



Autor: Jesús Sastre Rijo

Julio 2020

Tutor: D. Deivis Ávila Prats

TRABAJO

FIN DE

GRADO

Sistemas Contra Incendios del
Buque "Volcán de Tinamar"

Índice de contenido

Resumen	1
Abstract.....	1
1. Introducción.....	1
Objetivos.....	2
2. Antecedentes.....	2
3. Características del buque	5
4. El fuego	7
4.1) Materiales combustibles	8
4.1.1) Combustibles sólidos	8
4.1.2) Combustibles líquidos	8
4.2) Factores influyentes en la ignición.....	9
4.2.1) Según la temperatura.....	9
4.2.2) Según la concentración de combustible	9
4.3) Prevención del fuego.....	10
4.4) Clasificación del fuego.....	13
4.5) Clasificación de los agentes extintores del fuego.....	14
5. Sistema fijo de extinción de incendios de agua nebulizada.....	16
5.1) Componentes del sistema	17
5.1.1) Bombas.....	17
5.1.2) Suministro de agua.....	18

5.2) Secciones	18
5.3) Disparo del sistema	20
5.4) Pruebas del sistema	21
5.4.1) Prueba de recirculación	21
5.4.2) Prueba anual de secciones	23
5.5) Boquillas	23
5.5.1) Tipos de boquillas y ampollas	23
5.5.1) Sustitución de boquillas	24
6. Rociadores	25
7. Medios de extinción portátiles.....	31
7.1) Extintores	31
7.1.1) Polvo seco	31
7.1.2) CO ₂	33
7.2) Espuma.....	34
8. Central contra incendios	36
8.1) Secuencia de la alarma contra incendios.....	37
8.1.1) Detector de humo, llama y calor	37
8.2) Aislamiento	38
8.3) Alarma general	38
9. Detectores	39
9.1) Detector de humo	39

9.1.1) Detectores de humo antideflagrantes	41
9.2) Llama.....	42
9.3) Calor	42
10. Pulsador manual de alarma.....	42
11. Sistema fijo de extinción de incendios de CO ₂	43
12. Estaciones contra incendios.....	44
12.1) Localizaciones	44
12.2) Contenido	45
13. Ventilaciones	49
13.1) Ventilaciones manuales.....	50
13.2) Fire dampers	50
14. Cajas Contra Incendios	50
14.1) Hidrantes	51
14.2) Mangueras	54
14.3) Lanzas.....	55
14.4) Llaves “C” y “F”	56
14.5) Línea contra incendios	56
14.6) Nebulizador	56
15. Puertas CI y Mamparos	56
16. Planos de control de lucha contra incendios.....	60
17. Aparatos respiratorios para evacuaciones de emergencia (AREE)	61

18.	Equipo de Respiración Autónoma (ERA)	63
19.	Brigadas contra incendios.....	65
20.	Conclusión.....	68
21.	Conclusion.....	69
	Bibliografía.....	70

Índice de imágenes

Imagen 1. Triángulo del fuego. Fuente: Elaboración propia.....	7
Imagen 2. Rangos de inflamabilidad. Fuente: (Sierra, 1999).....	10
Imagen 3. Bombas y tanque de agua dulce del sistema. Fuente: Elaboración propia. ...	17
Imagen 4. Válvula de corte de la sección de la cubierta 9 proa. Fuente: Elaboración propia.	19
Imagen 5. Manómetro de una sección del sistema. Fuente: Elaboración propia.....	20
Imagen 6. Panel de control del sistema. Fuente: Elaboración propia.....	22
Imagen 7. Local de rociadores. Fuente: Elaboración propia.	26
Imagen 8. Botonera de control de las bombas de rociadores. Fuente: Elaboración propia.	27
Imagen 9. Válvulas de corte de secciones. Fuente: Elaboración propia.....	28
Imagen 10. Colector de agua dulce. Fuente: Elaboración propia.....	29
Imagen 11. Tubería flexible de un módulo del cardeck. Fuente: Elaboración propia....	30
Imagen 12. Extintor de polvo seco de 6 kg. Fuente: Elaboración propia.....	32
Imagen 13. Extintor de CO ₂ de 5 kg. Fuente: Elaboración propia.	34
Imagen 14. Espumógeno. Fuente: Elaboración propia.....	35
Imagen 15. Listado de direcciones. Fuente: Elaboración propia.....	36
Imagen 16. Central contra incendios. Fuente: Elaboración propia.....	37
Imagen 17. Pulsador de alarma general. Fuente: Elaboración propia.	39
Imagen 18. Detector de humo. Fuente: Elaboración propia.	40
Imagen 19. Probador de detectores de humo. Fuente: Elaboración propia.	41

Imagen 20. Pulsador de alarma. Fuente: Elaboración propia.....	43
Imagen 21. Chaqueta de traje de bombero. Fuente: Elaboración propia.....	46
Imagen 22. Pantalón de traje de bombero. Fuente: Elaboración propia.....	46
Imagen 23. Espaldera con botella de aire comprimido. Fuente: Elaboración propia.....	47
Imagen 24. Máscara. Fuente: Elaboración propia.	47
Imagen 25. Traje químico. Fuente: Elaboración propia.	48
Imagen 26. Caja contra incendios con nebulizador. Fuente: Elaboración propia.	51
Imagen 27. Hidrante. Fuente: Elaboración propia.....	52
Imagen 28. Hidrante en mal estado. Fuente: Elaboración propia.....	53
Imagen 29. Hidrante de la zona de máquinas. Fuente: Elaboración propia.	54
Imagen 30. Manguera, con hidrante y llaves “C” y “F”. Fuente: Elaboración propia. ...	55
Imagen 31. Especificaciones puerta contra incendios A-60. Fuente: Elaboración propia.	58
Imagen 32. Sensor de puerta contra incendios. Fuente: Elaboración propia.....	59
Imagen 33. Plano de control de lucha contra incendios. Fuente: Elaboración propia....	61
Imagen 34. AREE del puente. Fuente: Elaboración propia.....	62
Imagen 35. Botella de aire comprimido montada en espaldera. Fuente: Elaboración propia.	63

Índice de tablas

Tabla 1: Características generales del buque Volcán de Tinamar. Fuente: Elaboración propia..... 5

Tabla 2: Capacidad de carga. Fuente: Elaboración propia. 6

Tabla 3: Equipos y maquinaria. Fuente: Elaboración propia. 6

Tabla 4. Clasificación de los extintores. Fuente: (Guerrero, 1999)..... 15

Tabla 5. Tipos de boquilla. Fuente: (Danfoss, 2010). 24

Tabla 6. Cantidad y repuestos de boquillas. Fuente: (Danfoss, 2010). 25

Tabla 7. Dispositivos C.I. para el transporte de mercancías peligrosas. Fuente: Planos distribución de elementos C.I. del buque. 49

Tabla 8. Composición de las brigadas C.I. Fuente: Elaboración propia. 66

Tabla 9. Programa de ejercicios anual. Fuente: (Naviera Armas, 2020)..... 67

Resumen

El proyecto trata de exponer los distintos medios contra incendios de los que dispone el buque Volcán de Tinamar, explicando los elementos tales como detectores contra incendios y extintores, hasta las instalaciones fijas como los rociadores y el sistema de agua nebulizada, a parte del mantenimiento que se deberá hacer a estos equipos, todo ello contrastado con la normativa SOLAS. También se comentarán las obligaciones de los tripulantes en caso de incendio y de la formación a bordo que se les deberá proporcionar.

Abstract

The project tries to expose the different firefighting media available in the ship Volcán de Tinamar, explaining the elements such as fire detectors and extinguishers, to fixed installations such as sprinklers and the watermist system, a part of the maintenance that has to be done to this equipment, all contrasted with the SOLAS regulations. The obligations of the crewmembers in case of fire and the training on board that must be provided will also be discussed.

1. Introducción

Este trabajo de fin de grado se realiza para la finalización del grado en Náutica y Transporte Marítimo, en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería: Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de Santa Cruz de Tenerife, de la Universidad de La Laguna. Tiene como objetivo explicar los sistemas contra incendios que existentes en el buque Volcán de Tinamar, un buque RO-PAX perteneciente al Grupo Naviera Armas Trasmediterránea, que realiza operaciones de cabotaje entre la península Ibérica y las Islas Baleares.

En este trabajo se dan a conocer los distintos medios contra incendios y todo aquello relacionado con ellos en el interior del buque desarrollado en base a la experiencia

obtenida por las prácticas profesionales en dicho buque, contrastándolo con la normativa de aplicación, mayoritariamente el SOLAS, así como el Real Decreto 1247/1999 y el convenio STCW.

Objetivos

Este trabajo de fin de grado se realiza para la finalización del grado en Náutica y Transporte Marítimo, en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería: Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de Santa Cruz de Tenerife, de la Universidad de La Laguna.

El barco Volcán de Tinamar es un buque RO-PAX, es decir, trasporta pasaje y carga rodada. Pertenece al Grupo Naviera Armas Trasmediterránea, y realiza navegaciones de cabotaje entre la Península Ibérica y las Islas Baleares.

El objetivo de este proyecto es exponer la importancia y aclarar los distintos sistemas contra incendios que existen a bordo de un buque de pasaje y carga rodada, cumpliendo con lo establecido por el convenio SOLAS. También se darán a conocer los diferentes ejercicios establecidos por el convenio STCW para una correcta preparación de la tripulación ante cualquier incidente.

2. Antecedentes

El Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, conocido generalmente por sus siglas, SOLAS, es el tratado más importante en todo el mundo especializado en la seguridad de los buques.

El convenio SOLAS abarca normas de construcción, equipamiento y, radiocomunicaciones y medidas de seguridad, entre otros temas, para garantizar la seguridad del barco y de las personas que estén a bordo de él, tanto la tripulación como los pasajeros. Dispone de 12 capítulos (Organización Marítima Internacional, 2020):

- Artículos del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974
- Artículos del Protocolo de 1988 relativo al Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974
- Capítulo I: Disposiciones generales
- Capítulo II.1: Construcción- Estructura, compartimentado y estabilidad, instalaciones de máquinas e instalaciones eléctricas
- Capítulo II.2: Construcción- Prevención, detección y extinción de incendios
- Capítulo III: Dispositivos y medios de salvamento
- Capítulo IV: Radiocomunicaciones
- Capítulo V: Seguridad de la navegación
- Capítulo VI: Transporte de carga
- Capítulo VII: Transporte de mercancías peligrosas
- Capítulo VIII: Buques nucleares
- Capítulo IX: Gestión de la seguridad operacional de los buques
- Capítulo X: Medidas de seguridad aplicables a las naves de gran velocidad
- Capítulo XI: Medidas especiales para incrementar la seguridad marítima
- Capítulo XII: Medidas de seguridad adicionales aplicables a los graneleros
- Apéndices: Certificados

Los primeros requerimientos contra incendios para buques fueron desarrollados en consecuencia al hundimiento del Titanic en 1912, en la Convención del SOLAS de 1914. A pesar de que ésta no pudo entrar en vigor debido a la Primera Guerra Mundial, contenía requerimientos básicos de seguridad contra incendios que fueron después incluidos en la convención SOLAS de 1929.

En 1934, un incendio a bordo del buque de pasaje Morro Castle causó 134 damnificados. La investigación de dicho fuego y las lecciones aprendidas de él fueron esenciales para el desarrollo de las regulaciones de la construcción de buques con materiales no

combustibles, que hoy forman parte de las bases de la regulación de seguridad contra incendios para buques de pasaje.

El SOLAS de 1974 requirió a todos los nuevos buques de pasaje ser construidos con materiales no combustibles y de tener ya sea un sistema fijo de rociadores o un sistema fijo de detección de incendios instalado. Fue en esta edición del SOLAS cuando se incluyó el procedimiento de aceptación tácita (Organización Marítima Internacional, 2020).

El barco Volcán de Tinamar, al tratarse de un buque de pasaje de una eslora de 175,70 metros, está sujeto normativa específica para buques mayores a 24 metros, regulada en el convenio SOLAS y en el Real Decreto 1247/1999 (Ministerio de Fomento, 1999).

3. Características del buque

El buque “Volcán de Tinamar” es un barco RO-PAX, es decir, transporta pasajeros y carga rodada. Fue construido en el año 2011 por el astillero Hijos de J. Barreras, S.A. y desde entonces lleva navegando, bajo la bandera española, para Naviera Armas.

Tabla 1: Características generales del buque Volcán de Tinamar. Fuente: Elaboración propia.

Características generales		
Buque: Volcán de Tinamar	Armador: Naviera Armas	Astillero: Hijos de J. Barreras S.A.
Año de construcción: 2011	Nº IMO: 9506291	Indicativo de llamada: EAGJ
Puerto de matrícula: Las Palmas de G.C.	Nº MMSI: 2254230000	Sociedad de clasificación: Bureau Veritas
Eslora total: 175,7 metros	Eslora entre perpendiculares: 159 metros	Manga de trazado: 26,4 metros
Puntal de trazado: 9,5 metros	Puntal a la cubierta superior: 14,94 metros	Calado máximo: 9,5 metros
Desplazamiento en rosca: 12024,8 toneladas	Peso muerto: 5005,2 toneladas	Desplazamiento máx. carga: 17030 toneladas
Arqueo neto (NT): 10214	Arqueo bruto (GT): 29514	

Tabla 2: Capacidad de carga. Fuente: Elaboración propia.

Capacidad de carga y pasaje		
Metros lineales cbta. 6: 517	Metros lineales cbta. 5: 965	Metros lineales cbta. 3: 849
Metros lineales cbta. 1: 196	Capacidad turismos: 355	Capacidad trailers: 107
Capacidad máxima de pasajeros: 1457	Camarotes (pasajeros): 122	

Tabla 3: Equipos y maquinaria. Fuente: Elaboración propia.

Equipos / Maquinaria		
Nº de motores principales: 4	Nº de motores auxiliares: 3	Nº de generadores de emergencia: 1
Marca de MM.PP.: MAN	Marca de MM.AA.: MAK	Marca del generador de emergencia: VOLVO
Potencia MM.PP.: 8400 KW	Potencia MM.AA.: 1140 KW	Potencia del generador de emergencia: 450 KW

Una vez dadas a conocer las características principales del buque sobre el que se desarrollará el Trabajo de Fin de Grado, se procederá a hablar de uno de los elementos que más peligro puede ocasionar a una embarcación en navegación, el fuego. Para ello, se hablará de las características de éste, los materiales combustibles que existen a bordo del buque y de los medios de prevención de incendio.

4. El fuego

Para evitar y poder extinguir un incendio se deben comprender los principios básicos del fuego: cómo se inicia, sus elementos, por qué medios se propaga... Por otra parte, no en todos los incendios se debe operar de la misma manera, por ello se deben conocer las distintas clases en las que éstos se dividen y los medios utilizados para cada una de ellas.

Para que un incendio se inicie son necesarios estos elementos:

- Un material inflamable, el combustible.
- Suficiente calor para incrementar la temperatura del material inflamable hasta su punto de ignición.
- La presencia de oxígeno o agente oxidante, el comburente.



Imagen 1. Triángulo del fuego. Fuente: Elaboración propia.

El fuego puede considerarse como el resultado de la unión de estos tres elementos, como se puede observar en la Imagen 1. Si falta cualquiera de estas partes, el fuego no puede iniciarse (Rodríguez, 2010).

4.1) Materiales combustibles

En las todas las embarcaciones se encuentran diferentes materiales combustibles, ya sea en estado sólido, líquido o gaseoso.

4.1.1) Combustibles sólidos

Los combustibles sólidos más presentes a bordo de las embarcaciones son la madera, el papel y los ropajes, y se pueden encontrar como mobiliario, colchones, contrachapados, cabuyería... A parte, los buques transportan materiales inflamables sólidos como carga, desde productos embalados a materiales sueltos.

4.1.2) Combustibles líquidos

Los líquidos inflamables que se encuentran en mayor medida en los buques son el combustible, diésel, aceites, pinturas y disolventes. También, es frecuente transportar en forma de carga estos líquidos.

Los líquidos inflamables, al igual que los combustibles sólidos, producen vapores, aunque debido a la menor inconsistencia de los líquidos, éstos los producen en mayor proporción. Además, cuanto mayor sea la temperatura, más vapores se producirán. La gasolina, por ejemplo, es peligrosa en todo momento debido a que empieza a evaporarse a una temperatura de -43°C , pudiendo provocar un incendio en cualquier momento (Sierra, 1999).

Los líquidos inflamables pesados, para que produzcan suficientes vapores para la combustión, deben ser calentados. Ejemplos de éstos son el combustible y los aceites lubricantes. Algunos de estos líquidos inflamables pesados entran en ignición a unos 200°C (Sierra, 1999).

Una característica que hace muy peligrosos a los vapores generados por los líquidos inflamables es que éstos son más pesados que el aire, por lo que tenderán a acumularse y

disiparse hacia zonas ajenas donde fueron producidos. Si llegan a alguna zona donde se pueda generar alguna fuente de ignición, éstos podrían generar un incendio.

4.2) Factores influyentes en la ignición

Como se ha visto anteriormente, a los combustibles sólidos y líquidos se les deberá llevar al estado gaseoso para que entren en combustión, por ello, se les deberá hacer un aporte previo de energía para llevarlos a dicho estado. Por lo tanto, existen dos variables que influyen en la ignición (Fernández, 2001):

4.2.1) Según la temperatura

4.2.1.1) Punto de ignición

El punto de ignición es la temperatura mínima a la que un combustible emite los vapores suficientes para que, en presencia de un comburente, se inflame en contacto con una fuente de ignición, pero al ser ésta retirada, la combustión no se mantenga.

4.2.1.2) Punto de inflamación

El punto de inflamación es la temperatura mínima a la que un combustible emite los vapores suficientes para que, en presencia de un comburente, se inflame en contacto con una fuente de ignición y siga ardiendo, aunque ésta se retire.

4.2.1.3) Punto de autoinflamación

El punto de autoinflamación es la temperatura mínima a la que un combustible emite los vapores suficientes para que, en presencia de un comburente, éste empiece a arder sin la necesidad de una fuente de ignición.

4.2.2) Según la concentración de combustible

Para que la ignición sea posible, deberá existir una concentración determinada de combustible en la atmósfera. Los límites de inflamabilidad son los límites extremos de la concentración de un combustible, y dentro de ellos puede generarse una combustión, si la mezcla entre combustible-comburente es adecuada (Fernández, 2001).

4.2.2.1) Límite inferior de inflamabilidad

El límite inferior de inflamabilidad es la concentración mínima de vapores de combustible necesaria para producir la combustión en mezcla de un comburente. Por debajo de este límite, no es posible la combustión.

4.2.2.2) Límite superior de inflamabilidad

El límite superior de inflamabilidad es la concentración máxima de vapores de combustible necesaria para producir la combustión en mezcla de un comburente. Por encima de este límite, no es posible la combustión.

En la Imagen 2 quedan definidos los límites de inflamabilidad, así como el rango en el que la mezcla es inflamable.

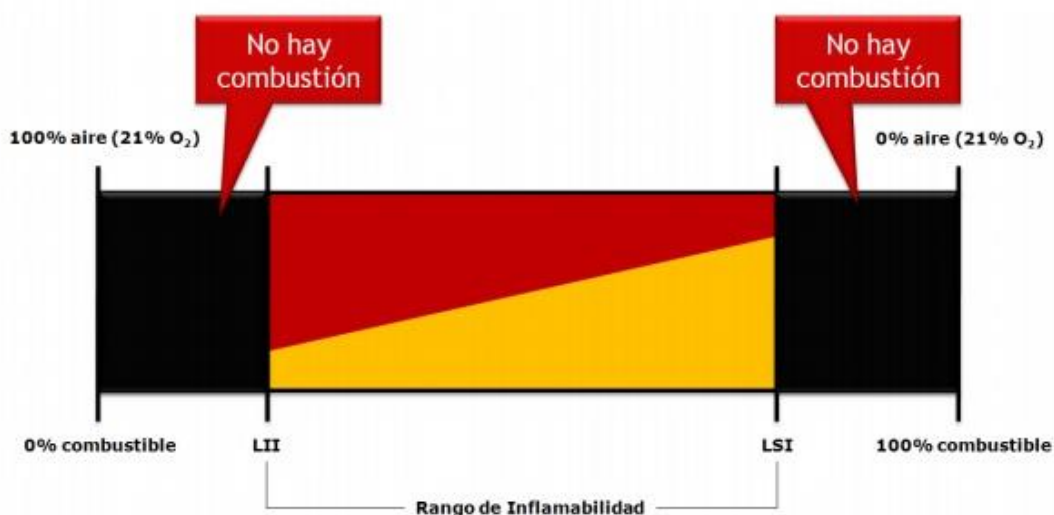


Imagen 2. Rangos de inflamabilidad. Fuente: (Sierra, 1999)

Para mantener una combustión es necesario, por lo general, una concentración del 16% de oxígeno en el aire. En condiciones normales, el aire contiene un 21% de oxígeno (Sierra, 1999).

4.3) Prevención del fuego

Tal y como se expone en el Manual Contra Incendios del "Buque Volcán de Tinamar" (Volcán de Tinamar, 2012) la lucha contra incendios a bordo de un buque puede ser extremadamente difícil e incluso mortal. Para prevenir un incendio, minimizar todo lo

posible el riesgo de producirse un fuego sería una buena opción, por lo tanto, hay distintos aspectos en los que se deberá prestar especial atención para así evitar cualquier accidente.

A lo largo del buque se pueden encontrar distintas zonas y materiales que podrían tener más riesgo de incendiarse que otros. Éstos son:

- Foso de los ascensores.
- Paños.
- Lavanderías.
- Derrames de hidrocarburos.
- Contenedores de papel.
- Conductos de ventilación de las cocinas.
- Materiales inflamables en presencia de fuentes de calor.

A parte, llevar una buena administración de los elementos es clave para evitar que éstos puedan ser el foco de algún incendio:

- Buena gestión de las basuras.
- Ordenar los paños.
- Vaciar los recipientes de residuos oleosos frecuentemente.
- Utilizar y almacenar de forma adecuada productos inflamables como los productos de limpieza, disolventes, aerosoles...
- Limpiar los derrames de líquidos inflamables de forma adecuada.

La electricidad es uno de los principales causantes de incendios dentro de los barcos, por ello, se deberá prestar especial atención a todos los elementos e instalaciones que dependan de ella.

- Comprobar las tomas de tierra y cableado que no esté a la vista.
- Sustituir el equipamiento defectuoso.
- Comprobaciones regulares a dispositivos fuera de servicio.
- Desconectar los equipos encendidos no necesarios.
- Dejar enfriar las planchas y soldadoras antes de guardarlos.
- Sustituir el cableado al detectar deterioro en su protección externa.
- No sobrecargar las tomas de conexión eléctrica.

- Apagar la iluminación y equipos eléctricos innecesarios.

En los espacios de maquinaria se deberá prestar especial atención. Un incendio en alguno de éstos podría estropear la maquinaria y habitualmente estos espacios tienen un difícil acceso:

- Inspeccionar y mantener en correcto estado todos los elementos de las máquinas, incluyendo los situados fuera de los espacios de maquinaria.
- Mantener en buenas condiciones los equipos de seguridad: sensores de calor, alarmas de rebose, válvulas de combustible...

Los trabajos de soldadura deberán de realizarse por tripulantes o personas formadas para ello, y deberán asegurarse de cumplir lo siguiente:

- Comprobar que los conductos de los equipos no tienen ninguna pérdida y están anclados con firmeza.
- Mantener el área de trabajo lo más despejada posible.
- Tener movilidad suficiente en el área de trabajo.
- Avisar a un superior del trabajo que va a realizar.
- Asegurarse de que no haya materiales combustibles en las proximidades del área de trabajo.
- No trabajar sobre superficies cubiertas materiales inflamables como aceites o grasas.
- Cerrar portillos o aberturas cercanas al área de trabajo por las que puedan entrar chispas.
- Si se va a trabajar sobre un mamparo, comprobar que en el lado opuesto no existan sustancias inflamables.
- Disponer de extintores portátiles cerca del área de trabajo.
- Inspeccionar frecuentemente el área de trabajo al acabar la tarea.

En caso de encontrarse con un peligro:

- Identificar y establecer los procedimientos de emergencia y medidas de seguridad necesarias.

- Informar a los oficiales de guardia sobre cualquier fuga, olor sospechoso, maquinaria sobrecalentada o material inflamable estibado de manera inadecuada.

4.4) Clasificación del fuego

No existe un agente extintor de incendios universal. En ocasiones, un agente extintor aplicado sobre un determinado tipo de fuego puede empeorar la situación, llegando incluso a poner en riesgo la vida de la persona que utiliza el medio.

Actualmente, los tipos de extintores y los usos recomendados están clasificados con letras desde la A hasta la F. Sin embargo, algunos incendios resultan de combinaciones de algunos de los tipos clasificados. El entorno en el que se produce el incendio no afecta para nada a la clasificación de éste (UNE-EN, 2014).

El fuego se clasifica según las siguientes clases:

- **Clase A:** Incendios que afectan a materiales sólidos, por lo general, de naturaleza orgánica, en los que la combustión se produce normalmente con formación de brasas. Por ejemplo, madera, tejidos, plásticos y papel.
- **Clase B:** Incendios que afectan a líquidos o a sólidos licuables. Por ejemplo, petróleo, gasolina y pintura.
- **Clase C:** Incendios que afecten a gases inflamables. Por ejemplo, propano, butano, hidrógeno.
- **Clase D:** Incendios que afecten a metales combustibles. Por ejemplo, sodio, magnesio, potasio... cuando están reducidos a virutas finas.
- **Clase F:** Incendios que afecten a aceites de cocina. Las temperaturas que alcanzan estos aceites son más altas que las de otros líquidos inflamables.
- **Fuego eléctrico:** Puede ser cualquiera de las categorías anteriores con presencia de electricidad.

Aunque los fuegos eléctricos no pueden considerarse una categoría en sí mismos ya que siempre implica la participación de uno de los combustibles clasificados por la normativa, debe tenerse en cuenta que la presencia de electricidad es un factor importante a la hora de escoger un agente extintor. Aunque en Europa no están considerados como una clase de fuego, en otros países sí lo está.

4.5) Clasificación de los agentes extintores del fuego

Los extintores son clasificados según el tipo de agente extintor que contienen. A la hora de utilizar un agente extintor, se deberá escoger el que apague el incendio en un menor tiempo posible y cause el menor daño a los materiales o equipos afectados (Guerrero, 1999).

Para los fuegos de Clase A, se deberá utilizar extintores que dispongan de un agente enfriador. Los más efectivos son los extintores de agua, aunque los de espuma y polvo seco podrían utilizarse ya que actúan como sofocantes de las llamas.

Para los fuegos de Clase B, se utilizará agua nebulizada, polvo seco o anhídrido carbónico. Éstos actúan como agentes sofocantes. Si el incendio está siendo alimentado por una válvula abierta o una tubería rota de combustible, el suministro deberá cortarse.

Para los fuegos que combinen combustibles de Clase A y Clase B, los medios extintores más eficaces son el agua pulverizada y la espuma debido a que tienen un efecto enfriador sobre el fuego. El anhídrido carbónico es también eficaz en espacios cerrados.

En la *Tabla 4* se muestran distintos tipos de extintores y los materiales en los que están recomendados su uso.

Para los fuegos de Clase C, el polvo químico seco es la mejor opción. El agua podrá ser utilizada sólo para enfriar el contenedor que almacene los gases. Antes de empezar a extinguir esta clase de fuego será necesario cerrar la válvula de control que permite el flujo del gas debido a que el gas continuaría fugándose.

Para los fuegos de Clase D, se deberá utilizar extintores de polvo químico seco específicos para cada metal. El agua no se deberá utilizar en ningún caso debido a que provocaría que el fuego aumentase su intensidad y produciría salpicaduras de metal fundido, extendiendo el fuego.

Para los fuegos de Clase F, lo más eficaz es apagarlos por sofocación, es decir, retirándoles el oxígeno. Si el aceite de una sartén arde, ésta se deberá retirar de la fuente de calor y a continuación ponerle una tapa encima para cortar el suministro de oxígeno. En ningún caso se deberá utilizar agua para estos fuegos ya que el agua al entrar en

contacto con el aceite se convertirá en vapor, esparciendo el aceite y provocando una explosión. La utilización de otros tipos de extintores podría llegar a esparcir el aceite.

Tabla 4. Clasificación de los extintores. Fuente: (Guerrero, 1999).

Agente extintor	Recomendado para uso en incendios que afecten a:
Agua / Agua con aditivos	Madera, papel, tejidos y materiales análogos.
Espuma	Madera, papel, tejidos y líquidos inflamables.
Polvo seco / producto químico seco (normal / clases B y C)	Líquidos inflamables, equipo eléctrico y gases inflamables.
Polvo seco / producto químico seco (fines múltiples o generales / clases A, B y C)	Madera, papel, tejidos, líquidos inflamables, equipos eléctricos y gases inflamables.
Polvo seco / producto químico seco (para metales)	Metales combustibles.
Anhídrido carbónico	Líquidos inflamables y equipo eléctrico.
Producto químico húmedo para clases F	Grasas o aceites para cocinar.

Para los fuegos de Clase A combinados con electricidad, se deberá utilizar un agente extintor no conductor, por lo tanto, las mejores opciones serían el anhídrido carbónico y el producto químico seco. Estos fuegos suelen ocurrir en los equipos eléctricos.

Para los fuegos de Clase B combinados con electricidad, se deberá utilizar un agente extintor no conductor, como el producto químico seco o el anhídrido carbónico.

Para los fuegos de Clase C combinados con electricidad, se deberá utilizar un agente extintor no conductor, como el producto químico seco o el anhídrido carbónico.

5. Sistema fijo de extinción de incendios de agua nebulizada

Dentro de los sistemas contra incendios de los que dispone el buque, está el sistema fijo de extinción de agua nebulizada, o sistema watermist. Se encuentra en las cubiertas donde se transportan pasajeros y tripulación y es de suma importancia ya que se activa automáticamente al detectar un incendio.

Como su nombre indica, el sistema utiliza agua nebulizada para extinguir el fuego. El agua nebulizada controla, sofoca y extingue incendios mediante:

- El enfriamiento de la llama, como de los gases generados en la combustión.
- El desplazamiento del oxígeno por evaporación.
- La atenuación del calor radiante.

Las ventajas que tiene este sistema son:

- Se activa inmediatamente.
- Eficaz contra distintos tipos de incendios.
- Minimización de daños causados por el agua.

El agua nebulizada elimina completamente los riesgos de la salud provocados por agentes extintores químicos debido a que solo contiene agua atomizada, aparte de eliminar los daños al medioambiente.

5.1) Componentes del sistema

El sistema watermist se compone de manera distinta en cada uno de los barcos en los que está instalado. En el Volcán de Tinamar, los elementos que lo componen son:

5.1.1) Bombas

El sistema cuenta con 7 bombas, 6 de alta presión y la bomba piloto. Las de alta presión trabajan a 120 bares, mientras que la piloto a 12 bares. Estas bombas están localizadas en la cubierta 1 del buque, en el local de bombas.

En la *Imagen 3* se pueden apreciar las bombas de alta presión, de color rojo, además del tanque de agua dulce.



Imagen 3. Bombas y tanque de agua dulce del sistema. Fuente: Elaboración propia.

5.1.2) Suministro de agua

El sistema dispone de un tanque de acero inoxidable de 1000 litros de capacidad, situado en el local de bombas. De aquí obtiene el sistema toda el agua dulce. Dispone de un tubo exterior transparente para ver el nivel de agua existente en el interior de éste (Danfoss, 2010).

Si el agua del tanque principal se acaba, se cogería agua de uno de los tanques de agua dulce principales del buque, específicamente del de babor. Aunque este tanque estuviera vacío, los últimos 1,75 metros de agua del tanque están destinada exclusivamente al sistema watermist. En total, unas 25 toneladas de agua dulce aproximadamente (Danfoss, 2010).

Si el agua dulce de ambos tanques se acaba, se tendría que coger agua del mar. Para ello, se dispone de una válvula de color negro situada a babor del local de bombas. Se tendría que abrir dicha válvula y la bomba utilizada para impulsar esta agua sería la contra incendios de emergencia. Como el agua salada puede dañar la instalación, dispone de unos filtros que tratan dicha agua antes de entrar al sistema.

Si el sistema falla y las bombas no arrancan, se dispone de un sistema de emergencia, que consiste en 10 botellas de nitrógeno y de 7 botellas de H₂O, de 80 litros cada una, que se disparan automáticamente al detectar una presión inferior a 5 bares en cualquier sección. Si el disparo automático no funcionara, cuenta con un disparo de emergencia manual en cada una de las botellas, por lo que se tendrían que disparar manualmente una a una.

5.2) Secciones

La línea del sistema watermist está dividida en secciones que comprenden determinadas zonas del buque. Éstas pueden abarcar parte de una cubierta o distintas partes de distintas cubiertas. La utilidad de separar la línea en diferentes secciones es que se puede cortar el flujo de agua de cada una de éstas individualmente, pudiendo trabajar sobre tramos de sección sin necesidad de dejar las demás inoperativas.

Cada sección dispone de una válvula de corte, situada al inicio de ésta. En la *Imagen 4* se encuentra la válvula de corte de la sección de la cubierta 9 proa, en el interior de una caja de registro. Esta válvula sirve para cortar el flujo de agua y tiene un fin de carrera que

marca en el panel del puente cuando está abierta o cerrada. También, las secciones disponen de purgas que sirven para retirar el agua del interior de la tubería, útil para despresurizar las líneas en caso de sobrepresión, y al inicio de cada sección se encuentra un manómetro que indica la presión en su interior, como se puede observar en la *Imagen 5*.



Imagen 4. Válvula de corte de la sección de la cubierta 9 proa. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 5. Manómetro de una sección del sistema. Fuente: Elaboración propia

5.3) Disparo del sistema

Las ampollas de cada boquilla rompen al alcanzar una temperatura de 57° C. Al estallar la ampolla, la presión del interior de la tubería dispara el agua. Esto provoca un descenso de presión en el sistema, por lo que la bomba piloto arrancarían para intentar mantener la presión, entre 10 y 12 bares. Al no poder mantener la presión, arrancarían la bomba 6, proporcionando 120 bares de presión, e iría arrancando bombas de la 1 a la 5 siempre que baje la presión. Al alcanzar 240 bares, todas las boquillas del buque romperían (Danfoss, 2010).

Es importante actuar de manera rápida al detectar una rotura de una boquilla debido a que la mayoría de las veces esto es provocado por error de algún pasajero o tripulante y no por un incendio. Lo que se debería hacer en estos casos es pulsar la seta de emergencia localizada en el puente para parar las bombas y evitar que arranquen. Después, ir a la válvula de corte de la sección afectada para cortar el suministro de agua a dicha sección, y a continuación localizar la boquilla rota. Para sustituir la boquilla la línea debe estar vacía, por lo que se deberá esperar a que toda el agua salga. Para acelerar el proceso, se abrirá la purga de la sección. Toda el agua que salga se deberá de recoger para evitar inundaciones y daños. Cuando ya no haya agua en la tubería se procederá a sustituir la boquilla por una nueva, y una vez terminado se cerrará la purga y se abrirá la válvula de corte. Por último, se deberá de levantar la seta de emergencia del puente para que las bombas puedan arrancar, por lo tanto, la bomba piloto arrancará volviendo a presurizar la sección.

5.4) Pruebas del sistema

5.4.1) Prueba de recirculación

Las bombas del sistema deben probarse mensualmente para comprobar que funcionan. No obstante, si el sistema se arranca, las secciones alcanzarían una alta presión, pudiendo llegar a romper todas las boquillas del buque, y si se prueba en seco, la bomba podría sobrecalentarse. Para ello, hay 2 válvulas dispuestas de forma que el agua del tanque pase por las bombas y vuelva al tanque, haciéndola recircular. Se recircula cerrando la válvula que conecta la línea principal con el tanque de agua dulce. A continuación, se pulsa la seta de emergencia del panel de control del sistema, que se puede observar en la *Imagen 6*, y se apagan todas las bombas desde dentro del panel (en el panel hay un machete específico para cada bomba). Esto se hace para evitar que ninguna bomba arranque automáticamente. Se abre la válvula que está bajo el tanque, para permitir que el agua recircule del tanque a las bombas (Danfoss, 2010).

Una vez hecho, se levanta el machete de la bomba 6 (stand-by) y se levanta la seta. La presión empezará a bajar y la bomba piloto no podrá mantenerla, por lo que arrancaría la bomba 6. Cuando se escuche que la bomba ha arrancado, pulsar la seta o parar la bomba manualmente.

Para probar la siguiente bomba, hay que parar la bomba anterior y resetear varias veces en el panel, para evitar cualquier fallo. Seguidamente, repetir el paso anterior desde la bomba 1 hasta la 5. Cada bomba que vayamos probando tardará más en arrancar debido a que la secuencia está programada para que arranque primero la 6, después la 1, 2, 3, 4 y 5. Por lo que al probar la 5, intentará arrancar primero todas las anteriores sin éxito.

Una vez acabado, se comprobará que las bombas estén apagadas y la seta pulsada. Se reseteará desde el panel y se pulsará el botón “Pump Unit” STOP (deberá de apagarse la alarma “System initiated”), para evitar que ninguna bomba salte. Se abrirá la válvula de la línea principal y se cerrará la de recirculación. Una vez finalizado, se levantará la seta y se montará el sistema, teniendo cuidado por si arrancan las bombas (Danfoss, 2010).



Imagen 6. Panel de control del sistema. Fuente: Elaboración propia.

5.4.2) Prueba anual de secciones

El sistema debe de estar operativo en todo momento, por lo que una vez al año una empresa externa debe hacerle una revisión. La revisión consiste en probar cada una de las secciones del buque, por lo que se debe romper una boquilla de cada una de ellas para comprobar que sale agua en correctas condiciones.

Por lo general, se escogen boquillas de tramos de secciones que estén localizadas en lugares más accesibles y en los que el agua cause los menores daños posibles, debido a que en muchos lugares hay aparatos eléctricos cerca y enchufes que podrían cortocircuitar.

5.5) Boquillas

5.5.1) Tipos de boquillas y ampollas

Debido a que el sistema watermist abarca varias cubiertas del buque, debe disponer de distintos tipos de boquilla para adaptarse a las necesidades de cada zona.

Por lo tanto, se dispone de 5 tipos distintos de boquillas (Danfoss, 2010):

- Boquilla de espacio público, de 5 salidas, con un caudal de 16,8 l/min.
- Boquilla de gambuza, de 5 salidas, con un caudal de 20,4 l/min.
- Boquilla de camarote, de 4 salidas, con un caudal de 20,4 l/min.
- Boquilla de espacio público <5 metros, de 4 salidas, con un caudal de 12,5 l/min.
- Boquilla de aplicación local en máquinas, de 5 salidas, con un caudal de 11,9 l/min, sin ampolla.

Cada boquilla se coloca según el área que deba abarcar. Por ejemplo, en zonas amplias como recepción, salones... se deberá de colocar boquillas de espacio público, de 5 salidas. El número de boquillas que se deberá colocar viene determinado en SOLAS. En la *Tabla 6* viene reflejado el número de boquillas que existen en el barco, así como el número de boquillas de respeto que debe haber.

Cada boquilla tiene una ampolla que al alcanzar una temperatura de 57° C o una presión de 240 bares se rompe, permitiendo que salga el agua.

La diferencia entre boquillas es el número de salidas del que disponen y el caudal que ofrecen. En la *Tabla 5* se puede apreciar el caudal del que disponen los distintos tipos de boquillas.

Tabla 5. Tipos de boquilla. Fuente: (Danfoss, 2010).

Inspección de Boquillas de Agua Nebulizada (Water-Mist)			
Tipo de boquilla	Identificación de la boquilla	I.D	Caudal [l/min]
Sem-Safe Espacio Público 2.5m	5-12-56-5-17-57	A	16,8
Sem-Safe Taller	3-12-48-4-22-57	F	20,4
Sem-Safe Camarote	5-12-46-4-17-57	D	12,5
Sem-Safe Boquilla Público <5m	5-12-54-5-19-57	B	20,4
Sem-Safe Aplicación Local	7-12-56-5-12-00	P	11,9

5.5.1) Sustitución de boquillas

En caso de que una boquilla se rompa por error y se quiera que deje de salir agua por él, se deberá cerrar la válvula de corte de la sección a la que pertenezca dicha boquilla para cortar el flujo de agua dulce. A continuación, se deberá abrir la purga de la sección para vaciar la línea de agua. Una vez purgada la sección, se procede a sustituir la boquilla rota por una nueva. Acabado este proceso, se cerrará la purga y se abrirá la válvula de corte para que la línea se vuelva a llenar.

Tabla 6. Cantidad y repuestos de boquillas. Fuente: (Danfoss, 2010).

Repuestos para el Sistema de Agua Nebulizada			
Tipo de boquilla	Identificación de la boquilla	Nº Total	Repuesto
Sem-Safe Espacio Público 2.5m	5-12-56-5-17-57	843	5
Sem-Safe Taller	3-12-48-4-22-57	99	5
Sem-Safe Camarote	5-12-46-4-17-57	148	5
Sem-Safe Boquilla Público <5m	5-12-54-5-19-57	12	2
Sem-Safe Aplicación Local	7-12-56-5-12-00	25	2

6. Rociadores

Los rociadores, al contrario que las boquillas de watermist, se disparan manualmente. Para ello, hay un local, el local de rociadores, situado en la cubierta 3 del buque donde se encuentran las válvulas de todas las secciones, *Imagen 7* y un panel donde se pueden arrancar las bombas del sistema, *Imagen 8*. A su lado, se encuentra un plano donde está descrito por medio de colores las distintas secciones, distribuidas a lo largo de las cubiertas 5, 3 y el bodeguín, cubierta 1. Además, en los mamparos de estas cubiertas, se encuentran pintados a que secciones pertenecen cada tramo del sistema.



Imagen 7. Local de rociadores. Fuente: Elaboración propia.

El sistema se alimenta de agua procedente del mar, por lo que dispone de una toma de mar de donde obtiene esa agua. Dispone de dos bombas que se pueden arrancar desde el panel situado en el local de rociadores o desde el control de máquinas. Estas bombas están situadas en el local de depuradoras, en la cubierta 1 del buque. Además, también puede utilizar las bombas contra incendios. Para esto, se debe abrir una válvula situada en la sala de máquinas que permite el paso del agua de la línea contra incendios a la línea de rociadores. Para arrancarlas es el mismo proceso que el explicado en las bombas anteriores.



Imagen 8. Botonera de control de las bombas de rociadores. Fuente: Elaboración propia.

Para disparar una sección, lo primero que se debe hacer es abrir la válvula de la sección que se desee disparar. En la *Imagen 9*, se encuentra la válvula de corte de la sección 5 abierta. Esto permitirá que el agua llegue a los tramos de dicha sección. Una vez abierta la válvula, se procederá a arrancar una de las bombas. La bomba cogerá agua de mar por la toma y la distribuirá a lo largo de los tramos de la sección, disparando todas las boquillas de ésta. Para parar, se realizarán los mismos pasos, pero, al contrario: se detendrá la bomba, y a continuación se cerrará la válvula de la sección.

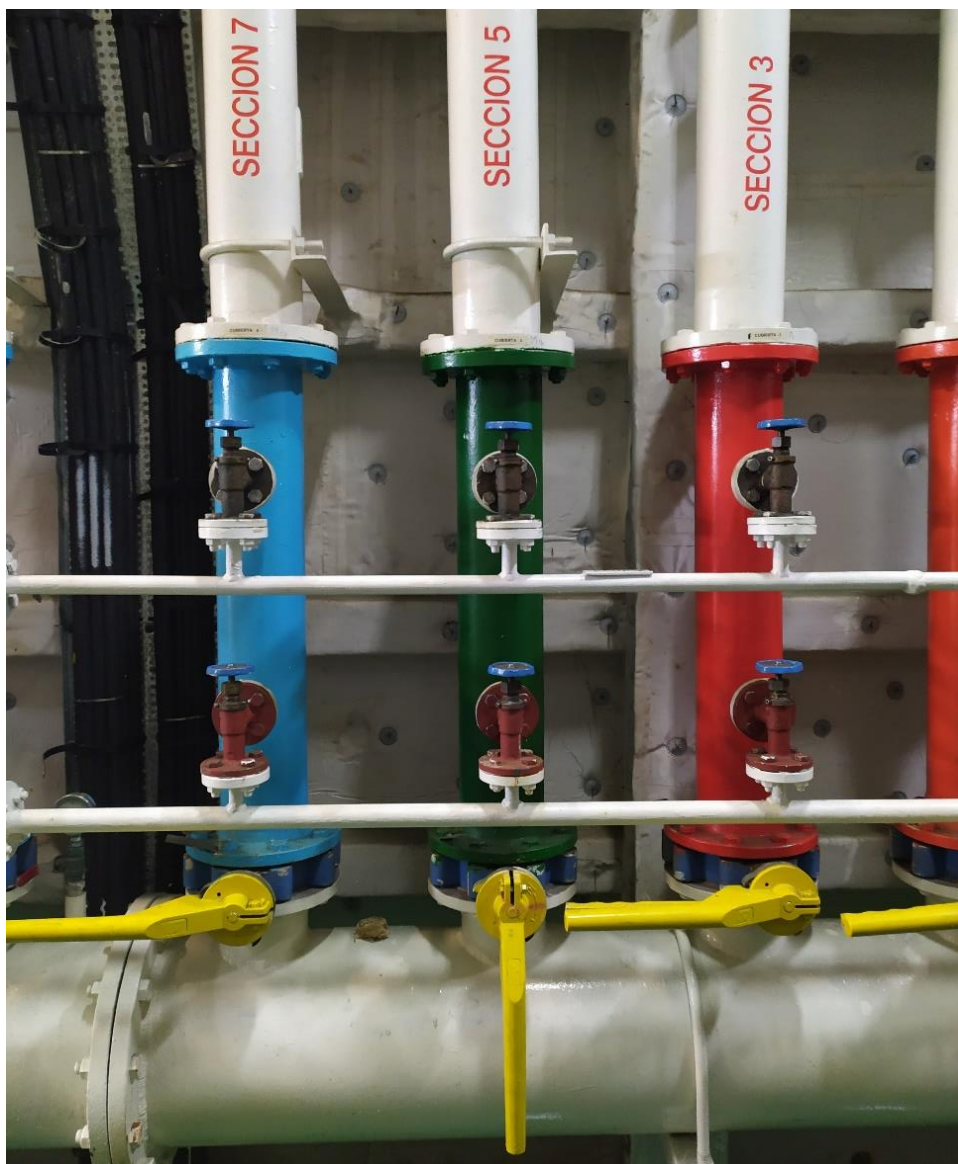


Imagen 9. Válvulas de corte de secciones. Fuente: Elaboración propia.

Una bomba es capaz de alimentar hasta tres secciones al mismo tiempo. Si se desea disparar más de tres secciones, se tendrían que arrancar más bombas simultáneamente.

Para evitar la obstrucción y deterioro de las tuberías de los rociadores, después de cada uso se debe de endulzar la línea. Para esto, el sistema dispone de una toma de agua dulce y otra de aire. Lo primero que se debe hacer es abrir la válvula de agua dulce de la sección que se desee endulzar y, a continuación, la válvula principal de agua dulce. Después, se deberá esperar a que la tubería se llene. Cuando se vea que salga agua por los rociadores, se cerrarán las válvulas de agua dulce y se abrirán las de aire, primero la correspondiente

a la sección y después la principal. Este aire soplará toda el agua restante que quede en el interior de la tubería. Para finalizar, se esperará a que deje de salir agua por los rociadores.



Imagen 10. Colector de agua dulce. Fuente: Elaboración propia.

Para utilizar agua dulce en vez de agua salada en el sistema, se deberá tomar agua de una toma exterior. Una manera de realizar este proceso es conectar una manguera del exterior que nos proporcione agua dulce al colector que dispone la línea principal. Primeramente, se deberá abrir la válvula de corte de la sección que se quiera disparar. A continuación, se conectará la manguera, se permitirá el paso del agua y se abrirá la válvula del colector. La línea empezará a llenarse, y cuando esté llena, se arrancará una bomba. En la *Imagen 10* se aprecia el colector de la línea principal y una manguera acoplada a éste, proporcionando agua dulce.

Los rociadores que están bajo los cardecks tienen el problema de que, al ser una cubierta móvil, la tubería no puede ser fija. Por eso, cada módulo del cardeck tiene instalado una tubería flexible, que sustituye a la tubería fija en el tramo donde ésta no puede trabajar. En la *Imagen 11* se aprecia esta tubería flexible. Cada vez que se pone a funcionar el sistema en las secciones que tienen una manguera flexible, queda una cantidad de agua en el interior de éstos que por gravedad no ha podido ser expulsada. Esta agua debe ser retirada debido a que, por el movimiento del propio buque, podría salir dicha agua por las boquillas, provocando daños a la cubierta y/o carga que pueda haber. Para retirar el agua, se deberá de retirar la brida que agarra la manguera a la tubería, y a continuación, ponerlo en una posición que permita salir al agua. Para montarlo de nuevo, colocarlo sobre la tubería y volver a poner la brida.



Imagen 11. Tubería flexible de un módulo del cardeck. Fuente: Elaboración propia.

Para purgar las secciones, el colector principal dispone de un tramo de manguera acoplada al colector principal. Para retirar el agua del interior de una sección, se deberá abrir la válvula de corte de esa sección, abrir la válvula del colector y dirigir el tramo de manguera a un imbornal para no inundar la cubierta. Si se desea purgar más secciones a la vez, simplemente se deberá abrir las válvulas de corte correspondientes a esas secciones. Cuando se vea que deje de salir agua, para finalizar, cerrar las válvulas.

Según lo explicado sobre los rociadores, queda comprobado que este sistema del buque cumple con SOLAS (Capítulo II-2; Regla 19; Parte G: Prescripciones especiales), 3.9 Sistema de rociadores de agua.

7. Medios de extinción portátiles

En el Volcán de Tinamar hay tres medios de extinción portátiles; extintores de polvo seco, extintores de CO₂ y espumógeno. Cada uno de éstos tiene su uso particular y están situados en lugares en los que su uso es apropiado, cumpliendo con lo prescrito en SOLAS (Regla 20; Parte G: Prescripciones especiales), 6.2 Extintores portátiles.

En total, en el buque hay 156 extintores, de los cuales 143 son de polvo seco, 97 de 6 kg, 44 de 12 kg y 2 de 50 kg, y 13 de CO₂ de 5 kg.

7.1) Extintores

7.1.1) Polvo seco

Los extintores de polvo son los más abundantes en el buque, debido a que son bastante polivalentes ya que son eficaces contra incendios de clase A, B y C. En la *Imagen 12* se puede observar un extintor de polvo seco del buque. También pueden ser empleados en incendios eléctricos, pero estropearían el equipo sobre el que se ha utilizado debido a que son ligeramente conductores.

El componente principal de estos extintores es el fosfato monoamónico. Este compuesto se descompone con el calor, por lo que forma una capa que recubre las brasas, aislándolas del oxígeno. De esta forma se evita la reignición del fuego (Guerrero, 1999).

En el buque se dispone de diferentes tamaños de estos extintores. En la zona de habitación están los de 6 kg, en las bodegas los de 12 kg, mientras que en la máquina y en el helipuerto de 50 kg, que están instalados en un carro para poder transportarlos. Además, en cada bote salvavidas se encuentra un extintor de 6 kg, mientras que, en los botes de rescate, uno de 2 kg (Volcán de Tinamar, 2012).

Para su uso, se retirará el pasador de seguridad y se dirigirá la boquilla de la manguera del agente extintor hacia la base de las llamas más próximas, realizando movimientos con el chorro en zigzag y avanzando a medida que se vaya extinguiendo el incendio, evitando dejar focos que podrían reavivar el fuego.

La descarga inicial no debe dirigirse directamente al material en combustión ya que el fuego puede esparcirse o pulverizar líquido ardiendo. Se aplicará el agente extintor en cortas ráfagas, abriendo y cerrando rápidamente la palanca del extintor.



Imagen 12. Extintor de polvo seco de 6 kg. Fuente: Elaboración propia.

7.1.2) CO₂

Estos extintores son útiles utilizados principalmente en fuegos eléctricos, aunque también son útiles para fuegos de clase B y D. Tienen un alcance de 1 a 3 metros y en 30 segundos descargan todo su contenido. En la *Imagen 13* se aprecia un extintor de CO₂ situado en el puente.

El CO₂ es útil en presencia de electricidad ya que no es conductor y desplaza el oxígeno, eliminando el comburente del triángulo del fuego, sofocando así el incendio, sin estropear los aparatos afectados. En concentraciones superiores al 2%, el CO₂ llega a ser tóxico. Por ello, no es recomendada su utilización en lugares confinados. Después de utilizar uno, se debe ventilar bien la zona (Guerrero, 1999).

En el buque se dispone de extintores de 9 kg, situados en zonas donde hay aparatos eléctricos, como puede ser el puente, generador de emergencia, máquinas...

Su utilización es muy parecida a la de los extintores de polvo. Se debe retirar el pasador de seguridad y apretar el gatillo, y se apuntará hacia la base del fuego, agarrándolo por el lugar indicado para ello. Es importante no agarrar nunca el difusor debido a que se formará hielo durante la utilización en la superficie de éste. Si se actúa sobre un fuego eléctrico, en la medida de lo posible se desconectará el equipo afectado debido a que si se hiciera contacto entre el equipo y el difusor se podría dar continuidad a la electricidad, electrocutando a la persona que opera el extintor.



Imagen 13. Extintor de CO₂ de 5 kg. Fuente: Elaboración propia.

7.2) Espuma

La espuma se emplea de manera que sofoque el fuego, es decir, se deberá aplicar sobre la superficie del material incendiado de tal forma que quede una capa de espuma encima de éste. Principalmente, se utiliza en fuegos de Clase B, aunque también son efectivos en fuegos de Clase A. Este medio tiene una base acuosa acompañada de un espumante.

Estos equipos cuentan con dos bidones, una manguera y una lanza. Se deberá conectar la manguera a un hidrante, introducir el tubo que sale de la lanza en el bidón de espuma y mediante el efecto Venturi, la espuma se mezclará con el chorro de agua. En la *Imagen 14* se puede observar un equipo de espuma de la cubierta 5.

En el helipuerto del buque, en la cubierta 11, aparte de lo comentado anteriormente, se dispone de un mezclador que hace la mezcla de espuma y espumógeno al 3 %.

Instrucciones de uso:

- Cuando el líquido ardiendo se encuentre en un depósito, dirigir el difusor al borde interior del contenedor o a una superficie vertical adyacente por encima del líquido. Esto romperá el chorro de agente extintor y permitirá a la espuma formarse, crecer y fluir sobre la superficie del líquido.
- Cuando esto no sea posible, dirigir el chorro con un suave movimiento de barrido que permita a la espuma colarse en el depósito y esparcirse sobre el líquido ardiendo.
- No dirigir el chorro directamente al líquido porque provocará que la espuma se cuele por debajo de él, resultando completamente inefectivo. Además, podría salpicar y esparcir el fuego a otros puntos.



Imagen 14. Espumógeno. Fuente: Elaboración propia.

8. Central contra incendios

La central contra incendios es una unidad de control que controla los detectores del buque. Dispone de pulsadores de alarma que activan los timbres de alarma. Está situada en el puente de gobierno, y cada vez que un detector se activa o se acciona un pulsador de alarma, ésta emite un pitido que no parará de sonar hasta que se silencie. En la *Imagen 16* se puede observar la central contra incendios del buque, situada en el puente.

Cada detector y pulsador de alarma tiene programada una dirección específica, por la cual se diferencian unos de otros. Las direcciones constan de 5 dígitos, XX.XXX, separados por un punto. Los dos primeros dígitos corresponden al lazo al que pertenece, y los tres últimos, al número de elemento que es del lazo. Para ver la dirección que tiene programada cada elemento, se dispone de un listado en el puente en el que aparecen todos los detectores y pulsadores de alarma que existen en el buque, ordenados por lazo. En la *Imagen 15* se observa dicho listado, y en éste se indica: número de dirección, localización donde se encuentra el elemento, cubierta en la que está, número de cuaderna, distinción de que elemento es, y zona a la que pertenece (Eltek, 2010).

BARRERAS C1666

Print Date 29/12/2010 Custom Text

Address	Name	Type	Zone
01.001	LOCAL BATERIAS TECNO PUENTE CUB.11 #180	Transponder - 4 zones, 2	1.1
01.002	SALIDA BATOR PUENTE CUB.10 #178	Manual Call Point	1.1
01.003	PUENTE BATOR CUB.10 #182	Multi Sensor	1.1
01.004	PUENTE BATOR CONSOLA CUB.10 #185	Manual Call Point	1.1
01.005	PUENTE CENTRO CUB.10 #182	Multi Sensor	1.1
01.006	PAÑOL BATOR CUB.10 #170	Multi Sensor	1.1
01.007	LOCAL A/A CUB.10 #175	Multi Sensor	1.1
01.008	SALIDA BR LOCAL A/A NVZ 1 CUB.10 #140	Manual Call Point	1.1
01.009	CENTRO LOCAL A/A NVZ 1 CUB.10 #142	Multi Sensor	1.1
01.010	MAQUINARIA ASCENSOR CUB.10 #133	Multi Sensor	1.1
01.011	SALIDA ER LOCAL A/A NVZ 1 CUB.10 #140	Manual Call Point	1.1
01.012	PAÑOL ESTRIBOR CUB.10 #170	Multi Sensor	1.1
01.013	TRONCO ESCALERAS CUB.10 #172	Multi Sensor	1.1
01.014	PASILLO CENTRAL CUB.10 #175	Multi Sensor	1.1
01.015	SALIDA CENTRO-POPA PUENTE CUB.10 #176	Manual Call Point	1.1
01.016	PUENTE ESTRIBOR CUB.10 #182	Multi Sensor	1.1
01.017	SALIDA ESTRIBOR PUENTE CUB.10 #178	Manual Call Point	1.1
01.018	SALON JEFE MAQUINAS CUB.9 #180	Multi Sensor	1.1
01.019	DORMITORIO JEFE MAQUINAS CUB.9 #175	Multi Sensor	1.1
01.020	SALON PRIMER OFICIAL MAQUINAS CUB.9 #170	Quad Multi Sensor (O2T/So)	1.1
01.021	DORMITORIO PRIMER OFICIAL MAQ. CUB9 #167	Multi Sensor	1.1
01.022	PASILLO BATOR FROA CUB.9 #147	Multi Sensor	1.1
01.023	CAMAROTE SOBRECARGO CUB.9 #165	Quad Multi Sensor (O2T/So)	1.1
01.024	CAMAROTE CALDERETERO CUB.9 #163	Quad Multi Sensor (O2T/So)	1.1
01.025	CAMAROTE ENGRASADOR CUB.9 #158	Quad Multi Sensor (O2T/So)	1.1
01.026	CAMAROTE AUXILIAR PASAJE 4 CUB.9 #155	Quad Multi Sensor (O2T/So)	1.1
01.027	PASILLO BATOR ZONA CENTRO CUB.9 #153	Multi Sensor	1.1
01.028	CAMAROTE AUXILIAR PASAJE 3 CUB.9 #152	Quad Multi Sensor (O2T/So)	1.1
01.029	CAMAROTE AUXILIAR PASAJE 2 CUB.9 #148	Quad Multi Sensor (O2T/So)	1.1
01.030	CAMAROTE AUXILIAR PASAJE 1 CUB.9 #146	Quad Multi Sensor (O2T/So)	1.1
01.031	ENFERMERIA CUB.9 #139	Quad Multi Sensor (O2T/So)	1.1
01.032	PASILLO BATOR ZONA POPA CUB.9 # 138	Multi Sensor	1.1
01.033	PASILLO A TRONCO CENTRO CUB.9 #132-139	Manual Call Point	1.1
01.034	PASILLO A COMEDOR TRIP. CUB.9 #132	Manual Call Point	1.1
01.035	ARMARIO BATOR CUB.9 #135	Multi Sensor	1.1
01.036	GAMBUZA TRESOS CUB.9 #142	Multi Sensor	1.1
01.037	ESCALERAS POPA CENTRO CUB.9 #132-139	Multi Sensor	1.1
01.038	GAMBUZA PESCADOS CUB.9 #148	Technical Alarm Module	1.1
01.039	GAMBUZA SECA CUB.9 #149	Multi Sensor	1.1
01.040	GAMBUZA CARNES CUB.9 #154	Technical Alarm Module	1.1

Imagen 15. Listado de direcciones. Fuente: Elaboración propia.

La estación contra incendios es un sistema direccionable, dispone de lazos que agrupan detectores y pulsadores. Un lazo quiere decir que los cables que salen de la central regresan a ésta, por lo tanto, no tienen un final de línea. Esto permite saber el elemento que ha sido activado.



Imagen 16. Central contra incendios. Fuente: Elaboración propia.

8.1) Secuencia de la alarma contra incendios

8.1.1) Detector de humo, llama y calor

Cuando se activa un detector de humo, la central empezará a pitar. Si no se silencia en menos 30 segundos, los detectores y timbres de alarma del tronco de escaleras del puente y de los camarotes de los oficiales y capitán empezarán a sonar. Si pasan 2 minutos y 30 segundos y se sigue sin desactivarse, se activarán todos los timbres de alarma del barco y las alarmas de los detectores de todos los camarotes. Si pasan otros 2 minutos sin desactivarse, sonará la alarma general del buque (Eltek, 2010).

8.2) Aislamiento

Cuando un detector, pulsador de alarma o lazo está dando un fallo constante, o simplemente se quiere trabajar sobre alguno de éstos, ya sea para repararlo o sustituirlo, éstos se deben aislar. Para aislar, lo primero que se debe de hacer es entrar en el menú de la central contra incendios. A continuación, se debe seleccionar “Isolate/De-isolate”. Después, seleccionar “Isolate”, elegir “Permanent” y, por último, indicar “Address” o “Zone”, “Address” si se desea aislar un detector o pulsador y “Zone” si es una zona la dirección del detector o pulsador que se desee aislar, e introducir la dirección del elemento o número de lazo (Eltek, 2010).

Para desaislar, se deberá repetir el proceso anterior, cambiando únicamente el primer segundo paso, que se deberá elegir “De-isolate” en vez de “Isolate”.

Es importante no olvidar desaislar ningún elemento debido a que podría ser un gran peligro al no disponer de un medio que detecte un incendio en la zona.

8.3) Alarma general

La alarma general del buque consiste en 7 pitadas cortas y 1 larga. Se activa mediante un pulsador situado en el puente o al final de la secuencia al activar un pulsador de alarma. Al activarse, el tífón y todos los detectores con sonido dan la señal de alarma, sin pausa hasta que se desactive. Para desactivarse, se tendrá que volver a accionar el pulsador de alarma general. En la *Imagen 17* se puede observar el pulsador de alarma general, en el puente.

Cuando se escucha la alarma general, todos los tripulantes deben acudir a sus puestos, establecidos en el cuadro orgánico.



Imagen 17. Pulsador de alarma general. Fuente: Elaboración propia.

9. Detectores

El fuego posee características constantes y medibles, como lo son la producción de gases, el aumento de la temperatura y la emisión de radiación. Los detectores contra incendios disponibles a bordo utilizan una de estas características para realizar su función. Se instalarán cumpliendo lo prescrito en SOLAS (Regla 20; Parte G: Prescripciones especiales), 4.1 Sistemas fijos de detección de incendios y de alarma contra incendios y ampliado en SOLAS (Capítulo II-2: Construcción- prevención, detección, extinción de incendios), 4.2 Proyecto.

9.1) Detector de humo

Los detectores de humo son los que, al detectar presencia de humo en el aire, activan la alarma. Estos detectores cuentan con un dispositivo emisor de luz y otro fotorreceptor,

situados en diferentes ejes. Al entrar el humo en la cámara del detector, el haz de luz enviado por el emisor se dispersa, alcanzando el detector, activando la alarma.

En el buque existen dos clases de estos detectores: uno que dispone de luz y sonido propios, y otro solo dispone de una pequeña luz. Se diferencian en que el que dispone de luz y sonido es más grande que el que no. En la *Imagen 18* se puede apreciar un detector de humo del puente, que dispone de luz y sonido.

Los de luz y sonido se encuentran en casi todos los camarotes de tripulación y pasaje, aunque a algunos de ellos se les ha desactivado el sonido debido a que la central contra incendios puede reconocer 250. Los detectores a los que se les ha quitado el sonido son los que están más cerca de los timbres de alarma.

En el resto del buque están dispuestos los finos, por las zonas de pasaje, cubiertas de carga, troncos de escaleras... Se instalarán en estos lugares según lo prescrito en SOLAS (Capítulo II-2: Construcción- prevención, detección, extinción de incendios), 5.1. Detectores de humo en los espacios de alojamiento; 5.2. Prescripciones aplicables a los buques de pasaje que transporten más de 36 pasajeros; 6. Protección de los espacios de carga en los buques de pasaje.



Imagen 18. Detector de humo. Fuente: Elaboración propia.

9.1.1) Detectores de humo antideflagrantes

Este tipo de detectores consume menos corriente y no produce chispa, por eso se utilizan en zonas en las que pueda existir atmósfera explosiva, como el pañol de pinturas, el bodeguín, las tomas de consumo, el generador de emergencia...

Prueba de detectores

Para cumplir con SOLAS (Capítulo II-2: Construcción-prevención, detección, extinción de incendios), 3.2, se deberán probar los detectores. Para probar un detector, existe un gas que los activa sin necesidad de mancharlos. Se debe de echar este gas al detector y con un recipiente taparlo para que no se disperse. Para los detectores que no se alcancen con facilidad se utiliza un probador de detectores, que consiste en un palo extensible, una boquilla para envolver el detector y una toma donde poner la botella de gas, como el que se puede observar en la *Imagen 19*.



Imagen 19. Probador de detectores de humo. Fuente: Elaboración propia.

9.2) Llama

Los detectores de llama se utilizan cuando existe riesgo de combustión sin humo. Por ejemplo, cuando existe la presencia de gases o líquidos combustibles.

Las llamas emiten radiación infrarroja y rayos ultravioleta, por lo que estos detectores detectan dicha propiedad.

En el buque, están situados en los motores principales, motores auxiliares, caldera y depuradoras.

9.3) Calor

Los detectores de calor se deben colocar donde no es apropiado instalar detectores de humo por la posibilidad de que se genere humo que no sea procedente de un incendio. Estos detectores están diseñados para activar una alarma cuando el aire a su alrededor alcanza una cierta temperatura. En el buque, están situados en la gambuza.

10. Pulsador manual de alarma

Los pulsadores manuales de alarma son unos aparatos distribuidos por todo el buque, diseñados para ser activados en caso de incendio. Se activan levantando la tapa de plástico de la que disponen y rompiendo el cristal de su interior, informando inmediatamente a la central contra incendios e iniciando la secuencia programada. En la *Imagen 20* se observa un pulsador manual de alarma.

Estos pulsadores son direccionables, y se conectan a la central contra incendios a través de un lazo, de la misma manera que los detectores. Cuando un pulsador manual se activa, la central contra incendios nos indicará que pulsador ha sido, conociendo así el lugar exacto del elemento activado.

Para rearmarlo, se deberá silenciar la alarma en la central contra incendios, resetear la central y a continuación aislar el pulsador. Después, se deberá ir al pulsador y con la llave

específica de éste retirar la carcasa. Se deberá retirar el cristal roto y colocar el nuevo, y después volver a montar la carcasa. Para finalizar, volver a la centra contra incendios y desaislar el pulsador.

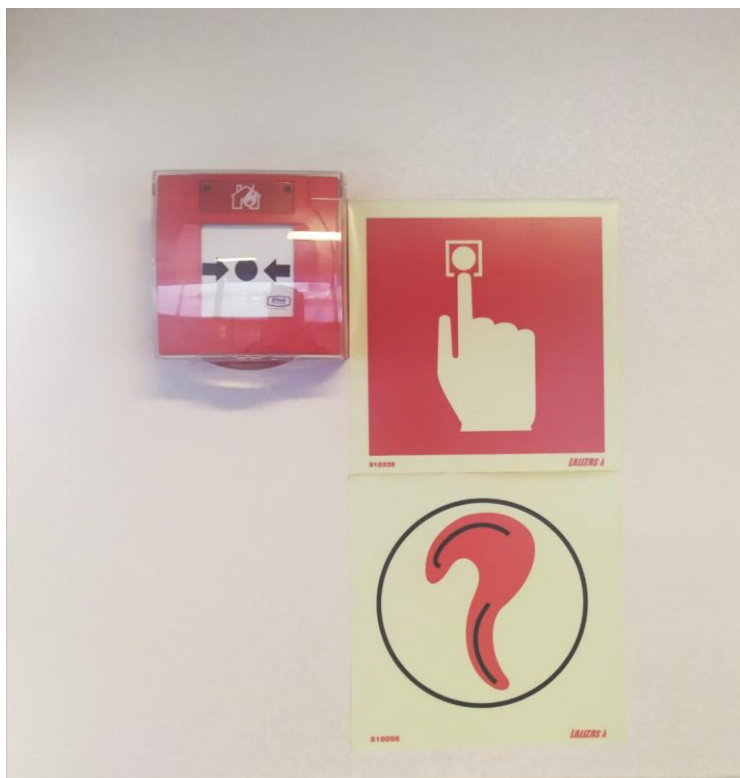


Imagen 20. Pulsador de alarma. Fuente: Elaboración propia.

11. Sistema fijo de extinción de incendios de CO₂

Los espacios de máquinas, a parte de disponer de los elementos contra incendios tratados anteriormente, cuentan con un sistema fijo de CO₂. Este sistema se utilizará en caso de que el incendio no pueda ser controlado por ningún otro medio.

En el buque hay 2 estaciones de CO₂:

- En el generador de emergencia del barco, en la cubierta 9 popa estribor.
- En la cubierta 5 popa, al lado del pañol de pinturas.

El sistema de CO₂ está instalado en la sala de depuradoras y en el control de máquinas. A parte, en la cubierta 9, se localiza el sistema del generador de emergencia, que se activa desde el exterior del local donde está situado.

Para activar este sistema, se deberá acudir al local de CO₂ de la cubierta 5 y abrir la caja superior. En el interior de ésta se encontrarán dos llaves: la primera abre las válvulas y la segunda hace disparar las botellas de CO₂. En las cajas inferiores se escogen las secciones que se deseen disparar. A continuación, se activa automáticamente la alarma en la sala de máquinas que indica que se va a disparar el CO₂.

En el caso de que falle algún elemento del sistema, se deberá abrir las botellas de CO₂ manualmente o las válvulas de las secciones.

12. Estaciones contra incendios

El buque cuenta con 7 estaciones contra incendios, dispuestas estratégicamente a lo largo de sus distintas cubiertas. En ellas se encuentra equipamiento útil para combatir un incendio.

12.1) Localizaciones

Hay 6 estaciones contra incendios en el barco y 2 complementarias.

La estación nº 1 en la cubierta 10, a popa estribor del puente.

La estación nº 2 en la cubierta 9, en el pañol de seguridad.

La estación nº 3 en la cubierta 8 estribor, justo encima de la oficina del sobrecargo.

La estación nº 4 en la cubierta 5 proa babor, en el tronco de escaleras de babor.

La estación nº 5 en la cubierta 3 popa babor, en la estación SOPEP.

La estación nº 6 en la cubierta 1, en el tronco de escaleras de popa.

A parte, hay una estación contra incendios bajo el helipuerto, en la cubierta 10. Esta estación contiene material especial útil para accidentes que se puedan producir en dicha zona.

Por último, la estación química está situada en el tronco de escaleras de popa en la cubierta 2, justo encima del bodeguín, que contiene equipamiento para poder hacer frente a un fuego provocado por sustancias químicas. Está situada en la cubierta 2 debido a que, en el bodeguín, en la cubierta 1, es donde se transportan las mercancías peligrosas.

Mayoritariamente, en el buque se transportan mercancías peligrosas de clase 2.2 (gases inflamables no tóxicos), de clase 8 (sustancias corrosivas) y de clase 9 (materias y objetos que presentan peligros diversos). Dentro de cada clase existen distintos tipos de sustancias que se pueden transportar, y cada una de ellas tienen especificaciones distintas que hacen que se comporten de manera distinta en caso de incendio. Por ello, hay dispuestas en el puente y en el control de carga fichas de seguridad específicas para las sustancias más comunes que se transportan a bordo, en las que se indican como actuar en caso de incendio provocado por una de estas sustancias.

12.2) Contenido

Cada estación contra incendios contiene dos cajas, que cumplen con SOLAS (Regla 10; Parte C: Control de incendios), 10.3 Emplazamiento de los equipos de bombero, cada una con el material prescrito según SOLAS (Regla 10; Parte C: Control de incendios), 10.2 Número de equipos de bombero, 10.2.2:

- Un equipo completo de bombero; una chaqueta, un pantalón con botas, un par de guantes y un casco. En la *Imagen 21* y en la *Imagen 22* se pueden observar la chaqueta, el pantalón y las botas del equipo.



Imagen 21. Chaqueta de traje de bombero. Fuente: Elaboración propia.



Imagen 22. Pantalón de traje de bombero. Fuente: Elaboración propia.

- Una espaldera con una botella de aire comprimido montada, como la de la *Imagen 23*, y dos botellas de respeto.



Imagen 23. Espaldera con botella de aire comprimido. Fuente: Elaboración propia.

- Una máscara para la espaldera, como la de la *Imagen 24*.



Imagen 24. Máscara. Fuente: Elaboración propia.

- Un arnés.
- Una línea de vida con un mosquetón en cada extremo y una chapa con instrucciones.
- Una linterna con pilas y una bombilla de respaldo.
- Un hacha.

La estación química dispone de 2 cajas que contienen trajes de protección contra productos químicos, además de equipos de respiración específicos para dichos equipos con 2 cargas de respaldo, cumpliendo lo prescrito según SOLAS (Regla 19; Parte G: Prescripciones especiales), 3.6 Protección personal. A parte, en la estación, en el exterior de las cajas, hay 2 extintores portátiles de polvo seco de 6 litros y 2 de 12 litros. En la *Tabla 7* se observa todo el material que debe contener la estación química.

Como se puede apreciar en la *Imagen 25*, el traje químico contiene guantes y botas sellados a éste.



Imagen 25. Traje químico. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Dispositivos C.I. para el transporte de mercancías peligrosas. Fuente: Planos distribución de elementos C.I. del buque.

DISPOSITIVOS DE C.I. PARA TRANSPORTE DE MERCANCIAS PELIGROSAS CARRIAGE FOR DANGEROUS GOODS F.F. APPLIANCES			
SIMBOLO SYMBOL.	CANT. QUANT.	DESIGNACION DESIGNATION	OBSERVACIONES OBSERVATIONS
	4	EQUIPOS PROTECCION PRODUCTOS QUIMICOS PROTECTION EQUIPMENT CHEMICAL PRODUCTS	
	2	EQUIPOS RESPIRATORIOS PRODUCTOS QUIMICOS BREATHING EQUIPMENT CHEMICAL PRODUCTS	2 CARGAS DE RESPETO POR CADA APARATO RESPIRATORIO. 2 SPARE CHARGES FOR BREATHING APPARATUS.
	2	EXTINTOR PORTATIL DE POLVO SECO DE 6 KGS. 6 Kgs. PORTABLE DRY POWDER FIRE EXTINGUISHER	CARGAS REGLAMENTARIAS DE RESPETO LOADS REGULATIONS RESPECT
	2	EXTINTOR PORTATIL DE POLVO SECO DE 12 KGS. 12 Kgs. PORTABLE DRY POWDER FIRE EXTINGUISHER	CARGAS REGLAMENTARIAS DE RESPETO LOADS REGULATIONS RESPECT

13. Ventilaciones

Las cubiertas de carga del buque, al ser interiores, disponen de un sistema de ventilación mecánica para renovar el aire del interior de éstas, según lo prescrito en SOLAS (Capítulo Regla 20; Parte G: Prescripciones especiales), 3.1 Sistemas de ventilación. En caso de incendio en una cubierta, al cortar las ventilaciones se elimina el aire, es decir el comburente, y como éste es uno de los elementos del triángulo del fuego el incendio se extingue.

El sistema de ventilación dispone de dos modos: ventilación y extracción. La ventilación proporciona aire del exterior al interior de las cubiertas, mientras que la extracción saca el aire del interior. La ventilación se suele utilizar cuando se transportan animales, y la extracción cuando hay humo o gases, especialmente a la llegada y salida de puerto debido a la carga.

La cubierta 5 dispone de 7 ventiladores, situados a proa, mientras que la cubierta 3 tiene 6 y el bodegún, cubierta 1, dispone de 2. El sistema dispone de 3 paneles de control, situados en el puente, control de carga y cubierta 3 proa centro. Es importante que al cambiar de ventilación a extracción se pare el ventilador y se deje descansar un tiempo para evitar que éste se rompa.

13.1) Ventilaciones manuales

Las ventilaciones manuales están situadas en troncos de escaleras, en proa y en la maniobra de popa. Siempre deben estar abiertas debido a que cuando el buque está en navegación no se dispone de otro medio de ventilación, a menos que haya un incendio que las deberá cerrar un tripulante.

Éstas se deben aligerar semanalmente debido a que se puede acumular sal en sus ejes, llegándolas a agarrotar. Se debe accionar una por una cada ventilación, abriéndolas y cerrándolas las veces que sean necesarias, aplicando lubricante si fuera oportuno, hasta ver que abren y cierran suavemente.

13.2) Fire dampers

Las ventilaciones de las cubiertas de habitación y las de máquinas disponen de cortes remotos llamados fire dampers. Éstos disponen de unos accionadores dispuestos en lugares alejados para poder ser accionados a distancia y no exponerse al incendio. Cada fire damper dispone de 2 accionadores, situados en lugares distintos por si un lugar queda inaccesible tener otra opción para activarlo. En el puente y en el tronco de escaleras de máquinas se encuentran la mayoría de los disparadores maestros de los fire dampers.

Los fire dampers deben ser disparados cada cierto tiempo para comprobar que siguen funcionando. Cuando se accionan, se debe comprobar que éstos se activan correctamente y no provocan ruidos que puedan significar que el motor esté estropeado.

14. Cajas Contra Incendios

Las cajas contra incendios son instalaciones fijas que contienen elementos necesarios para combatir un incendio. Están repartidas a lo largo del buque, abarcando toda su eslora. Normalmente, en su interior contiene un hidrante, una manguera, una lanza, una llave “C” y una llave “F”, aunque en ocasiones el hidrante está situado en el exterior de la caja. En la *Imagen 26* se puede observar una caja contra incendios situada en la cubierta 3.

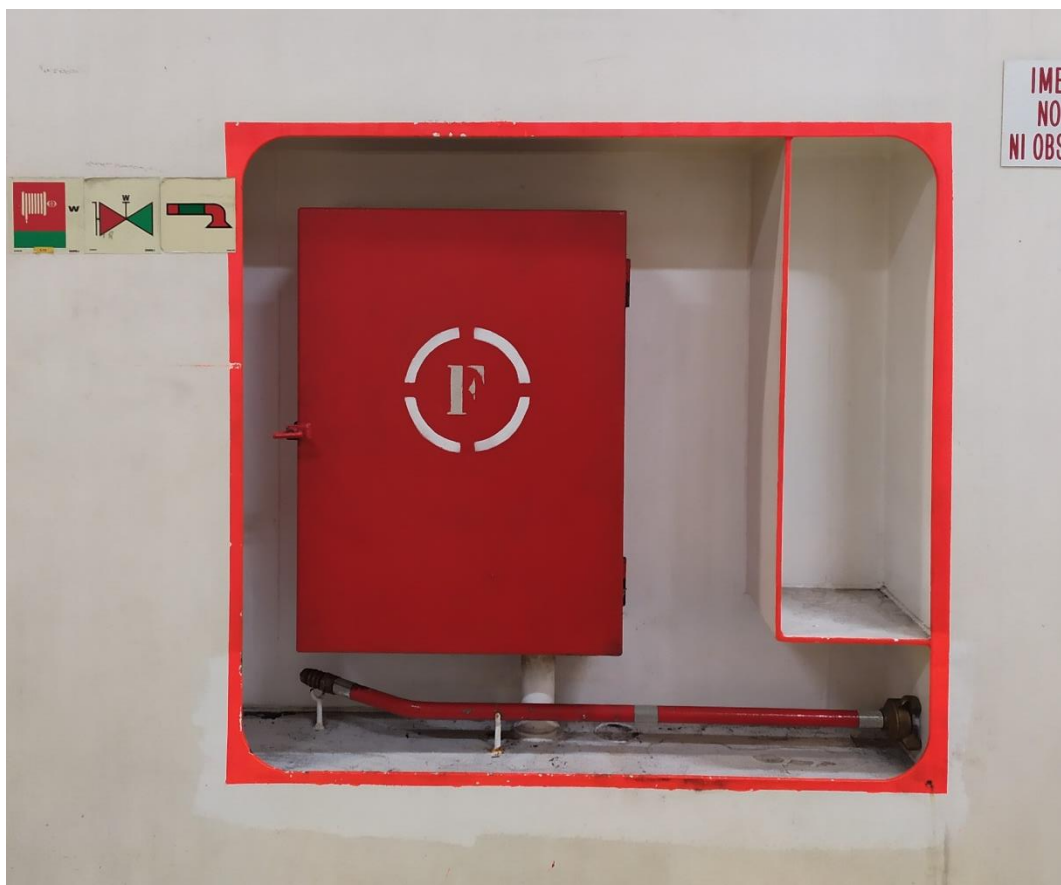


Imagen 26. Caja contra incendios con nebulizador. Fuente: Elaboración propia.

14.1) Hidrantes

Los hidrantes son tomas de agua que proporcionan un caudal considerable. Son instalaciones fijas que actúan como nexo de la red contra incendios del buque con elementos como mangueras. Su funcionamiento es simple; se retira la tapa, se conecta la manguera y se gira el volante para permitir el flujo de agua. Son de acople tipo Barcelona. En la *Imagen 27* se puede apreciar un hidrante de la cubierta 9.

En los dos accesos a la cubierta 3 del buque por rampa existen dos conexiones internacionales que los medios de rescate podrán utilizar en caso de no disponer el acople tipo Barcelona en sus equipos.



Imagen 27. Hidrante. Fuente: Elaboración propia.

La tapa del hidrante contiene una pequeña purga, que permite comprobar que dicho hidrante no tenga pérdidas de agua ni de presión.

Los hidrantes de las cubiertas exteriores, al estar expuestos a la intemperie, pueden sufrir oxidación, por ello deben llevar un correcto mantenimiento. En la *Imagen 28* se observa un hidrante que, al estar en el exterior, se ha oxidado. Para un correcto saneado, se debe desmontar: se quita la tapa y se retira el volante. Con un cepillo de puas o una radial se limpia la corrosión del cuerpo de cobre, quitando la pintura si es necesario, y de la tapa. Por último, se le deberá aplicar una capa de vaselina en la junta de la tapa y en el eje del hidrante antes de volver a montarlo. Es importante no aplicar ningún tipo de producto al cobre después de sanearlo, como por ejemplo barniz, debido a que esto no evita que se vuelva a oxidar y se deberá de retirar dicho producto antes de sanear la próxima vez.

En caso de que un hidrante tenga pérdidas, éste se debe desmontar completamente y aplicarle esmeril en el asiento, para eliminar poros y dejarlo liso. Hay ocasiones donde este proceso no es efectivo y se debe de optar por reemplazar el hidrante.

Para sustituir un hidrante las bombas contra incendio deben estar apagadas y la línea vacía desde la altura del hidrante hacia arriba. Para vaciar la línea, se debe abrir un hidrante que esté por debajo del hidrante que se quiera reemplazar y, acoplado una manguera, dejar que salga agua hasta que quede completamente vacía. A continuación, se deberá quitar la tapa del hidrante y abrirlo, para que quede totalmente despresurizado, y después retirar los cuatro tornillos que unen la base del hidrante a la línea. Para finalizar, se deberá colocar el nuevo hidrante y atornillarlo. Una buena práctica es aplicar lubricante a los tornillos antes de volver a ponerlos para evitar que estos se agarroten, debido a que en ocasiones éstos son imposibles de retirar.



Imagen 28. Hidrante en mal estado. Fuente: Elaboración propia.

En el espacio de máquinas los hidrantes tienen un tamaño inferior a los del resto del buque, de 50 mm, como se ve en la Imagen 29, tal y como dicta SOLAS (Regla 10, Capítulo II-2: Construcción – Prevención, detección y extinción de incendios), 2.1.3 Diámetro del colector contraincendios.



Imagen 29. Hidrante de la zona de máquinas. Fuente: Elaboración propia.

14.2) Mangueras

En todas las cajas contra incendios, y al lado de cada hidrante se encuentra una manguera. En el buque hay dos tipos de mangueras: de 65 mm y de 50 mm de diámetro, ambas de acople tipo Barcelona.

Las de 65 mm están repartidas por todo el buque: cubiertas de pasaje, cubiertas de carga... y deben de medir como máximo 20 metros. En la *Imagen 30* se observa como éstas están estibadas. En caso de necesitar más longitud, éstas se pueden empatar. El buque dispone de un total de 102 mangueras de este tipo.



Imagen 30. Manguera, con hidrante y llaves “C” y “F”. Fuente: Elaboración propia.

Para el espacio de máquinas, se dispone de 10 mangueras de 50 mm de diámetro. Éstas deben medir como mínimo 10 metros y como máximo 15 metros de longitud.

14.3) Lanzas

Las lanzas son un complemento de las mangueras que permiten que el chorro de agua que sale de ellas sea más preciso, además de poder ajustar el ángulo de salida del agua llegando a poder crear una barrera de agua nebulizada que impida el avance de las llamas. En el buque, junto a cada manguera, hay una lanza, con acople de tipo Barcelona.

14.4) Llaves “C” y “F”

El nombre de las llaves “C” y “F” corresponde a la forma que éstas tienen. La llave “C” es utilizada para el retiro y colocación de la tapa del hidrante y de la manguera en el hidrante. La llave “F” se utiliza para girar el volante del hidrante para abrirlo o cerrarlo. En la *Imagen 29*, en el volante del hidrante, se encuentran unas llaves “C” y “F” estibadas.

14.5) Línea contra incendios

La línea contra incendios del barco dispone de dos bombas contra incendios situadas en depuradoras y una bomba de emergencia, situada en el local de bombas. En caso de incendio se deben encender las bombas manualmente para obtener presión en la línea. Para arrancar las bombas hay paneles en el puente, sala de máquinas y local de rociadores. El agua que se utiliza es agua de mar, que se obtiene por una toma de mar.

14.6) Nebulizador

El nebulizador es un elemento que se acopla al extremo de la manguera y se utiliza para nebulizar el agua, creando así una barrera de agua que impide el avance de las llamas y apagándolo por sofocación. En la *Imagen 25*, bajo la caja contra incendios, se puede observar un nebulizador estibado.

15. Puertas CI y Mamparos

Las puertas contra incendio son un medio para contener un incendio en el buque y evitar que se propague. Éstas, al igual que los mamparos contra incendios, deben resistir unas condiciones determinadas según la clase que sean, es decir, un tiempo y una temperatura específicas (Organización Marítima Internacional, 2020).

Existen 3 clases: la A, B y C.

- Clase A: Son de acero u otro material equivalente, convenientemente reforzadas y aisladas con materiales incombustibles. La cara no expuesta de ésta no puede superar 140°C la temperatura inicial, y en ninguna unión que pueda haber superar 180°C la temperatura inicial.

Según el tiempo que aguante estas condiciones, se clasifican en:

Clase “A-60”, si aguanta 60 minutos.

Clase “A-30”, si aguanta 30 minutos.

Clase “A-15”, si aguanta 15 minutos.

Clase “A-0”, si aguanta 0 minutos.

Todas están construidas de manera que impidan el paso de humo y de las llamas durante una hora.

- Clase B: Construidas con materiales incombustibles, aunque está permitido el uso de materiales combustibles que cumplan las condiciones especificadas en el siguiente punto. Su aislamiento permite que la cara no expuesta suba más de 140°C de la temperatura inicial, y que, en ningún punto, ya sean uniones, no suba más de 225°C de la temperatura inicial.

Clase “B-15”, si aguanta 15 minutos.

Clase “B-0”, si aguanta 0 minutos.

Todas están construidas de manera que impidan el paso de humo y de las llamas durante media hora.

- Clase "C": Construidas con materiales incombustibles, aunque está permitido el uso de materiales combustibles que cumplan las condiciones especificadas en el siguiente punto. No es necesario que satisfagan las prescripciones relativas al paso del humo y de las llamas ni las limitaciones relativas al aumento de temperatura.

Para la construcción de las divisiones de clase B y C se pueden utilizar materiales combustibles siempre y cuando se cumplan estas condiciones (Organización Marítima Internacional, 2020):

1. Se proveerán medios para controlar las fugas de líquidos inflamables.
2. Se proveerán medios para limitar la acumulación de vapores inflamables.
3. Se restringirá la inflamabilidad de los materiales combustibles.

4. Se restringirá la existencia de fuentes de ignición.
5. Las fuentes de ignición se separarán de los materiales combustibles y líquidos inflamables.
6. La atmósfera de los tanques de carga se mantendrá a un nivel que se halle fuera de la gama explosiva.



Imagen 31. Especificaciones puerta contra incendios A-60. Fuente: Elaboración propia.

En la *Imagen 31*, se observa dónde están situadas las especificaciones de una puerta contra incendios. En ese caso, es una puerta A-60.

En el puente se dispone de un panel en el que se muestran todas las puertas contra incendios de las que se dispone en el buque e indica si éstas están abiertas o cerradas. Desde el panel se pueden cerrar las puertas y bloquearlas para que no puedan ser abiertas. En navegación, el acceso a cubiertas de carga está restringido, por ello, se cierran todas

las puertas de estas cubiertas y se bloquean para que ningún pasajero puedan acceder a ellas.

Cada puerta dispone de un sensor, como el que se puede ver en la *Imagen 32*, que indica en el panel del puente si está cerrada. Estos sensores, con el uso de las puertas, se van estropeando y deben ser ajustados o cambiados cada cierto tiempo.



Imagen 32. Sensor de puerta contra incendios. Fuente: Elaboración propia.

Las puertas disponen de una placa metálica en el borde de la puerta y de un electroimán fijo en el mamparo para que la puerta quede fija abierta. Para liberar la puerta, se dispone junto a ésta de un interruptor que desactiva el electroimán. Desde el panel del puente, al cerrar las puertas se hace la misma acción que al pulsar el interruptor.

Los mamparos también se clasifican con las clases A, B y C. El buque dispone de 4 mamparos contra incendios, denominados MCI. Éstos están situados en:

- Mamparo a proa del servomotor.
- Mamparo a proa de los motores principales.

- Mamparo a proa de recepción de proa.
- Mamparo a popa de las hélices de proa.

Los MCI son mamparos verticales y van de la quilla hasta la parte más alta verticalmente. Son de la clase “A-60”.

El mamparo que separa la cubierta 7 de la cubierta 5 es un mamparo contra incendios clase “A-60”, para que en caso de incendio en las cubiertas de carga la zona de habilitación quede protegida, cumpliendo con SOLAS (Regla 9, parte C: Control de incendios), 6. Protección de los contornos de los espacios de carga.

El mamparo que separa la cubierta 3 de la cubierta 1, bodeguín, también es un mamparo contra incendios clase “A-60”, cumpliendo con SOLAS (Regla 19, parte G: Prescripciones especiales), 3.8 Aislamiento de los contornos de los espacios de máquinas.

16. Planos de control de lucha contra incendios

En el supuesto de que tengan que intervenir servicios de emergencia en un incendio a bordo, el buque dispone de planos de control de lucha contra incendios y seguridad, también llamados fire plan. Éstos contienen copias del Plano de la lucha C.I. y seguridad del buque, a parte de una lista de tripulantes actualizada para saber las personas que hay embarcadas, según lo dispuesto en SOLAS (Regla 15, Capítulo II-2: Construcción-prevenición, detección, extinción de incendios), 2.4 Planos de lucha contra incendios.

En la *Imagen 33* se muestra el contenedor donde se encuentran los planos y como está estibado en la cubierta.

Se disponen de cinco fire plans en el buque, uno en cada acceso al barco;

- En el portalón de pasaje de babor.
- En el acceso por la rampa de babor en la cubierta principal.
- En el acceso por la rampa de estribor en la cubierta principal.

- En el portalón de pasaje de estribor.
- Bajo el helipuerto, al lado de la estación contra incendios.



Imagen 33. Plano de control de lucha contra incendios. Fuente: Elaboración propia.

17. Aparatos respiratorios para evacuaciones de emergencia (AREE)

Los AREE, Aparatos Respiratorios para Evacuaciones de Emergencia, son un aparato respiratorio utilizado sólo en caso de evacuación de emergencia de un lugar inundado de humo. Este equipo está compuesto por una botella de aire comprimido y una capucha conectadas, contenidas en el interior de una bolsa de transporte.

En la *Imagen 34* se observa la localización y como está estibado el AREE del puente de gobierno del buque.



Imagen 34. AREE del puente. Fuente: Elaboración propia.

La botella está presurizada a 200 bares y ofrece una autonomía de 15 minutos. Al contrario que los ERA, los AREE ofrecen aire de forma continua y no a demanda, es decir, desde el momento en el que se abre la válvula empieza a salir aire sin pausa.

Este equipo está situado principalmente en los pasillos de los camarotes de tripulación y pasaje, debido a que éstos son una zona donde el humo se acumula con facilidad en caso de incendio. En la zona de habilitación, estos se encuentran en el interior de una caja, cuyo cristal se deberá romper para acceder a él.

Instrucciones de uso:

- Se deberá colocar la cinta de la bolsa alrededor del cuello, quedando la bolsa a la altura del pecho.
- Se deberá abrir la bolsa, sacar la capucha de su interior y colocarla en la cabeza, asegurándose de que quede bien ajustada y que no haya pérdidas de oxígeno.
- Una vez colocada la capucha, se abrirá la válvula para permitir el flujo de aire.

En el caso de ser más de una persona la que necesite usar el aparato, la capucha no se la deberá poner una persona, sino que se deberá de utilizar como si de una bolsa se tratase, alternándose, dando bocanadas de aire de ésta.

Los AREE están distribuidos a lo largo del buque de acuerdo con SOLAS (Regla 13, Capítulo II-2: Construcción – Prevención, detección y extinción de incendios), 3.4 Aparatos respiratorios para evacuaciones de emergencia.

18. Equipo de Respiración Autónoma (ERA)

El equipo de respiración autónoma, o por sus siglas ERA, es un aparato diseñado para suministrar oxígeno en atmósferas contaminadas o pobres de oxígeno, como en espacios confinados o con presencia de humo.



Imagen 35. Botella de aire comprimido montada en espalda. Fuente: Elaboración propia.

Un equipo de respiración autónoma se compone de:

- Botella de aire comprimido.
- Espaldera de sujeción.
- Regulador de presión.
- Manómetro.
- Máscara.

En la *Imagen 35* se encuentra una botella de aire comprimido montada sobre su espaldera, lista para colocarse una vez el usuario tenga puesto el traje contra incendios.

El aire que se respira proviene de un depósito, y cuando se exhala éste es mandado al exterior. El regulador de presión suministra el aire cuando el usuario respira, creando una presión negativa, y también suministrando un flujo continuo de aire a una presión ligeramente superior a la del exterior, impidiendo que entren gases al interior de la máscara.

Este equipo ofrece una autonomía relativa debido a que suministra aire a demanda y depende de factores tales como la capacidad física, entrenamiento y esfuerzo realizado por el usuario, aunque el tiempo promedio es de unos 30 minutos.

Están situados en las estaciones contra incendios, habiendo uno en cada caja contra incendios. Además, cuenta con 2 botellas de aire comprimido de respeto por equipo.

La presión a la que deben estar las botellas de aire comprimido del buque es a 300 bares. Si ésta es inferior no es recomendable utilizar dicha botella debido a la posibilidad de quedarse sin aire.

A la hora de colocarse el equipamiento, se debe ser rápido. Por ello, se han de realizar ejercicios a la tripulación para que sepan cómo ponérselos. Los pasos a seguir son:

1. Sujetar la espaldera, mirando hacia nosotros y con la válvula de la botella boca arriba, pasarla por encima de la cabeza e introducir los brazos por el arnés.
2. Inclinar el cuerpo hacia delante, aprovechando el peso del equipo para ajustarlo correctamente y ajustarlo a la cintura.
3. Conectar la máscara al equipo, abrir la botella y ajustar bien la máscara a la cara.

19. Brigadas contra incendios

Para que pueda existir una rápida actuación y haya buena organización en caso de incendio, se han creado las brigadas contra incendios, en las que cada tripulante tiene asignadas unas funciones específicas a realizar en caso de que uno se produzca, tal y como viene prescrito en SOLAS (Regla 15, Capítulo II-2: Construcción – Prevención, detección y extinción de incendios), 2 Prescripciones generales, 2.1.3.

Existen tres brigadas contra incendios:

- La brigada 1, de emergencia.
- La brigada 2, de apoyo.
- La brigada 3, de máquinas.

La brigada 1 es la brigada de emergencia. Deben acudir inmediatamente al lugar de localización del incendio, donde acometerán las acciones oportunas.

En caso de indisposición del jefe de la brigada, ocupará automáticamente su puesto el jefe de la brigada de apoyo, cosa que se deberá comunicar al puente.

La brigada 2 es la de apoyo. Deberán acudir a las estaciones contra incendio más cercanas al lugar del incendio. El enlace de esta brigada deberá acudir al puente para proveerse de un equipo VHF portátil, que entregará a l jefe de la brigada. El jefe de la brigada se comunicará con el puente en el canal que se designe.

Una vez establecido el contacto, deberán transportar al lugar indicado el material necesario. El jefe de esta brigada, una vez en el lugar del incendio, se pondrá bajo el mando del jefe de la brigada de emergencia. Los demás miembros apoyarán a la brigada de emergencia eliminando codos de las mangueras, aportando material portátil de extinción y retirando de la zona elementos combustibles.

El jefe de la brigada de emergencia, si el caso así lo requiera, designará, de entre los componentes de la brigada de apoyo a las personas que formarán parte de la brigada para auxilio de accidentados.

Controlarán y mantendrán a los pasajeros dentro de los lugares de reunión, cuidarán del orden, infundirán tranquilidad y mantendrán los pasillos libres de pasajeros.

A aquellos tripulantes excedentes de la dotación mínima del buque, se le asignarán funciones idénticas a las contempladas para los componentes de la dotación, según su cargo a bordo, categoría y departamento. Dichas funciones se contemplan asignadas a las de los componentes de la dotación mínima, de tal forma que no exista una duplicidad de funciones sino un apoyo para llevar a cabo lo establecido en cada misión.

En la *Tabla 8* se muestran los miembros de las 3 brigadas contra incendios.

Tabla 8. Composición de las brigadas C.I. Fuente: Elaboración propia.

Composición de las brigadas de lucha C.I.		
Brigada N° 1 (Emergencia)	Brigada N° 2 (Apoyo)	Brigada N° 3 (Máquinas)
1° Oficial de Puente (Jefe de Brigada)	2° Oficial de Puente (Jefe de Brigada)	1° Oficial de Máquinas (Jefe de Brigada)
Contramaestre	Marinero de Puente n° 4	2° Oficial de Máquinas
Marinero de Puente n° 2 (Vestirá el traje de bombero)	Marinero de Puente n° 5	Marinero de Máquinas n° 1
Marinero de Puente n° 3	Marinero de Puente n° 6	Marinero de Máquinas n° 2 (Vestirá el traje de bombero)

Según SOLAS (cap.III, regla 30) semanalmente se deberán realizar ejercicios de lucha contra incendios y abandono del buque. En la *Tabla 9* se pueden observar todos los ejercicios que se deberán realizar a lo largo del año. Cada mes se deberán realizar los ejercicios que se indican en la tabla. Debido a su importancia, los ejercicios contra incendios se deberán realizar semanalmente. En estos ejercicios se realizan distintas

actividades, como por ejemplo cómo utilizar un extintor portátil, cómo utilizar un equipo AREE... A los tripulantes de cubierta y máquinas, como son los que lucharán directamente contra el fuego, se les entrena para el uso de mangueras, colocación del equipo ERA, mientras que a los tripulantes de fonda se les hace más hincapié en conducciones de pasaje.

Tabla 9. Programa de ejercicios anual. Fuente: (Naviera Armas, 2020).

SITUACIONES DE EMERGENCIA		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1.	Abordaje/colisión			X			X					X	
2.	Contra incendio; abandono; control de daños (sólo aplica a los NGV*)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.	Peligro y salvamento				X						X		
4.	Varada			X							X		
5.	Contaminación por hidrocarburos		X				X			X			X
6.	Fallo de propulsión principal y/o de gobierno	X			X			X			X		
7.	Operaciones con helicópteros					X						X	
8.	Hombre al agua				X			X					X
9.	Entrada en espacios cerrados	X		X		X		X		X		X	
10.	Ejercicio ISPS			X			X			X			X
11.	EJERCICIO COMBINADO										X		

Tal y como se ha expuesto en este TFG el buque Volcán de Tinamar, perteneciente al Grupo Naviera Armas Transmediterránea cumple con los artículos del Convenio Solas Capítulo II-2 con relación a la Construcción - Prevención, Detección Y Extinción de Incendios. En dicha embarcación se realizan ejercicios de contraincendios semanalmente, según lo establecido por SOLAS, con el objetivo de disponer de una tripulación formada y preparada para actuar ante cualquier eventualidad.

20. Conclusión

En este trabajo se han esclarecido los distintos medios contra incendios de los que dispone un buque de pasaje y carga RoRo, concretamente, el buque Volcán de Tinamar, apreciando que cumple con cada uno de los apartados del Convenio Solas Capítulo II-2 en relación con la Construcción - Prevención, Detección y Extinción de Incendios.

La seguridad a bordo de un buque en caso de incendio no sería posible sin la colaboración de todos los miembros de la tripulación. Por ello es clave formar a cada tripulante y hacer ejercicios prácticos, no solo la primera vez que embarquen, sino regularmente, para que dichos conocimientos no se olviden y ponerlos en práctica en una situación semejante a la realidad.

No menos importante, el buen mantenimiento de todos los elementos contra incendios es esencial para el correcto funcionamiento y para que todo esté operativo para que en caso de emergencia poder utilizarlo. Por ello, es obligación de los oficiales comprobar que todo esté en estado óptimo y que los demás miembros de la tripulación contribuyan a esto.

Se concluye este trabajo recalando la gran importancia que tiene conocer todos los medios contra incendios de los buques, ya que un incendio a bordo siempre va a ser una gran amenaza para la vida de los pasajeros y tripulantes de la embarcación y saber actuar en dicho caso será esencial para la minimización de daños ocasionados por éste.

21. Conclusion

In this work, the different firefighting means available to a passenger and RoRo cargo ship, specifically the Tinamar Volcano ship, have been clarified, appreciating that it complies with each of the sections of Solas Chapter II-2 - Fire protection, fire detection and fire extinction.

Safety on board a ship in case of fire would not be possible without the collaboration of all crew members. That is why it is so important to train each crew member and do practical exercises, not only the first time they board, but regularly, so that this knowledge is not forgotten and put into practice in a situation similar to reality.

No less important, the good maintenance of all the elements against fires is essential for the correct operation so in an emergency it can be used. Therefore, it is the duty of the officers to check that everything is in optimum condition and that the other crew members contribute to this.

This work is concluded emphasizing the great importance of knowing all the firefighting means of ships, since a fire on board will always be a great threat to the lives of passengers and crew of the boat and know how to act in such a case will be essential for the minimization of damages caused by it.

Bibliografía

Danfoss. (2010). *Sistema de agua nebulizada*. Dinamarca.

Eltek. (2010). *Manual central contra incendios*.

Fernández, F. E. (2001). *El fuego o combustión*. Obtenido de http://www.bomberosdenavarra.com/documentos/ficheros_documentos/fuego.pdf.

Guerrero, A. P. (1999). *NTP 536: Extintores de incendio portátiles: utilización*. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_536.pdf/b7659f34-a3d0-4bbf-b5ac-d7f936604d3f.

Ministerio de Fomento. (1999). *Real Decreto 1247/1999*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/pdf/1999/BOE-A-1999-16941-consolidado.pdf>.

Naviera Armas. (2020). *Manual de Gestión de la Seguridad*.

Organización Marítima Internacional. (2014). *Convención Internacional en Estándares de Formación, Certificación y Vigilancia para la gente de mar, STCW*. Londres.

Organización Marítima Internacional. (2020). *Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, SOLAS*. Londres.

Organización Marítima Internacional. (2020). <http://www.imo.org/es>.

Rodríguez, M. P. (2010). *Manejo del fuego*. Obtenido de <http://gfmco.org/wp-content/uploads/Manejo-del-Fuego-Ramos-Rodriguez-Cuba-2010.pdf>.

Sierra, E. T. (1999). *NTP 379: Productos inflamables: variación de los parámetros de peligrosidad*. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_379.pdf/a8bbcd8a-a6c1-4dca-b452-f32213e25752.

UNE-EN. (2014). *UNE-EN 2:1994. Clases de fuego*. Obtenido de <https://firestation.wordpress.com/2010/10/30/clases-de-fuego-segun-une-en-2-1994a1-de-2005/>.

Volcán de Tinamar. (2012). *Manual Contra Incendios del "Buque Volcán de Tinamar"*.