAL</b>						<b>460,6436</b>	<b>TOTAL</b>					

<b>VERANO</b>					
<b>PERSONAS</b>			<b>ILUMINACIÓN</b>		<b>TOTAL (W)</b>
Pax. Sentadas	Pax. Trabajando	<b>Φ PERSONAS (W)</b>	ÁREA (m2)	<b>Φ ILUMINACIÓN (W)</b>	
0	4	<b>940</b>	13,9	<b>139</b>	<b>1841,9748</b>
6	0	<b>720</b>	14,9	<b>149</b>	<b>1616,9532</b>
11	0	<b>1320</b>	14,9	<b>149</b>	<b>2014,1616</b>
2	1	<b>475</b>	13,9	<b>139</b>	<b>1174,1832</b>
32	0	<b>3840</b>	32,25	<b>322,5</b>	<b>5180,5952</b>
0	2	<b>470</b>	32,25	<b>322,5</b>	<b>1734,5472</b>
0	3	<b>705</b>	13,9	<b>139</b>	<b>1591,9532</b>

6.2.2 Cubierta 1

LOCAL	MAMPARO	ΔT	TRANSMISIÓN					RADIACIÓN							
			Kv	Av (m2)	Kg	Ag (m2)	Φ TRANSMISIÓN (W)	ΔT (vert)	ΔT (hrz)	Kv	Av	Gs	Ag	Φ RADIACIÓN (W)	
HABITACIÓN EXTERIOR	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	10	0,9	12,518	0	0	112,662	12	0	0,6	12,518	350	0	90,1296	
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Babor	10	0,9	4,418	3,5	0,73	65,312	0	0	0	0	0	0	0	
	Estribor	2	2,5	5,148	0	0	25,74	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096	
				<b>TOTAL</b>				<b>203,71</b>	<b>TOTAL</b>					<b>377,4392</b>	
HABITACIÓN INTERIOR	Cubierta	0	0	0	0	0	0							0	
	Techo	0	0	0	0	0	0							0	
	Proa	0	0	0	0	0	0							0	
	Popa	0	0	0	0	0	0							0	
	Babor	10	0,9	5,148	3,5	0	46,332	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096	
	Estribor	2	2,5	5,148	0	0	25,74							0	
				<b>TOTAL</b>				<b>72,07</b>	<b>TOTAL</b>					<b>287,3096</b>	

PERSONAS			ILUMINACIÓN		TOTAL (W)
Pax. Sentadas	Pax. Trabajando	Φ PERSONAS	ÁREA (m2)	Φ ILUMINACIÓN	
2	0	240	13,9	139	960,15
2	0		13,9	139	

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

		<b>240,0</b>			<b>738,4</b>
--	--	--------------	--	--	--------------

6.2.3 Cubierta 2

LOCAL	MAMPARO	ΔT	TRANSMISIÓN					RADIACIÓN						
			Kv	Av (m2)	Kg	Ag (m2)	Φ TRANSMISIÓN	ΔT (vert)	ΔT (hrz)	Kv	Av	Gs	Ag	Φ RADIACIÓN
HABITACIÓN EXTERIOR	Cubierta	0	0	0	0	0	0							0
	Techo	10	0,6	27,8	0	0	166,8	0	16	0,6	27,8	350	0	266,88
	Proa	10	0,9	12,518	0	0	112,662	12	0	0,6	12,518	350	0,73	345,6296
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	2	2,5	5,148	0	0	25,74	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	10	0,9	5,148	3,5	0	46,332	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
			<b>TOTAL</b>					<b>351,53</b>	<b>TOTAL</b>					
HABITACIÓN INTERIOR	Cubierta	0	0	0	0	0	0							0
	Techo	10	0,6	27,8	0	0	166,8	0	16	0,6	27,8	350	0	266,88
	Proa	0	0	0	0	0	0							0
	Popa	0	0	0	0	0	0							0
	Babor	10	0,9	5,148	3,5	0	46,332	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
	Estribor	2	2,5	5,148	0	0	25,74							0
			<b>TOTAL</b>					<b>238,87</b>	<b>TOTAL</b>					

PERSONAS			ILUMINACIÓN		TOTAL (W)
Pax. Sentadas	Pax. Trabajando	Φ PERSONAS	ÁREA (m2)	Φ ILUMINACIÓN	
2	0	<b>240</b>	13,9	<b>139</b>	<b>1630,353</b>

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

2	0	<b>240</b>	13,9	<b>139</b>	<b>1172,061</b>
---	---	------------	------	------------	-----------------

### 6.3 Condición de invierno

#### 6.3.1 Cubierta principal

INVIerno														
LOCAL	MAMPARO	ΔT	TRANSMISIÓN					RADIACIÓN						
			Kv	Av (m2)	Kg	Ag (m2)	Φ TRANSMISIÓN (W)	ΔT (vert)	ΔT (hrz)	Kv	Av	Gs	Ag	Φ RADIACIÓN (W)
<b>GIMNASIO</b>	Cubierta	42	0,6	27,8	0	0	700,56	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	27,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	42	0,9	12,518	0	0	473,1804	12	0	0,6	12,518	350	0	90,1296
	Popa	0	0,6	12,518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	5	2,5	5,148	0	0	64,35	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	42	0,9	4,418	3,5	0,73	274,3104	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
				<b>TOTAL</b>				<b>1512,40</b>	<b>TOTAL</b>					<b>377,4392</b>
<b>VESTUARIO</b>	Cubierta	42	0,6	27,8	0	0	700,56	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	27,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	42	0,9	12,518	0	0	473,1804	12	0	0,6	12,518	350	0	90,1296
	Popa	0	0,6	12,518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	42	0,9	4,418	3,5	0,73	274,3104	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
	Estribor	5	2,5	5,148	0	0	64,35	0	0	0	0	0	0	0
				<b>TOTAL</b>				<b>1512,40</b>	<b>TOTAL</b>					<b>377,4392</b>
<b>SALÓN</b>	Cubierta	42	0,6	27,8	0	0	700,56	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	27,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

	Proa	0	0	12,518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	0	0	12,518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	42	0,9	4,418	3,5	0,73	274,3104	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
	Estribor	5	2,5	5,148	0	0	64,35	0	0	0	0	0	0	0
		<b>TOTAL</b>					<b>1039,22</b>	<b>TOTAL</b>					<b>287,3096</b>	
<b>ENFERMERÍA</b>	Cubierta	42	0,6	27,8	0	0	700,56	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	27,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	0	0,6	12,518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	0	0	12,518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	5	2,5	5,148	0	0	64,35	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	42	0,9	4,418	3,5	0,73	274,3104	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
			<b>TOTAL</b>					<b>1039,22</b>	<b>TOTAL</b>					<b>287,3096</b>
<b>COMEDOR</b>	Cubierta	42	0,6	32,25	0	0	812,7	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	32,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	5	2,5	3,08	0	0	38,5	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	0	0,6	3,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	42	2,5	4,418	3,5	0,73	571,2	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
	Estribor	42	0,9	4,418	3,5	0,73	274,3104	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
			<b>TOTAL</b>					<b>1696,71</b>	<b>TOTAL</b>					<b>574,6192</b>
<b>COCINA</b>	Cubierta	42	0,6	32,25	0	0	812,7	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	32,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	17	0,7	3,08	0	0	36,652	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	42	0,9	4,418	3,5	0	167,0004	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
	Estribor	42	2,5	4,418	0	0	463,89	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
			<b>TOTAL</b>					<b>1480,24</b>	<b>TOTAL</b>					<b>574,6192</b>
<b>LAVANDERÍA</b>	Cubierta	42	0,6	27,8	0	0	700,56	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	27,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

Proa	0	0	12,518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Popa	0	0	12,518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Babor	5	2,5	5,148	0	0	64,35	0	0	0	0	0	0	0
Estribor	42	0,9	4,418	3,5	0,73	274,3104	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
<b>TOTAL</b>						<b>1039,22</b>	<b>TOTAL</b>						<b>287,3096</b>

<b>NVIerno</b>					
<b>PERSONAS</b>			<b>ILUMINACIÓN</b>		<b>TOTAL (W)</b>
Pax. Sentadas	Pax. Trabajando	<b>Φ PERSONAS (W)</b>	ÁREA (m2)	<b>Φ ILUMINACIÓN (W)</b>	
0	4	<b>940</b>	13,9	<b>139</b>	<b>2968,84</b>
6	0	<b>720</b>	14,9	<b>149</b>	<b>2758,84</b>
11	0	<b>1320</b>	14,9	<b>149</b>	<b>2795,53</b>
2	1	<b>475</b>	13,9	<b>139</b>	<b>1940,53</b>
32	0	<b>3840</b>	32,25	<b>322,5</b>	<b>6433,8296</b>

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

0	2	<b>470</b>	32,25	<b>322,5</b>	<b>2847,3616</b>
0	3	<b>705</b>	13,9	<b>139</b>	<b>2170,53</b>

6.3.2 Cubierta 1

LOCAL	MAMPARO	ΔT	TRANSMISIÓN					RADIACIÓN						
			Kv	Av (m2)	Kg	Ag (m2)	Φ TRANSMISIÓN (W)	ΔT (vert)	ΔT (hrz)	Kv	Av	Gs	Ag	Φ RADIACIÓN (W)
HABITACIÓN EXTERIOR	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	42	0,9	12,518	0	0	112,662	12	0	0,6	12,518	350	0	90,1296
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	42	0,9	4,418	3,5	0,73	65,312	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	5	2,5	5,148	0	0	25,74	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
			<b>TOTAL</b>				<b>203,71</b>	<b>TOTAL</b>					<b>377,4392</b>	
HABITACIÓN INTERIOR	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	42	0,9	5,148	3,5	0	46,332	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
	Estribor	5	2,5	5,148	0	0	25,74	0	0	0	0	0	0	0
			<b>TOTAL</b>				<b>72,07</b>	<b>TOTAL</b>					<b>287,3096</b>	

PERSONAS			ILUMINACIÓN		TOTAL (W)
Pax. Sentadas	Pax. Trabajando	Φ PERSONAS (W)	ÁREA (m2)	Φ ILUMINACIÓN (W)	
2	0	240	13,9	139	960,1532
2	0	240	13,9	139	738,3816

### 6.3.3 Cubierta 2

MAMPARO	ΔT	TRANSMISIÓN					RADIACIÓN						
		Kv	Av (m2)	Kg	Ag (m2)	Φ TRANSMISIÓN	ΔT (vert)	ΔT (hrz)	Kv	Av	Gs	Ag	Φ RADIACIÓN
Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Techo	42	0,6	27,8	0	0	166,8	0	16	0,6	27,8	350	0	266,88
Proa	42	0,9	12,518	0	0	112,662	12	0	0,6	12,518	350	0,73	345,6296
Popa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Babor	5	2,5	5,148	0	0	25,74	0	0	0	0	0	0	0
Estribor	42	0,9	5,148	3,5	0	46,332	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
		<b>TOTAL</b>					<b>351,53</b>	<b>TOTAL</b>					<b>899,8192</b>
Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Techo	42	0,6	27,8	0	0	166,8	0	16	0,6	27,8	350	0	266,88
Proa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Popa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Babor	10	0,9	5,148	3,5	0	46,332	12	0	0,6	4,418	350	0,73	287,3096
Estribor	5	2,5	5,148	0	0	25,74	0	0	0	0	0	0	0

	<b>TOTAL</b>	<b>238,87</b>	<b>TOTAL</b>	<b>554,1896</b>
--	--------------	---------------	--------------	-----------------

PERSONAS			ILUMINACIÓN		TOTAL (W)
Pax. Sentadas	Pax. Trabajando	Φ PERSONAS (W)	ÁREA (m2)	Φ ILUMINACIÓN (W)	
2	0	<b>240</b>	13,9	<b>139</b>	<b>1630,3532</b>
2	0	<b>240</b>	13,9	<b>139</b>	<b>1172,0616</b>

## 6.4 Resumen de las necesidades y elección de la solución

Una vez se han calculado los flujos de calor de cada una de las cubiertas, como se indica en las tablas anteriores, se debe elegir una unidad de climatización que cumpla con lo exigido, es decir:

$$\Phi_{TOTAL\ VERANO} = 36,98\ kW$$

$$\Phi_{TOTAL\ INVIERNO} = 43,74\ kW$$

En este caso, se ha optado por elegir un sistema de climatización Hybrid City Multi, un sistema moderno, desarrollado en los últimos años y que permite la refrigeración y calefacción simultánea de dos espacios distintos.

El modelo HVRF-2F, de Mitsubishi, es un sistema pionero, que utiliza gas refrigerante y agua como fluidos portadores de calor, combinando la eficiencia de los sistemas VRF con el confort de los interiores de agua. Además, permite ahorrar más energía por la recuperación de calor producida debido al uso simultáneo de refrigeración y calefacción.

El modelo exacto será el PURY- EM350YNW-A1, con capacidades de 40 kW en la refrigeración y 45 en la calefacción. Las características se adjuntan en el ANEXO VIII.



Figura 6.3 Climatizador Mitsubishi PURY- EM350YNW-A1

## 7 GENERACIÓN DE AGUA DULCE

El servicio de generación de agua dulce es fundamental en las plataformas offshore, puesto que estas no pueden abastecerse en puerto como lo haría un buque. En este caso, el uso del agua dulce se reduce prácticamente sólo al uso de la tripulación, lo cual no parece en un principio una gran exigencia.

Para el correcto dimensionamiento y diseño del sistema de generación de agua dulce se seguirá la norma UNE-EN ISO 15748 sobre el “*Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas*” y la regla de BV sobre procesos en estructuras offshore NR 459 DT R01 E.

En cuanto al servicio sanitario de la plataforma, se distinguirán tres partes. Por un lado, estará la planta de generación de agua dulce, tanto el propio generador como los tanques de almacenamiento de agua potable y agua técnica; también el circuito de agua potable destinada al consumo, y por último la planta de tratamiento de aguas residuales.

El sistema general de agua se puede apreciar en detalle en el plano adjuntado en el [ANEXO XVII](#).

### 7.1 Necesidades del servicio sanitario

Para la elección del generador de agua dulce y diseño de su sistema de bombeo primero se necesita saber cuáles son las exigencias en cuanto a demanda de agua dulce por parte de la tripulación.

La normativa UNE ya nos aproxima las necesidades de consumo diario en plataformas offshore por tripulante en 350 l.

La norma antes mencionada también permite calcular el consumo desglosado por servicio y tripulante de la siguiente forma:

SERVICIO	CONSUMO (l/PAX Y DÍA)		
	Agua Fría	Agua Caliente	AGUA TOTAL
Ducha	50	70	120
Retrete	60	0	60
Cocina	8	12	20
Lavandería	15	23	38
Limpieza	2	3	5
<b>TOTAL/PAX</b>			243
<b>TOTAL (l)</b>			<b>9720</b>

*Tabla 7 Consumos de agua dulce*

En este caso, el consumo es diferente al anteriormente mencionado, aceptando por válido el más exigente, o sea, el primero. Por tanto, el consumo diario estimado de la unidad será de 14 m<sup>3</sup> de agua dulce.

### 7.1.1 Elección del generador de agua dulce

La empresa Gefico presenta una amplia gama de soluciones de generación de agua dulce diseñadas especialmente para las plataformas offshore. Se opta por el modelo AQ-25/2 (ANEXO IX), presente en plataformas como “P-26”, de la empresa PETROBRAS, o “Northem Ligths”, de Gazprom, y que tiene una capacidad de producción de 25 m<sup>3</sup> de agua diarios.



Evaporator model AQ-25/2.

## Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

El generador basa su funcionamiento en la evaporación de doble etapa, especialmente indicado para esta unidad, porque no existen grandes fuentes de calor para aprovechar en la generación de agua al no disponer de cámara de máquinas ni quemadores de gas, por ejemplo.

## 7.2 Cálculo de caudales

### 7.2.1 Compartimentos tipo

En la tabla presente a continuación se muestra una aproximación de los caudales exigidos por cada consumidor para, posteriormente, conocer los caudales de cada cubierta.

LOCAL	SERVICIO	PRESIÓN DE FLUJO MÍNIMO (bar)	CAUDAL AGUA FRÍA (l/s)	CAUDAL AGUA CALIENTE (l/s)	CAUDAL TOTAL (l/s)
ASEO COMPLETO	Llave de mezcla de lavabo	1	0,07	0,07	0,14
	Llave de mezcla de ducha	1	0,15	0,15	0,3
	Retrete de gravedad	1,5	0,3	0	0,3
	<b>TOTAL</b>		<b>0,52</b>	<b>0,22</b>	<b>0,74</b>
ASEO SIMPLE	Retrete de gravedad	1,5	0,3	0	0,3
	Llave de mezcla de lavabo	1	0,07	0,07	0,14
	<b>TOTAL</b>		<b>0,37</b>	<b>0,07</b>	<b>0,44</b>
LAVANDERÍA	Lavadora	1	0,25	0	0,25
	<b>TOTAL</b>		<b>0,25</b>	<b>0</b>	<b>0,25</b>
COCINA	Cafetera	1	0,15	0	0,15
	Fregadero	1	0,14	0,14	0,28
	Lavavajillas	1	0,15	0	0,15
	Suministro de Agua	1	0,07	0	0,07
	Pelapatatas	1	0,13	0	0,13
	<b>TOTAL</b>		<b>0,64</b>	<b>0,14</b>	<b>0,78</b>

Tabla 8 Caudales exigidos por cada servicio

### 7.2.2 Caudales por cubierta

Una vez se conoce el caudal que necesita cada servicio para funcionar, se examina cuántos de estos servicios hay en cada cubierta. De esta manera se calcula el caudal necesario que tienen que suministrar las bombas a la salida del tanque.

## Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

CUBIERTA	LOCAL	SERVICIO	NÚMERO	CAUDAL POR SERVICIO		LÍNEA DE CUBIERTA		LÍNEA TRONCAL	
				CAUDAL FRÍA (l/s)	CAUDAL CALIENTE (l/s)	CAUDAL FRÍA (l/s)	CAUDAL CALIENTE (l/s)	CAUDAL FRÍA (l/s)	CAUDAL CALIENTE (l/s)
RTA 2	CAMAROTES	Aseo Completo	10	5,2	2,2	5,2	2,2	5,2	2,2
RTA 1	CAMAROTES	Aseo Completo	10	5,2	2,2	5,2	2,2	10,4	4,4
CUBIERTA PRINCIPAL	ENFERMERÍA	Aseo Completo	1	0,52	0,22	4,43	0,78	14,83	5,18
		Aseo Simple	3	1,11	0,21				
	VESTUARIO	Lavavo	1	0,07	0,07				
		COCINA	Cafetera	3	0,45				
	Fregadero		2	0,28	0,28				
	Lavavajillas		2	0,3	0				
	Suministro de agua		1	0,07	0				
	Pelapatatas		1	0,13	0				
	LAVANDERÍA	Lavadora	6	1,5	0				
<b>CAUDAL TOTAL (l/s)</b>								<b>20,01</b>	

Tabla 9 Caudales exigidos en cada cubierta

Una vez se hallan los caudales totales, tanto de agua fría como caliente, se establece el valor, a través de la gráfica A.3 de la norma, de los caudales punta, que se muestran en la siguiente gráfica.

	CAUDAL (l/s)	CAUDAL PUNTA (l/s)
<b>AGUA FRÍA</b>	14,83	1,3
<b>AGUA CALIENTE</b>	5,18	0,78
<b>TOTAL</b>	20,01	1,5

Tabla 10 Caudales punta

### 7.3 Presiones de suministro

Para el correcto funcionamiento de las bombas se necesitan conocer datos muy importantes, como el rango de presiones a las que deberían trabajar, la velocidad a la que debe fluir el agua o las pérdidas de carga.

La tabla A.11 de la norma, adjuntada a continuación, relaciona los caudales punta y las velocidades de flujo y nos permite conocer la anchura nominal y las presiones diferenciales de las tuberías. Las velocidades a las que debe circular el fluido dependen del espacio por el que discurre la tubería y son:

- Líneas de circulación: 0,5 m/s

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

- Líneas de aspiración de la bomba: 1 m/s
- Espacios sanitarios y proximidades: 1 m/s
- Cubiertas de alojamientos: 1,4 m/s
- Espacios públicos: 2 m/s
- Sala y tronco de máquinas: 2,5 m/s

### 7.3.1 Pérdidas de carga del consumidor más desfavorable

Con los datos que se han expuesto anteriormente y los caudales ya calculados, se calculan ahora las pérdidas de carga en las tuberías de agua fría y de agua caliente.

SUMINISTRO DE AGUA FRÍA								
TUBERÍA		LONGITUD DE TRAMO (m)	CAUDAL (l/s)	CAUDAL PUNTA (l/s)	VELOCIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (m/s)	DN TUBERÍA	DIFERENCIA DE PRESIÓN (mbar/m)	PÉRDIDAS DE CARGA (mbar)
TRONCO	Cubierta 1- Cubierta 2	2,6	5,2	0,78	1,4	32	15	39
TRONCO	Principal- Cubierta 1	2,6	10,4	1	1,4	32	15	39
TRONCO	Tanque-Cubierta Principal	6,71	14,83	1,3	2	32	30	201,3
RAMAL	Cubierta Principal	14,23	4,43	0,7	1,4	25	20	284,6
RAMAL	Cubierta 1	14,23	5,2	0,78	1,4	32	15	213,45
RAMAL	Cubierta 2	14,23	5,2	0,78	1,4	32	15	213,45
<b>TOTAL (bar)</b>								<b>0,991</b>

Tabla 11 Pérdida de carga en el consumidor más desfavorable (agua fría)

SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE								
TUBERÍA		LONGITUD DE TRAMO (m)	CAUDAL (l/s)	CAUDAL PUNTA (l/s)	VELOCIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (m/s)	DN TUBERÍA	DIFERENCIA DE PRESIÓN (mbar/m)	PÉRDIDAS DE CARGA (mbar)
TRONCO	Cubierta 1- Cubierta 2	2,6	2,2	0,55	1,4	25	20	52
TRONCO	Principal- Cubierta 1	2,6	4,4	0,7	1,4	25	20	52
TRONCO	Tanque-Cubierta Principal	6,71	5,18	0,78	2	25	40	268,4
RAMAL	Cubierta Principal	14,23	0,78	0,42	1,4	20	27	384,21
RAMAL	Cubierta 1	14,23	2,2	0,55	1,4	25	20	284,6
RAMAL	Cubierta 2	14,23	2,2	0,55	1,4	25	20	284,6
<b>TOTAL (bar)</b>								<b>1,326</b>

Tabla 12 Pérdida de carga en el consumidor más desfavorable (agua caliente)

### 7.3.2 Altura de bombeo

La altura de bombeo se obtiene a partir de la altura de la habilitación y de la situación de las bombas, que en este caso se instalarán en la cubierta principal, a 51,14 m por encima de la Línea de Base.

ALTURA DE BOMBEO DE AGUA FRÍA			ALTURA DE BOMBEO DE AGUA CALIENTE		
PARTIDA	$\Delta H$ (m)	P (bar)	PARTIDA	$\Delta H$ (m)	P (bar)
GEOMÉTRICA	6,6	0,65	GEOMÉTRICA	6,6	0,65
PÉRDIDAS DE CARGA		0,99	PÉRDIDAS DE CARGA		1,33
VÁLVULAS Y ACCESORIOS		1,49	VÁLVULAS Y ACCESORIOS		1,99
PRESIÓN MÍNIMA		1,50	PRESIÓN MÍNIMA		1,50
MARGEN (10%)		0,46	MARGEN (10%)		0,55
<b>TOTAL</b>		<b>5,09</b>	<b>TOTAL</b>		<b>6,01</b>

Tabla 13 Alturas de bombeo de agua fría y agua caliente

### 7.3.3 Dimensionamiento de las bombas de suministro

Las bombas de suministro de agua fría son las encargadas de proporcionar presión al servicio de agua fría o al tanque hidróforo.

Para hallar el caudal que deben entregar se procede, de igual manera que en los buques, añadiendo a la presión total un margen de sobredimensionamiento del 10% al caudal punta.

$$Q_{B \text{ suministro}} = 1,5 \cdot 1,1 = 1,65 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para conocer la presión necesaria, se contempla la más desfavorable de las dos, en este caso es la del suministro de agua caliente, y se añade un margen de seguridad de 2 bar.

$$P_{B \text{ suministro}} = 6,01 + 2 = 8,01 \text{ bar}$$

La bomba escogida será una centrífuga autoaspirante, debido a que no se presentan grandes demandas de altura, concretamente el modelo M 50 de la marca Saer. Las características se adjuntan en el [ANEXO XIV](#).

## 7.4 Circuito de recirculación

Se dimensiona a continuación el sistema de recirculación, calculando los volúmenes de todo el circuito y las pérdidas en el caso más desfavorable, y escogiendo la bomba más adecuada para el caso.

### 7.4.1 Pérdidas de carga en la recirculación

PÉRDIDA DE CARGA DE LA RUTA MÁS LARGA DEL CIRCUITO DE RECIRCULACIÓN DE AGUA FRÍA								
TUBERÍA		LONGITUD DE TRAMO (m)	CAUDAL (l/s)	CAUDAL PUNTA (l/s)	VELOCIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (m/s)	DN TUBERÍA	DIFERENCIA DE PRESIÓN (mbar/m)	PÉRDIDAS DE CARGA (mbar)
TRONCO	Cubierta 1- Cubierta 2	2,60	5,20	0,78	1,40	32	15,00	39,00
TRONCO	Cubierta Principal- Cubierta 1	2,60	10,40	1,00	1,40	32	15,00	39,00
TRONCO	Bomba- Cubierta Principal	1,40	14,83	1,30	2,00	32	30,00	42,00
RAMAL	Cubierta 2	28,46	5,20	0,78	1,40	32	15,00	426,90
TRONCO	Cubierta Principal- Bomba	1,40	14,83	1,30	2,00	32	30,00	42,00
TRONCO	Cubierta 1- Cubierta Principal	2,60	10,40	1,00	1,40	32	15,00	39,00
TRONCO	Cubierta 2- Cubierta 1	2,60	5,20	0,78	1,40	32	15,00	39,00
<b>TOTAL (bar)</b>								<b>0,67</b>

Tabla 12 Pérdidas en el circuito de recirculación de agua fría

PÉRDIDA DE CARGA DE LA RUTA MÁS LARGA DEL CIRCUITO DE RECIRCULACIÓN DE AGUA CALIENTE								
TUBERÍA		LONGITUD DE TRAMO (m)	CAUDAL (l/s)	CAUDAL PUNTA (l/s)	VELOCIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (m/s)	DN TUBERÍA	DIFERENCIA DE PRESIÓN (mbar/m)	PÉRDIDAS DE CARGA (mbar)
TRONCO	Cubierta 1- Cubierta 2	2,60	2,20	0,55	1,40	25	20,00	52,00
TRONCO	Cubierta Principal- Cubierta 1	2,60	4,40	0,70	1,40	25	20,00	52,00
TRONCO	Bomba- Cubierta Principal	1,40	5,18	0,78	2,00	25	40,00	56,00
RAMAL	Cubierta 2	28,46	2,20	0,55	1,40	25	20,00	569,20
TRONCO	Cubierta Principal- Bomba	1,40	5,18	0,78	2,00	25	40,00	56,00
TRONCO	Cubierta 1- Cubierta Principal	2,60	4,40	0,70	1,40	25	20,00	52,00
TRONCO	Cubierta 2- Cubierta 1	2,60	2,20	0,55	1,40	25	20,00	52,00
<b>TOTAL (bar)</b>								<b>0,89</b>

Tabla 13 Pérdidas en el circuito de recirculación de agua caliente

## Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

VOLUMEN DE RECIRCULACIÓN DE AGUA FRÍA					
TUBERÍA		DN	VOLUMEN DE AGUA (l/m)	LONGITUD DEL TRAMO (m)	VOLUMEN DE AGUA (l)
TRONCO	Cubierta 1- Cubierta 2	32	1,01	2,60	2,63
TRONCO	Cubierta Principal- Cubierta 1	32	1,01	2,60	2,63
TRONCO	Bomba- Cubierta Principal	32	1,01	1,85	1,87
RAMAL	Cubierta 2	32	1,01	28,46	28,80
RAMAL	Cubierta 1	32	1,01	28,46	28,80
RAMAL	Cubierta principal	25	0,70	28,46	19,92
TRONCO	Cubierta Principal- Bomba	32	1,01	1,85	1,87
TRONCO	Cubierta 1- Cubierta Principal	32	1,01	2,60	2,63
TRONCO	Cubierta 2- Cubierta 1	32	1,01	2,60	2,63
RENOVACIONES				3	
<b>TOTAL (l)</b>				<b>275,38</b>	

Tabla 14 Volumen de recirculación de agua fría

VOLUMEN DE RECIRCULACIÓN DE AGUA CALIENTE					
TUBERÍA		DN	VOLUMEN DE AGUA (l/m)	LONGITUD DEL TRAMO (m)	VOLUMEN DE AGUA (l)
TRONCO	Cubierta 1- Cubierta 2	25	0,70	2,60	1,82
TRONCO	Cubierta Principal- Cubierta 1	25	0,70	2,60	1,82
TRONCO	Bomba- Cubierta Principal	25	0,70	1,85	1,30
RAMAL	Cubierta 2	25	0,70	28,46	19,92
RAMAL	Cubierta 1	25	0,70	28,46	19,92
RAMAL	Cubierta principal	20	0,37	28,46	10,42
TRONCO	Cubierta Principal- Bomba	25	0,70	1,85	1,30
TRONCO	Cubierta 1- Cubierta Principal	25	0,70	2,60	1,82
TRONCO	Cubierta 2- Cubierta 1	25	0,70	2,60	1,82
RENOVACIONES				3	
<b>TOTAL (l)</b>				<b>180,39</b>	

Tabla 15 Volumen de recirculación de agua caliente

### 7.4.2 Dimensionamiento de las bombas de recirculación

Se calcula ahora la altura a la que se debe elevar el agua de recirculación y a elegir el equipo más adecuado.

ALTURA DE BOMBEO AGUA FRÍA		ALTURA DE BOMBEO AGUA CALIENTE	
PARTIDA	P (bar)	PARTIDA	P (bar)
Pérdidas de carga	0,67	Pérdidas de carga	0,89
Válvulas y accesorios	1,00	Válvulas y accesorios	1,33
Margen seguridad	0,67	Margen seguridad	0,89
<b>TOTAL</b>	<b>2,33</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3,11</b>

Tabla 16 Alturas bombas recirculación

El caudal se considera el mismo que el de suministro y la altura, la más desfavorable, con un margen de 2 mca, 8,75 mca. La bomba se selecciona del mismo modelo que la de suministro general, el modelo M 50 (ANEXO XIV).

### 7.5 Dimensionamiento de los calentadores

Para conocer las características que debe tener el calentador de agua se debe acudir de nuevo a las normas UNE-EN ISO (15748-2), y elegir uno que sea capaz de cumplir la demanda punta de agua caliente en un período de 2h.

Sabiendo que el número de tripulantes es de 40, se elige un calentador de 1000 l, 40 kW de potencia de calentamiento en 96 min y 3440 l de cantidad de agua mezclada en las dos horas especificadas.

## Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

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	
<b>1 a 10</b>	200	15	51	660	1 030	8
	300	10	115	680	930	5
<b>11 a 20</b>	400	30	51	1 320	2 060	15
	650	20	125	1 440	1 940	10
<b>21 a 30</b>	650	40	62	1 940	2 920	20
	1 000	20	192	1 960	2 450	10
<b>31 a 50</b>	1 000	40	96	2 450	3 440	20
	1 500	25	230	2 820	3 440	13
<b>51 a 75</b>	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
<b>76 a 100</b>	2 000	80	96	4 910	6 880	40
	3 000	40	288	5 400	6 380	20
<b>101 a 150</b>	3 000	100	115	6 880	9 330	50
	5 000	40	480	8 350	9 330	20
<b>151 a 200</b>	3 000	160	72	8 350	12 280	60
	5 000	100	192	9 820	12 280	50
<b>201 a 300</b>	5 000	200	96	12 280	17 200	60
	7 000	150	179	14 000	17 690	50
<b>301 a 500</b>	7 000	300	90	17 690	25 060	70
	10 000	200	192	19 650	24 570	60
<b>501 a 700</b>	7 000	400	67	20 140	29 970	80
	10 000	300	128	22 110	29 480	70
<b>701 a 1 000</b>	10 000	550	70	28 250	41 770	100

Figura 7.1 Valores guía de los calentadores de agua (Fuente: Normas UNE-EN ISO)

## 8 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Todas las aguas sucias que se generen en la plataforma deben de ser tratadas antes de su liberación en el mar. Este tratamiento debe seguir la normativa del Convenio MARPOL (Anexo IV, Cap. 3, Regla 3) y de las normas UNE-EN ISO 15749-1 y 15749-2.

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 considera las posibles variaciones debidas a los reglamentos nacionales o a las recomendaciones de las sociedades de clasificación.				

Figura 8.1 Cantidad mínima de agua de desecho (Fuente: Normas UNE-EN ISO)

La tabla anterior, extraída de las normas UNE, indica una generación de aguas de desecho cada día de 180 l por tripulante, lo que supone una cantidad total de 7200 l diarios de aguas negras y grises.

Se debe escoger, por tanto, una planta que satisfaga las necesidades de tratamiento de aguas residuales. Una de ellas podría ser las mostrada a continuación, la Wärtsilä STC06-13, cuyas características de adjuntan en el ANEXO X, y que cumple con las certificaciones de la IMO.

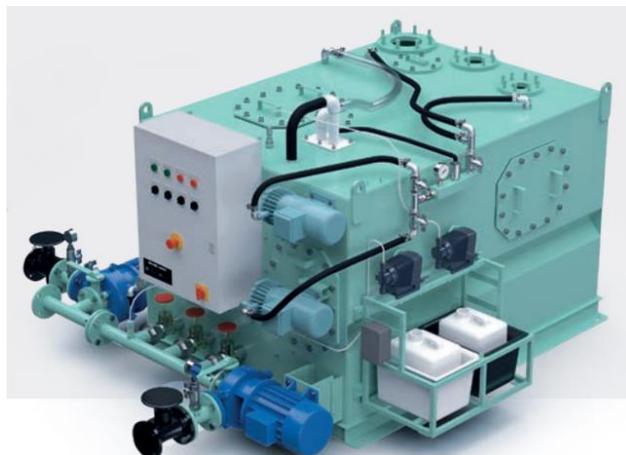


Figura 8.2 Imagen de la planta de tratamiento de aguas elegida (Fuente: Wärtsilä)

## 9 TRATAMIENTO DE BASURAS

El Convenio MARPOL también establece en su Anexo V, Regla 4, la prohibición de echar al mar desde cualquier plataforma basuras sin tratar.

Los residuos sólidos, por su parte, deben ser correctamente desmenuzados y triturados en una planta antes de su eliminación, lo suficiente como para atravesar una malla de 25 mm.

Todos los productos líquidos de limpieza u otro uso podrán ser descargados en el mar siempre que no estén compuestos por ningún contaminante.

Si bien es cierto que el Convenio permite la descarga al mar de basuras en buques si estos cumplen determinadas características durante la navegación, como velocidad y distancia a la costa, en la plataformas de offshore no ocurre lo mismo. En este caso, estas unidades, que son consideradas como tierra firme según el convenio, tanto en cuanto las naves deben guardar la misma distancia de ellas como de la costa, deben contar con equipos que permitan la destrucción total de los residuos más contaminantes.

Conforme a esto, se debe instalar en la unidad un equipo que permita triturar, compactar e incinerar los residuos producidos. Se ha optado en este caso, y basándonos en el espacio reducido que presenta la plataforma para la instalación de equipos, por el modelo EVAC MIDI SHREDDER, que reúne los tres servicios necesarios en la misma instalación. Sus características principales se adjuntan en su catálogo en el ANEXO XI.

La unidad se instalará en el espacio de máquinas, junto a los equipos de tratamiento de agua, pues sus dimensiones son adecuadas para esta localización, contando con un escape para los gases producidos conectado al sistema de ventilación.

## 10 SERVICIO DE LASTRE

A diferencia de los buques y otras plataformas como las semisumergibles, las plataformas TLP no dependen del lastre para su estabilidad, puesto que esta viene proporcionada por los tendones que la fijan al fondo marino.

El único aspecto en el cual se podría valorar sería en el caso de su remolque. Sin embargo, dadas las relativamente reducidas dimensiones de esta plataforma, su principal forma de remolque podría llegar a ser el remolque seco. Aun así, se valorará e incorporará un servicio de lastre que garantice su estabilidad en un hipotético remolque húmedo.

### 10.1 Dimensionamiento del sistema de lastre

Un dato importante a la hora de dimensionar el sistema de lastre es conocer el tiempo en el que se deben llenar y vaciar los tanques. De esta manera sabremos el caudal exigido y podremos elegir la bomba en función de éste.

En muchas ocasiones, en especial las naves como buques portacontenedores o graneleros, el lastrado está ligado al tiempo de carga y descarga del buque, para así optimizar su productividad y no perder tiempo de viaje ni aumentar los costes en puerto.

En nuestro caso, los tanques de lastre serán utilizados de manera extraordinaria, en un hipotético remolque húmedo de la plataforma, lo que nos permite una mayor flexibilidad a la hora de aproximar el caudal de llenado de los tanques. Por otra parte, esta situación se prevería con mucha antelación; otro factor que resta importancia a la velocidad de trabajo de las bombas.

#### 10.1.1 Bombas del sistema de lastre

De esta manera, tendremos muchas opciones para elegir el sistema de bombas. Si tomamos como referencia otras unidades, diseñaremos el sistema de lastre con tres bombas, ocupándose cada una del llenado de cada una de las patas; además de una de respeto. Así, cada bomba será la encargada de

suministrar 4210,79 m<sup>3</sup> de agua de lastre. Se puede apreciar el sistema de llenado en el plano del [ANEXO XVI](#).

Lo primero que se debe de hacer es conocer el caudal necesario que entregarán las bombas. Si estimamos un caudal de 400 m<sup>3</sup>/h, cada bomba tardará un tiempo bastante prudencial de 10 h y media en llenar todos los tanques de una de las patas. Y esto es importante recalcarlo, pues en muchas ocasiones no será necesario llenar la completa totalidad de ellos.

Una vez elegido el caudal que suministrarán las bombas y sabiendo que éstas se instalarán en la cubierta principal, a 51,13 m del punto más bajo de los tanques de lastre, se debe entrar en un catálogo y elegir la bomba que más se ajusta a nuestras exigencias.

Se opta en este caso por el fabricante italiano SAER, que en su catálogo de bombas centrífugas presenta el modelo NCBKZ4P 200-400B, el cual se ajusta a nuestra demanda, entregando 400 m<sup>3</sup>/h hasta una altura de 53,7 m, con un consumo de 132 kW. El catálogo de la bomba y sus características se adjuntan en el [ANEXO XII](#).



Figura 10.1 Electrobomba centrífuga (Fuente: Saer)

### 10.1.2 Tuberías del sistema de lastre

Una vez se conoce que bomba hará funcionar el sistema, se debe también dimensionar el sistema de tuberías. El diámetro de las tuberías debe ser el adecuado para que el fluido mantenga en su discurso interior un régimen laminar, y así minimizar las pérdidas de carga y el daño en el sistema.

Sabiendo que el régimen turbulento de un fluido inicia cuando su Número de Reynolds supera el valor de 1500, el diámetro mínimo será:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{\rho \cdot Q \cdot D}{A \cdot \mu} = \frac{4 \cdot \rho \cdot Q \cdot D}{\pi \cdot D^2 \cdot \mu} = \frac{4 \cdot \rho \cdot Q}{\pi \cdot D \cdot \mu} \leq 1500$$

$$\mathbf{D_{min} = 235,8 \text{ mm}}$$

A partir de aquí, se debería entrar en un catálogo de tuberías de diámetros nominales estándares y elegir la más adecuada. Un ejemplo sería un diámetro nominal de 250 mm, del catálogo de *Molecor*, adjuntado en el ANEXO XIII.

## 11 SISTEMA DE SENTINAS

Para cumplir con la normativa del SOLAS y del Convenio MARPOL se debe instalar a bordo un sistema para bombear y recoger todos los desechos procedentes del espacio de máquinas, como restos de hidrocarburos y aguas aceitosas.

### 11.1 Colector de sentinas

A través del referido SOLAS podemos obtener una aproximación del tamaño mínimo que debe tener el colector de sentinas a través de la siguiente expresión, en función de la eslora, la manga y el puntal de la unidad:

$$d = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{L \cdot (B + D)} = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{40,85 \cdot (39,08 + 13,57)}$$

$$d = 102,9 \text{ mm}$$

### 11.2 Bomba de sentinas

El SOLAS dispone que, por norma general, se instalarán dos bombas de sentinas; sin embargo, si no comprometiese la seguridad de la unidad, podrá prescindirse de una de ellas, lo cual será este caso, pues no se contará con más maquinaria que consuma combustible que el generador.

El caudal viene dado a través del diámetro del colector y la velocidad, indicada por el SOLAS:

$$Q = v \cdot A_t = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} = 0,02 \text{ m}^3/\text{s} = 15,71 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tomando la distancia desde el espacio de máquinas y bombas hasta el tanque sentinas (6 m) como la altura requerida por la bomba, se elige el modelo presente en los [ANEXOS](#) NCBZ 2P80-250B.

### 11.3 Separador de sentinas

El reglamento exige también un separador de sentinas para el tratamiento de los restos de hidrocarburos. En este caso se instalará uno de capacidad baja de la marca *Victor Marine*, concretamente el modelo CS2000; se adjunta en el ANEXO XV.



Figura 2 Separador de sentinas elegido (Fuente: Victor Marine)

## 12 FONDA Y HOTEL

### 12.1 Cocina

Se enumeran a continuación los equipos que se instalarán en la cocina de la plataforma y, que, por su peso o consumo eléctrico, cabe reseñar.

- Dos fregaderos de acero inoxidable con escurridero y servicio de agua caliente y fría.
- Dos cocinas industriales eléctricas de consumo total 30 kW.
- Una freidora, con equipo de extinción incluido.
- Tres cafeteras eléctricas, una de ellas en la sala de reuniones.
- Dos lavaplatos industriales.
- Dos frigoríficos, cada uno de 895 l de capacidad.
- Dos microondas.
- Un horno industrial.

### 12.2 Lavandería

De la misma manera, en la lavandería se instalarán, además de las estanterías y armarios habituales:

- Seis lavadoras industriales, de 28 kg cada una.
- Seis secadoras, con capacidad total para 60 kg.
- Tres planchas, de potencia igual 5 kW cada una.

### 12.3 Gambuzas

Existirán dos gambuzas, una de fresco, que se encontrará refrigerada y a una temperatura de 2°C, donde estarán los alimentos no perecederos, y una de congelados, a una temperatura de -25°C, donde se almacenarán aquellos productos como carnes, pescados o verduras.

Cada cámara contará con regulación termostática propia para mantener su temperatura, y las puertas serán de construcción robusta con bisagras reforzadas, topes y retenedores. Los termostatos de cada local contarán con una alarma conectada a la cocina para avisar en caso de aumento de temperatura.

## 13 SISTEMA DE COMUNICACIONES

El cumplimiento del Convenio SOLAS, en este caso su Capítulo IV, nos exige una serie de requerimientos en el ámbito de las radiocomunicaciones marítimas en el marco de conservar la mayor seguridad posible en caso un problema en la plataforma.

### 13.1 Comunicaciones externas

La plataforma se encuentra a casi 60 millas náuticas de la costa, lo que significa que estará en el perímetro denominado como Zona Marítima A2. Las Zonas A son una división en cuatro estamentos de la cobertura radiofónica marítima. Esta zona en concreto comprende el ámbito de cobertura MF de una estación costera en la que se dispone de una alerta de llamada selectiva digital.

Como cumplimiento de la Regla 6: Instalaciones radioeléctricas, la plataforma deberá tener instalados medios radioeléctricos que permitan enviar (y recibir) señales de socorro a la costa a través de dos medios distintos e independientes.

También deben poder ser capaces de recibir y transmitir señales de otra plataforma, tanto de socorro como de búsqueda y salvamento, así como emisiones con fines de localización.

La Regla 7: Equipo radioeléctrico, da las especificaciones de los equipos que la unidad debe llevar a bordo, los cuales son:

- Una instalación radioeléctrica de ondas métricas que pueda funcionar mediante LSD en la frecuencia 156,525 MHz (Ch 70) y mediante radiotelefonía en las frecuencias de 156,300 MHz (Ch 6), 156,650 MHz (Ch 13) y 156,800 MHz (Ch 16).
- Una instalación radioeléctrica que mantenga la escucha continua LSD en el canal 70.
- Un reponedor de radar que pueda funcionar en la banda de 9 GHz.
- Un receptor que reciba transmisiones NAVTEX.

Plataforma offshore TLP para habilitación y carga

- Una instalación radioeléctrica para la recepción de información sobre seguridad marítima.
- Una radiobaliza de localización de siniestros por satélite.
- Equipos para mantener la comunicación bilateral en caso de siniestro con fines de búsqueda y salvamento.

Por último, y como se ha indicado anteriormente, la unidad se debe ajustar a la Regla 9, pues se localiza en la Zona A2. La regla en cuestión obliga a instalar a bordo:

- Una instalación radioeléctrica de ondas hectométricas que pueda trabajar, a efectos de socorro y seguridad, en frecuencias de 2187,5 kHz con LSD y 2182 kHz con radiofonía.
- Una instalación independiente que trabaje a 2187,5 kHz con LSD.
- Medios de comunicación bilateral con la costa, pero no de ondas hectométricas (satélite de órbita polar, satélite geoestacionario u ondas decamétricas).
- Una instalación radioeléctrica que funcione con frecuencias de trabajo en bandas entre [1605, 4000] o [4000, 27000] kHz.

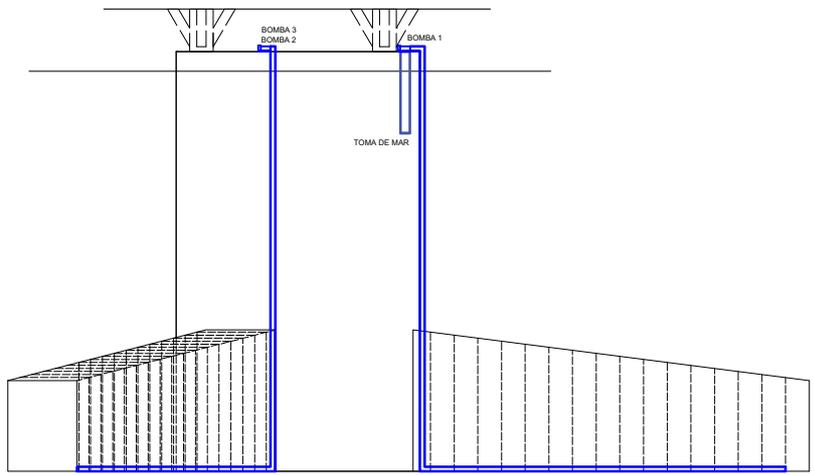
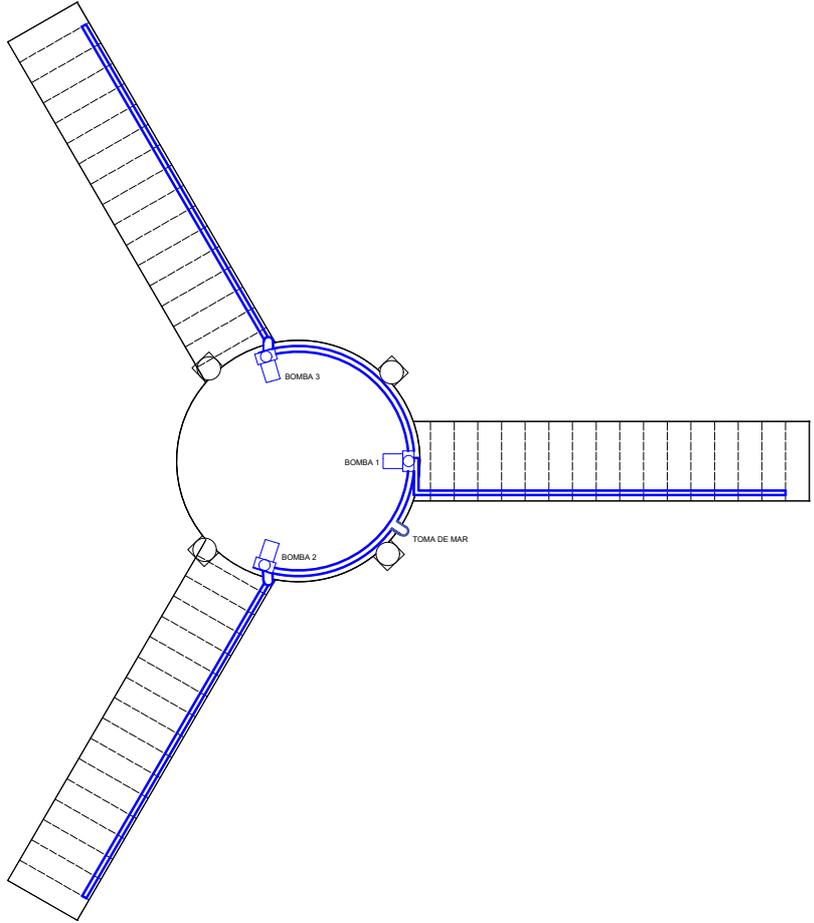
## 13.2 Comunicaciones internas

En cuanto a las comunicaciones internas, el pequeño tamaño de la unidad y la casi inexistencia de espacios estancos de trabajo que dificulten la comunicación, ni salas alejadas entre sí, únicamente se dispondrá de un sistema de megafonía en cubierta que alcance los espacios interiores, como alerta ante cualquier posible problema.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] DÍAZ CASÁS, Vicente; PUENTE VARELA, Basilio (2022). *Apuntes de Proyectos del buque y artefactos marinos I y II*, Universidade da Coruña
- [2] CARRAL COUCE, Luis Manuel (2022). *Apuntes Sistemas Auxiliares II*, Universidade da Coruña
- [3] GARCÍA ÁVILA, Javier (2022). *Buque portacontenedores 16000 TEUs*, Trabajo de Fin de Grado, Universidade da Coruña.
- [4] VILLA CARO, Raúl (2022). *Apuntes Sistemas Auxiliares I*, Universidade da Coruña
- [5] *API Standards for Safe Offshore Operations*, (2010). API.
- [6] *Design and Construction of Offshore Structures*, (1977). INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS.
- [7] *NR445 Rules for the classification of offshore units*. (s. f.). Marine & Offshore, BUREAU VERITAS.
- [8] *Process Systems Onboard Offshore Units and Installations*, (2015). BUREAU VERITAS.

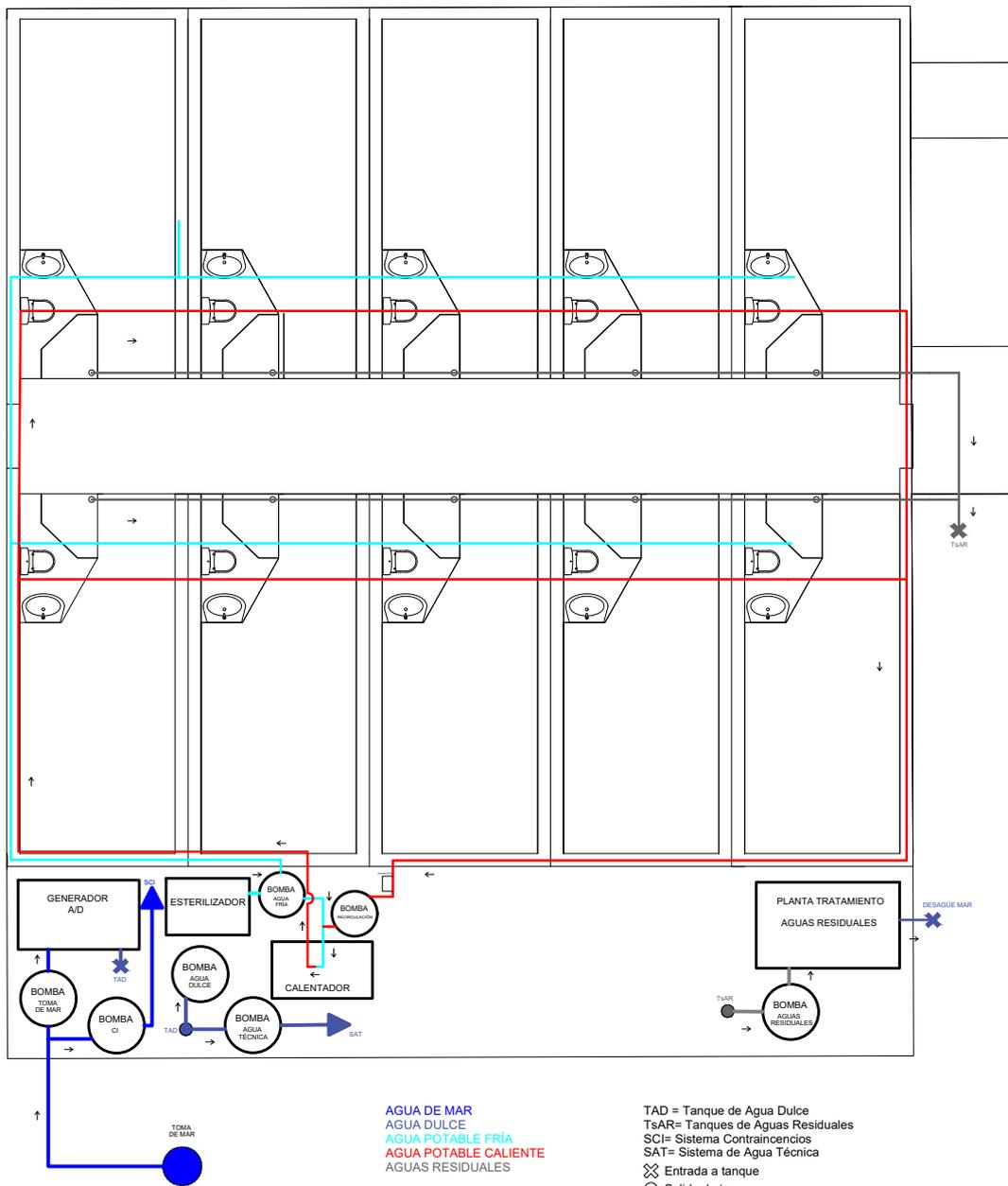
## **ANEXO XVI: PLANO DEL SISTEMA DE LASTRE**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA  
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

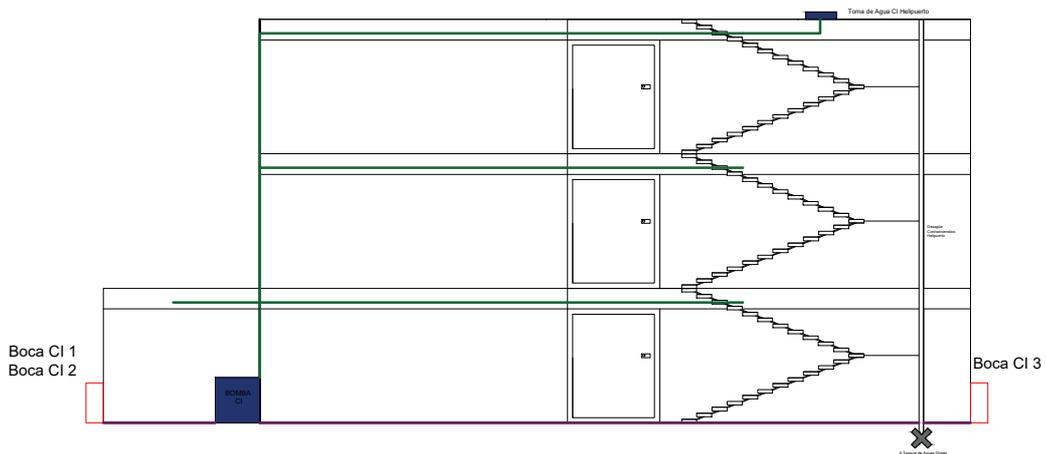
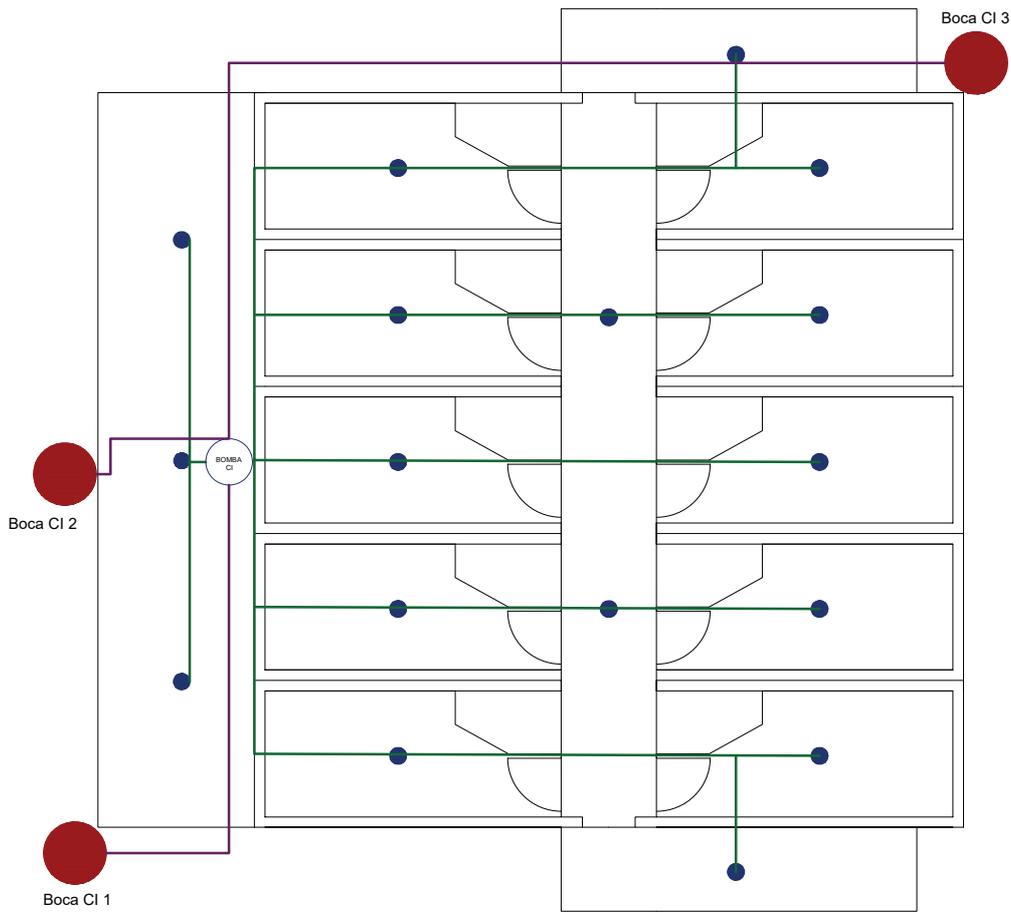
PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO: SISTEMA DE LASTRADO	FIRMA:	ESCALA: 1:750
AUTOR MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023
		Nº DE PLANO: 01/01

## **ANEXO XVII: PLANO DEL SISTEMA DE AGUA**



<b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</b> ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO: ESQUEMA DEL SISTEMA DE AGUA	FIRMA:	ESCALA: 1:200
AUTOR MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023
		Nº DE PLANO: 01/01

## **ANEXO XVIII: PLANO DEL SISTEMA CONTRAINCENDIOS**



Rociador Agua Nebulizada ●  
 Circuito CI Nº1  
 Circuito CI Nº2

<b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</b> ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		
PROYECTO: PLATAFORMA TLP PARA HABILITACIÓN Y CARGA EN CUBIERTA		
PLANO: PLANO DEL SISTEMA CONTRAINCENDIOS	FIRMA:	ESCALA: 1:350
AUTOR MANUEL MARTÍNEZ SUÁREZ		FECHA: ENERO 2023
		Nº DE PLANO: 01/01