

COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS FIJOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS POR ROCIADORES EN BUQUES Y EN FÁBRICAS

Alumno: Daniel Caballero de la Fuente

Director: Alejandro Leon Árias

Diplomatura en Navegación Marítima

Facultad de Náutica de Barcelona

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

Índice:

1	Introducción.....	6
2	Breve introducción al fuego.....	8
2.1	Teoría del fuego.....	8
2.2	Clasificación del fuego.....	11
2.3	Agente extintores	13
2.3.1	Agua.....	13
2.3.2	Dióxido de carbono.....	17
2.3.3	Polvos químicos secos.....	20
2.3.4	Espumas.....	22
3	Sistemas fijos contra incendios por rociadores:.....	23
3.1	Sistemas de detección y alarma.....	23
3.2	Bombas contra incendios.....	25
3.3	Red de distribución del agua contra incendios.....	27
3.4	Válvulas.....	28
3.5	Rociadores.....	29
3.6	Funcionamiento del sistema.....	33
3.6.1	Instalaciones de tubería mojada.....	33
3.6.2	Instalaciones de tubería seca.....	35
3.7	Diferencias del los sistemas.....	37
4	Normativa contra incendios de los Buques:.....	38
4.1	General.....	38
4.2	Bombas contra incendio.....	40
4.3	Tuberías.....	43
4.4	Válvulas.....	45
4.5	Rociadores.....	47
5	Normativa contra incendios en locales industriales:.....	50
5.1	General.....	50
5.2	Bombas contra incendio.....	51
5.3	Tuberías.....	55
5.4	Válvulas.....	58
5.5	Rociadores.....	60

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

6	Comparativa de los sistemas contra incendios por rociadores en buques y en locales industriales.....	63
6.1	Bombas contra incendio.....	63
6.2	Tuberías.....	65
6.3	Válvulas.....	67
6.4	Rociadores.....	69
7	Mantenimiento:.....	73
7.1	Bombas contra incendio.....	73
7.2	Tuberías.....	79
7.3	Válvulas.....	80
7.4	Rociadores.....	85
8	Análisis de la comparativa y líneas futuras de trabajo.....	88
9	Conclusiones.....	90
10	Bibliografía.....	92
11	Anexos.....	94

Índice de ilustraciones y tablas

Ilustraciones:

Ilustración 1: Incendio del buque “Und Adriyatik”.....	6
Ilustración 2: Triangulo del fuego.....	9
Ilustración 3: Tetraedro del fuego.....	10
Ilustración 4: Aplicación del agua mediante manguera.....	13
Ilustración 5: Aplicación del agua mediante rociador.....	13
Ilustración 6: Extintor de dióxido de carbono.....	17
Ilustración 7: Extintor móvil de polvo químico.....	20
Ilustración 8: Uso de la espuma contra incendio.....	22
Ilustración 9: Gráfica de los distintos detectores disponibles.....	24
Ilustración 10: Bomba Centrífuga contra incendio.....	26
Ilustración 11: Válvula de mariposa.....	28
Ilustración 12: Válvula de compuerta.....	28
Ilustración 13: Distintos tipos de rociadores.....	32
Ilustración 14: Instalación de tubería mojada.....	34
Ilustración 15: Instalación de tubería seca con rociadores abiertos.....	35
Ilustración 16: Instalación de tubería seca con rociadores cerrados.....	36

Tablas:

Tabla 1. Relación entre las temperaturas de rotura de las ampollas y su color.....	30
Tabla 2. Número de rociadores de respeto.....	47
Tabla 3. Presiones y caudales mínimos para cada puesto de control.....	51
Tabla 4. Características para sistemas precalculados que succionan agua de un depósito.....	52
Tabla 5. Diámetros de los ramales.....	56
Tabla 6. Diámetros del colector.....	56
Tabla 7. Requisitos que deben cumplir los rociadores.....	60
Tabla 8. Comparativa de las bombas contra incendio en buques y en locales industriales.....	63
Tabla 9. Comparativa de las tuberías contra incendio en buques y en locales industriales.....	65
Tabla 10. Comparativa de las válvulas contra incendio en buques y en locales industriales.....	67
Tabla 11. Comparativa de los rociadores contra incendio en buques y en locales industriales.....	69

1. Introducción

Los incendios son uno de los grandes enemigos de los buques a lo largo de la historia. A pesar de que se encuentren rodeados de agua, no significa que estén a salvo de sufrir daños ocasionados por el fuego, si no todo lo contrario. El echo de estar alejados de tierra y rodeados de agua, hace que la ayuda en caso de incendio tarde más en llegar en comparación con tierra, e incluso en algunos sea inviable.

Son muchos los tipos de mercancías que se pueden transportar por mar, todas aquellas que podamos imaginar y podamos meter en un barco. Muchas de estas son inflamables y presentan un elevado índice de peligrosidad, como los derivados del petróleo o los productos químicos.

Son muchas las consecuencias de un incendio en un buque, empezando por el riesgo humano de la tripulación, sus vidas están en juego y son ellos los que han de combatirlo. Por otra parte, también tenemos que tener en cuenta el impacto medio ambiental que tiene un accidente de cualquier tipo de buque, contaminando con combustible y la carga que en ese momento lleve toda la zona alrededor del accidente. Por último, también debemos tener en cuenta el aspecto económico que tiene cualquier incendio para el armador.

Es por estos motivos que los buques deben disponer de efectivos sistemas contra incendios, que eviten la aparición de cualquier tipo de incendio, controlándolo desde su inicio, y minimizando sus consecuencias.

En este trabajo, nos centraremos en un único sistema contra incendios, los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores. Se realizará una comparativa de los sistemas de rociadores de un buque, con los de un local industrial.

Primero de todo, se hará una explicación de los diferentes aspectos que intervienen en el

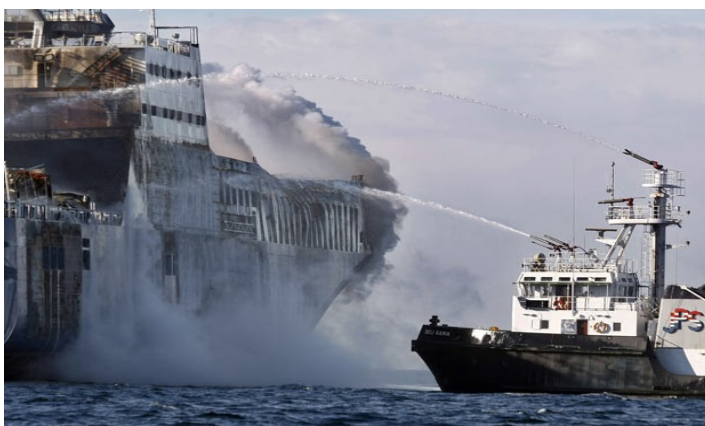


Ilustración 1: Incendio del buque “Und Adriyatik”

desarrollo del fuego, para después analizar los diferentes agentes extintores que nos podemos encontrar en un buque.

La comparativa se divide en tres fases. En la primera se explicarán los componentes

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

que forman un sistema fijo de extinción de incendios por rociadores tanto en buque como en fábrica, y se marcarán las diferencias que pueden haber. La segunda fase, la más importante del trabajo, se realizara una comparativa de las distintas normativas que rigen el ámbito marino y el terrestre en materia de seguridad y prevención contra incendios, se quiere ver si se puede aplicar alguna de las reglas que regulan las fábricas para mejorar la seguridad en la mar.

Por último, la tercera fase explican las medidas que debemos tomar para garantizar el buen funcionamiento del sistema cuando se deba utilizar.

Con este trabajo, quiero comprobar si la normativa contra incendios que regula nuestro marco laboral, garantiza nuestra seguridad o debería sufrir algún tipo de modificación, para ponerse al día.

2. Breve introducción al fuego.

2.1 Teoría del fuego

Podemos definir el fuego como la manifestación visual de la combustión; qué es la reacción química de oxidación-reducción entre un elemento oxidante, denominado comburente, y un elemento reductor, denominado combustible. La fuga de electrones del elemento oxidante al elemento reductor, desprende una gran cantidad de energía al entorno, cuando esto ocurre se le denomina reacción exotérmica, esta reacción, cuando es de gran intensidad, puede dar origen al fuego.

El comburente es el gas o mezcla de gases que permite el inicio y desarrollo del fuego, ya que participa en la combustión oxidando al combustible. El comburente por excelencia es el oxígeno, todos los comburentes tienen en su composición oxígeno disponible, bien en forma molecular, o en ozonos u óxidos que ceden el oxígeno en el momento de la combustión. Para que se produzca la combustión es necesaria la presencia de una proporción mínima de oxígeno, que por regla general va de un 15% hasta en casos extremos de un 5%. Por ejemplo, el aire contiene una concentración de oxígeno del 21% aproximadamente.

El combustible es la sustancia que en presencia de oxígeno y aportándole una cierta energía de activación, es capaz de arder y liberar energía. Los combustibles pueden clasificarse, según su naturaleza en combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. Su principal característica es su poder calorífico, que es el calor desprendido por la combustión completa de una unidad de masa (kilogramo), y esta expresado en Joules.

Los límites de explosividad dependen de la mezcla de vapores combustibles con el comburente. Entendemos por Límite Inferior de Explosividad (LIE) el valor mínimo de mezcla combustible-comburente, por debajo del cuál la concentración de vapor o gas inflamable es insuficiente para crear una mezcla inflamable con el comburente. Por otra parte, el Límite Superior de Explosividad (LSE) es el valor máximo de concentración por encima del cuál, el vapor de combustible deja insuficiente porcentaje de comburente, dejando una concentración excesivamente rica. En valores comprendidos entre estos dos límites, la ignición es posible.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

Anteriormente hemos hablado que el combustible necesita una cierta energía de activación, proveniente de una fuente de ignición para iniciar la reacción. La fuente de ignición puede ser de diferente origen; térmico, mecánico, eléctrico, químico, nuclear. Es necesario calor para que la temperatura del combustible aumente y desprenda vapores que permitan la ignición. La temperatura también afecta a los límites de explosividad, un incremento de temperatura provoca una disminución del LIE y un aumento del LSE, lo que significa una mayor amplitud de la zona explosiva o inflamable.

Los tres elementos que hemos visto anteriormente, comburente, combustible y calor son los tres factores fundamentales para que el fuego pueda producirse y forman el denominado triángulo del fuego.

TRIANGULO DEL FUEGO

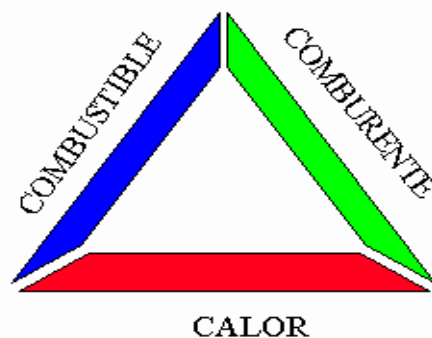


Ilustración 2: Triangulo del fuego

Esto significa que un combustible en la adecuada cantidad (entre el LIE y el LSE) en presencia de un elemento comburente puede arder si se le aplica la energía de activación suficiente. Por lo contrario, si alguno de estos tres factores no están presente en las cantidades necesarias, no es posible el inicio del fuego. Durante mucho tiempo, las técnicas de prevención, protección y lucha contra incendios se basaron en esta teoría. Más tarde se desarrolló una nueva teoría que añadía un nuevo factor, la reacción en cadena, si se interrumpe la transmisión de calor de unas partículas a otras del combustible, no será posible la continuación del incendio. Este factor añadido a los tres factores anteriores constituye el tetraedro del fuego.

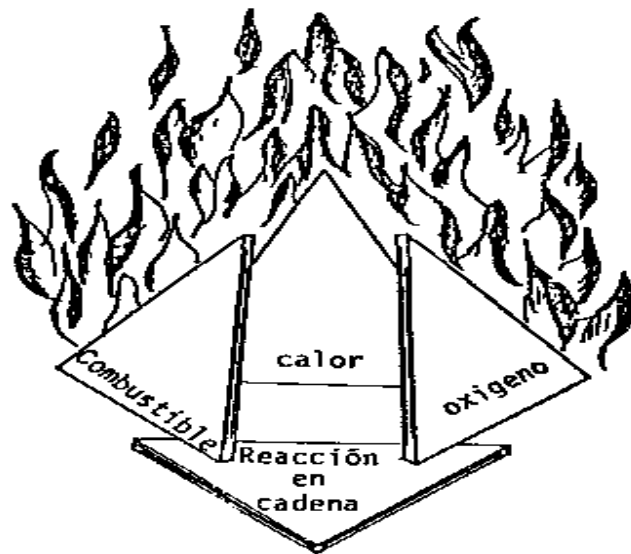


Ilustración 3: Tetraedro del fuego

A la hora de luchar contra un incendio, es importante conocer las diferentes formas de propagación que tiene el fuego para transmitirse a otros cuerpos, de esta forma podremos contener mejor el incendio. Existen tres formas de propagación:

- Propagación por conducción: Requiere el contacto físico de los cuerpos con un gradiente de temperatura establecido entre ellos. Depende básicamente de la naturaleza del material (solo tendrá incidencia en materiales sólidos) y de su conductividad. En un buque este tipo de propagación es peligrosa ya que el incendio de una mercancía en un compartimento puede propagarse a otra mercancía en un compartimento distinto a través de los mamparos.
- Propagación por convección: Es el proceso de transmisión del calor a través de movimientos del aire debidos a diferencias de densidad. El aire caliente pesa menos, y por lo tanto se encontrará en los niveles más altos, y el aire frío pesa más, encontrándose en los niveles más bajos. Esto puede provocar una rápida propagación en sentido vertical, tanto de calor como de humo, pudiendo ser este último incluso más peligroso para la vida humana que el propio fuego.

- Propagación por radiación: A diferencia que en los casos anteriores, en la propagación por radiación no se necesita la presencia de materia, se realiza desde los cuerpos calientes por radiaciones electromagnéticas. La no presencia de materia permite alcanzar grandes distancia en cualquier dirección y en línea recta desde el foco de emisión. El calor del sol es el ejemplo más significativo de radiación térmica. Las radiaciones de calor de un incendio son las que afectan a las superestructuras del buque.

2.2 Clasificación del fuego

En un incendio debemos conocer cuál es el combustible de la reacción para actuar con el agente extintor más eficaz, los cuales explicaremos más adelante. Para facilitar la elección de este agente extintor, se agruparon los elementos combustibles en clases, juntando aquellos que presentan riesgos y características comunes. A su vez, los fuegos se clasificaron de la misma manera, es decir, un fuego de clase A será aquel que este atacando un material de clase A. En España, los fuegos se clasifican según la norma UNE 23.010.76 de la siguiente manera:

- Clase A: combustibles sólidos que producen brasas: Madera, fibras textiles y materias plásticas. En los buques es normal encontrarlas generalmente expuestas a la vista, en recubrimientos de paneles o decorados, y en los paños. La tendencia en los últimos años es ir sustituyendo los materiales combustibles por otros incombustibles.
- Clase B: combustibles líquidos, combustibles sólidos de bajo punto de fusión y sólidos grasos: derivados del petróleo, aceites vegetales... Gracias a sus características físicas, son fáciles de controlar al estar localizados en lugares cerrados como bidones o tanques, pero a su vez, en caso de derrame se expondrían en grandes superficies, produciendo vapores combustibles. En el buque podemos encontrarlos en la sala de máquinas y en los tanques de consumo, y según en tipo de buque, en la mercancía que se transporta.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Clase C: gases inflamables como por ejemplo butano, propano, metano, etc. Es la clase que por su estado físico resulta más fácilmente inflamable. Por contra, su uso a bordo es en pequeñas cantidades. Los gases no combustibles como el O₂ o el N₂ son también peligrosos cuando están almacenados en botellas o tanques a presión pudiendo estallar si se encuentran expuestos a temperaturas elevadas.

- Clase D: Metales o aleaciones que son susceptibles de arder bajo ciertas condiciones físicas. El acero y el hierro, presentes en grandes cantidades en un buque, no son considerados combustibles en condiciones normales. Los podemos clasificar en dos grupos:
 - Metales combustibles de ignición espontánea o pirofóricos: lo forman metales alcalinos como el potasio, sodio, litio y metales usados como combustibles para reactores como el plutonio o el uranio.

 - Metales combustibles no susceptibles de ignición espontánea (no pirofóricos): lo forman el magnesio y el titanio y los usados para reactores como el circonio y el hafnio. Su presencia en virutas o polvo presenta un gran riesgo de inflamabilidad.

2.3. Agentes extintores

2.3.1. Agua

Es el elemento que a sido utilizado habitualmente como agente extintor debido a su abundancia en la naturaleza, y es con el que trabajaremos en nuestro trabajo. Para entender su uso generalizado como agente extintor a lo largo de la historia debemos conocer sus propiedades fisico-químicas.



Ilustración 4: Aplicación del agua mediante manguera



Ilustración 5: Aplicación del agua mediante rociador

A temperatura ambiente es un líquido estable. Necesita 80Kcal/Kg. para pasar de estado sólido a estado líquido, y una vez en estado líquido necesita un aporte de 1Kcal/Kg para aumentar un 1°C su temperatura, además de un aporte adicional de energía de 540Kcal/Kg para pasar a estado gaseoso. En estas circunstancias, se produce un aumento de volumen de 1650 veces del vapor de agua respecto al estado líquido. Este fenómeno es fundamental en el aspecto de la lucha contra incendio, ya que esta gran masa de vapor desplaza la fracción de aire equivalente sobre la superficie del fuego, reduciendo así la cantidad de oxígeno disponible para el combustible. Por otro lado, su gran capacidad de absorción del calor, permite la acción de enfriamiento, bajando considerablemente la temperatura de muchas sustancias en combustión y la velocidad de transferencia del calor de la combustión a las capas de combustible.

Propiedades de extinción:

El método más eficaz de utilizar el agua como agente extintor es aplicarla de forma pulverizada sobre el incendio, en vez de un chorro compacto de agua desde una distancia segura, ya que aumenta el efecto refrigerante del agua. A continuación se explica las formas en que actúan el agua en un incendio:

- Extinción por enfriamiento: En la mayoría de los casos, el fuego se extingue cuando la superficie del material en combustión se enfría por debajo de la temperatura a la que produce suficiente vapor para mantener la combustión. Pero en algunos casos, el enfriamiento superficial no es suficiente para extinguir el fuego, como en los fuegos producidos por productos gaseosos o algunos líquidos inflamables. Se desaconseja el uso de agua para líquidos con puntos de inflamación por debajo de 37,8 °C.

El agua absorbe el máximo de calor cuando se transforma en vapor y esto se consigue con mayor facilidad si se aplica pulverizada. La cantidad de agua que debemos utilizar para extinguir el fuego dependerá del calor desprendido por este.

- Extinción por sofocación: Se basa en la idea de que el aire puede desplazarse e incluso suprimirse si se genera suficiente vapor. Este método es eficaz para la extinción de fuegos en líquidos inflamables cuando su punto de inflamación esté por encima de los 37,8 °C y su densidad relativa sea mayor que 1,1 y, además no sean solubles en agua. La combustión de estos materiales puede extinguirse mediante esta acción sofocante, que se acelera si el vapor puede aplicarse de una forma suave sobre la zona de combustión, y si se le añade un agente espumante al agua.
- Extinción por emulsificación: Se logra una emulsión cuando se agitan juntos dos líquidos inmiscibles y uno de ellos se dispersa en el otro. En el enfriamiento de la superficie de ciertos líquidos viscosos, la emulsión aparece en forma de espuma espesa, que retrasa la emisión de vapores inflamables. Debe evitarse el uso de compactos de agua, la forma más eficaz es el empleo de una pulverización del agua relativamente fuerte y gruesa.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Extinción por dilución: Los fuegos de materiales inflamables hidrosolubles pueden extinguirse, en algunos casos, por dilución, como en el caso de vertidos de alcohol metílico o etílico. No se usa habitualmente en depósitos debido al peligro de rebose, ya que se necesita una gran cantidad de agua.

Limitaciones del uso de agua como agente extintor.

Las propiedades físico-químicas comentadas anteriormente nos servían para explicar el poder de extinción que tiene el agua en los incendios, actuando sobre el comburente y la temperatura, pero el uso de agua como agente extintor también presenta unos riesgos y desventajas que deben ser conocidos. Estos son los principales:

- Conductividad eléctrica: Las impurezas y sales que generalmente tiene el agua la hacen gran conductora de la electricidad, lo que convierte su uso en muy peligroso zonas donde circula la corriente eléctrica. Se debe evitar el uso de agua en estas zonas, ya que descargas eléctricas superiores a los 20 o 30 mili-amperios pueden resultar mortales.
- Temperatura de solidificación: El agua, solidifica a 0°C, lo que limita su uso en lugares donde se pueda alcanzar esta temperatura comúnmente, dado que las válvulas y cañerías de conducción pueden obturarse y reventar. La forma de solucionar este inconveniente es el uso de cañerías vacías en lugar de con agua, el calentamiento del tanque proveedor o el uso de anticongelantes, generalmente CaCl₂.
- Tensión superficial: El agua tiene una alta tensión superficial, que retarda su capacidad de penetración en combustibles incendiados, e impide su difusión a través de materiales compactados, empaquetados o apilados. Cuando una masa de material combustible se incendia se hace necesario o bien dismantelar esta masa, o bien emplear un agente aditivo humectante para bajar la tensión superficial del agua. Los agentes humectantes son efectivos porque reducen la tensión superficial del agua, aumentando de esta forma la superficie libre disponible para la absorción de calor. Hay menos deslizamiento de agua y aumenta de esta forma su efectividad.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Viscosidad: El agua tiene una baja viscosidad que hace que ésta se deslice rápidamente por las superficies y limite su capacidad para apagar el fuego, mediante la formación de una barrera sobre la superficie de los materiales combustibles. Los aditivos para aumentar la viscosidad del agua, como el CMC o el Gelgard, aumentan su efectividad sobre ciertos tipos de incendios. Se usa generalmente en incendios forestales.
- Fricción: Las pérdidas por fricción en las mangueras son siempre un problema en la lucha contra el fuego. Las pérdidas son mayores cuanto más larga sea la manguera y más agua se bombee. Esta fricción se genera entre las partículas de agua debido a la turbulencia de la corriente. Se ha descubierto que pequeñas cantidades de determinados polímeros reducen las pérdidas por fricción en corrientes turbulentas. La eficacia del efecto reductor de la fricción es función directa de la linealidad de la cadena polimérica. Es compatible con todos los equipos contra incendios y puede emplearse con agua dulce o salada.

Aunque el agua sea el agente extintor por excelencia, hay que tener en cuenta que en ocasiones su uso no es tan eficaz como el de otros agente extintores, y en determinados casos su utilización es claramente negativa. A continuación unos ejemplos de materiales donde su uso no es aconsejable:

- Incendios de productos químicos: en materiales como peróxidos, carburos, etc. puede reaccionar con el agua y desprender gases inflamables y calor.
- Metales combustibles: No se debe utilizar agua en incendios con metales combustibles, como magnesio, titanio, o metales que son combustibles bajo ciertas condiciones, como el calcio, zinc y aluminio.
- Incendios de gases: Su uso en este tipo de incendios es básicamente para controlar la temperatura del incendio mientras se intenta cortar el flujo de gas.

- Incendios de líquidos inflamables y combustibles: En incendios con líquidos con alto puntos de combustión altos el uso del agua ayudará a extinguir el fuego, por enfriamiento o por emulsionamiento. En cambio, en líquidos inflamables con un punto de combustión bajo el uso del agua es peligroso, si el incendio es en un deposito, el agua ira al fondo pudiendo producir un rebose de este. Si el incendio es en un vertido, el agua probablemente ayude a que el incendio se propague.

2.3.2. Dióxido de carbono

El dióxido de carbono, también denominado anhídrido carbónico, es un gas cuya fórmula química es CO_2 . Posee varias propiedades que lo convierten en un agente útil para la extinción de incendio. Tiene una densidad de 1.5, es fácilmente licuable por temperatura y presión, lo que permite almacenarlo en botellas, con la peculiaridad de que a una presión de 5.25 Kg/cm^2 y una temperatura de -56.5°C coexisten los estados (sólido, líquido y gas). A temperatura de 31°C se igual las densidades de vapor y líquido y desaparece la separación clara entre las dos fases. La expansión que sufre un litro de CO_2 licuado al pasar a estado gaseoso es de 450 veces su volumen. Tiene varias ventajas que le hacen ser un buen agente extintor: No es combustible y no reacciona con la mayor parte de las sustancias y proporciona su propia presión para descargarlo del extintor o del cilindro donde se almacene. Por otra parte, no conduce la electricidad y puede emplearse contra fuegos de equipos eléctricos en tensión, a su vez no deja residuos eliminando la necesidad de limpieza del agente.



Ilustración 6: Extintor de dióxido de carbono

Propiedades extintoras

La descarga de dióxido de carbono posee una apariencia de nube blanca, debido a las partículas sólidas, denominadas hielo seco, transportadas con el vapor. Además de esta nube, hay que añadir la nube que se forma por la condensación del vapor de agua de la atmósfera. El dióxido de carbono es un eficaz agente extintor, ya que reduce el contenido en oxígeno de la atmósfera, mediante dilución, hasta un punto en que no puede continuar la combustión.

- Extinción por sofocación: Una parte del calor provocado por la oxidación del material combustible sirve para que el material sin quemar alcance su punto de ignición. Si la atmósfera que suministra oxígeno al fuego está diluida con vapores de dióxido de carbono, la velocidad de generación de calor se reduce hasta que sea menor que la velocidad de disipación. El fuego acaba por extinguirse cuando el combustible se enfría por debajo de su temperatura de ignición. Al actuar sobre el comburente, no es efectivo en productos que por si mismo son emisores de oxígeno. En los fuegos de clase A, se debe tener en cuenta que cuando se aplica CO₂ en bodegas o pañoles, el fuego no termina de sofocarse, avivándose a medida que se disipa la concentración de CO₂.
- Extinción por enfriamiento: Debido a las características físicas del CO₂ explicadas anteriormente, según la temperatura de almacenamiento, al descargarse proporcionará nieve carbónica, que tendrá un efecto enfriante. Por ejemplo, a una temperatura de almacenamiento de -20°C, produce un 45% de nieve carbónica con una capacidad de enfriamiento de 400KJ/Kg. Esta capacidad de enfriamiento es muy baja si la comparamos con la del agua, que a cero grados centígrados supone un total de 2.676 KJ/Kg aproximadamente.

Riesgos del CO₂

El uso de dióxido de carbono como agente extintor debe ir acompañado de un especial cuidado, ya que se trata de un gas que sustituye al oxígeno en la atmósfera y puede resultar letal. A continuación se explican los principales riesgos y precauciones del uso de este agente extintor.

- Toxicidad: Es un gas que es inodoro, no puede ser detectado por el olfato, lo que lo hace más peligroso. Para concentraciones de del 4% (40.000 ppm) aparecen molestias generalizadas, dolor de cabeza y vómitos. Por encima del 9% se pierde el conocimiento y aparece la asfixia por reducción de oxígeno provocando la muerte sin que nos demos cuenta. La exposición media máxima de exposición de un trabajador a este agente durante una jornada normal de 8 horas diarias no debe sobrepasar las 5.000 partes por millón. Se deberán emplear equipos de protección respiratoria en aquellas atmósferas en las que se haya vaciado CO₂.
- Quemaduras: En el proceso de vaporización del CO₂ se alcanzan temperaturas muy bajas, del orden de los -79°C, que pueden producir quemaduras en la piel. Por lo que se debe evitar el contacto con la nieve carbónica.
- Electrocuación: Como hemos comentado anteriormente, el dióxido de carbono no es conductor de la electricidad. Aunque cuando se condensa puede alcanzar cierta conductividad, por lo tanto su contacto con circuitos eléctricos puede dar lugar a una electrocuación. Se debe evitar su uso cerca de circuitos eléctricos.
- El dióxido de carbono no debe ser utilizado en lugares normalmente ocupados a no ser que se tomen las debidas medidas para garantizar la evacuación antes de que se produzca la descarga.

2.3.3 Polvos químicos secos

El polvo químico es un agente extintor eficaz contra fuegos de clase B, líquidos inflamables, también puede aplicarse contra algunos fuego de tipo eléctrico. Los polvos químicos secos más contra incendio más habituales son bicarbonato sódico (NaHCO_3) y fosfato monoamónico ($(\text{NH}_4) \text{H}_2 \text{PO}_4$). A estos elementos se les añade aditivos para mejorar su fluidez, su capacidad de almacenamiento y su repulsión al agua. Se recomienda una temperatura de almacenamiento inferior a los 49°C para asegurar la estabilidad. Las partículas deben tener una dimensiones entre las 20 y las 25 micras, donde su eficacia es mayor. Tienen la ventaja que no son polvos tóxicos y su manipulación no requiere una precaución especial, únicamente puede provocar algunas dificultades temporales de la respiración y de la visibilidad después de la descarga. Se debe evitar el contacto de estos productos con ácidos y acetonas. Antes de su utilización debemos tener en cuenta que su uso no crea atmósferas inertes duraderas en la zona del incendio y que tampoco extinguen fuegos que profundicen por debajo de la superficie.



Ilustración 7: Extintor móvil de polvo químico

Propiedades extintoras

- Extinción por sofocación: El polvo químico seco cuando reciben el calor del fuego se descompone en dióxido carbónico y en agua. El dióxido carbónico, como hemos explicado anteriormente, al igual que el agua, actúan sofocando el fuego. Sin embargo, estos gases no son un factor fundamental en la extinción. Sin embargo, estos gases no son un factor fundamental en la extinción. Cuando se descargan los polvos contra combustibles sólidos incendiados, el fosfato monoamónico se descompone, dejando un residuo pegajoso sobre el material incendiado. Este residuo aísla el material incandescente del oxígeno, extinguiendo así el fuego e impidiendo su reignición.
- Extinción por enfriamiento: La energía calorífica requerida para descomponer los polvos secos desempeña un papel primordial en la extinción, pero no se puede demostrar que la acción enfriadora de los polvos sea una razón importante en la extinción de los fuegos, para ello debería ser sensible al calor y absorber calor a fin de que sea químicamente activo.
- Apantallamiento de la radiación: La descarga del polvo seco produce una nube de polvo que se interpone entre la llama y el combustible con un poder reflectante muy elevado que protege eficazmente al usuario de la irradiación del fuego, lo que permite combatirlos desde muy cerca, con precisión y concentrando la potencia del aparato a los puntos que nos interese.
- Rotura de la reacción en cadena: En la zona de combustión se encuentran presentes radicales libre y que las reacciones de estas partículas entre sí son necesarias para que continúe la combustión. La descarga del polvo seco sobre las llamas impide que esas partículas reactivas se encuentren y continúe la combustión de a reacción en cadena.

2.3.4. Espumas

Las espumas que se usan como agente extintor consisten en una masa de burbujas rellenas de gas que se forman a partir de soluciones acuosas de agentes espumantes de distintas formulas. La densidad de la espuma es menor que la de la solución acuosa que la forma, y a su vez también es más ligera que los líquidos inflamables, lo que hace que flote sobre estos, creando una capa que los separa del aire y a su vez enfría. Su uso no es recomendable para fuegos eléctricos, ya que son conductoras. Las espumas son apropiadas para los fuegos de clase B (líquidos inflamables), y también para su utilización en los fuegos de clase A.

El coeficiente de expansión de la espuma es la relación entre el volumen final y el volumen original del espumante, en función de este coeficiente podemos clasificar las espumas en:

- Espumas de baja expansión: Son aquellas que tienen un coeficiente de expansión por debajo de 20:1. Su uso va dirigido a extinguir fuegos causados por derrames de líquidos inflamables o combustibles, o fuegos en depósitos, mediante la formación de una carga refrigerante. Su aplicación permite extinguir un fuego de manera progresiva. La capa de espuma que cubre el derrame del combustible impide la transmisión de vapor durante un tiempo, dejando de ser peligrosos y sin perjudicar el material con el que a entrado en contacto. Esta aplicación solo debe hacerse en derrames estáticos, aquellos que están contenidos en un superficie concreta, ya que su uso en derrames dinámicos (sin limitación de superficie), es contraproducente ya que favorece el desplazamiento del derrame.
- Espumas de alta expansión: Son espumas con un coeficiente de expansión entre 20 y 1000. Su uso va dirigido a rellenar espacios, como bodegas o sótanos, donde su acceso es difícil, ya que detienen la convección y el acceso de aire a la combustión. Las espumas de este tipo, con expansiones de 400 a 500 pueden emplearse para controlar fuegos de derrames de gas licuado y ayudan a dispersar la nube de vapor.



Ilustración 8: Uso de la espuma contra incendio

3. Sistemas fijos contra incendios por rociadores.

En este apartado, veremos cuáles son los principales elementos que forman los sistemas contra incendios por rociadores, centrándonos únicamente en los que participan en los sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua y su funcionamiento. La red contra incendios debe estar diseñada de tal manera que pueda ser operativa en las condiciones más adversas, como balances, cabeceos en los casos de los buques, o por movimientos sísmicos en caso de fábricas, también con componentes del circuito inutilizados y desde cualquier punto. Es por este motivo que los componentes deben tener unas características concretas que los hagan fiables a la hora de la verdad. Se omitirán de la explicación los equipos móviles de la red contra incendios (mangueras, racores, boquillas, eductores, etc.) puesto que no intervienen en el funcionamiento de la instalación que tratamos en el trabajo. Por tanto, empezamos la explicación de los sistemas fijos de extinción:

3.1. Sistemas de detección y alarma

Tienen el objetivo de descubrir rápidamente el incendio y transmitir la noticia para iniciar la extinción y la evacuación. Hay dos tipos:

- Detección humana: Se basa en la detección visual u olfativa del fuego, sin que intervengan medios mecánicos. Este tipo de detección está quedando en desuso a favor de la detección automática, ya que presenta varias desventajas, entre ellas que el fuego suele encontrarse en un importante grado de evolución, o que quién lo detecte no le da tiempo a avisarlo.
- Detección automática: permiten la detección y localización automática o semiautomática del fuego, accionando, opcionalmente, los sistemas fijos de extinción de incendios. Este tipo de detección presenta las ventajas de una mayor eficacia, ya que su sistema de alarma es inmediato en cuanto se detecta un conato de fuego, además permite vigilar zonas inaccesibles para la vigilancia humana. Hay varios sistemas automáticos de detección que a continuación nombraremos, todos deben contar con una fuente de alimentación y una unidad de control, lo que los hace diferentes son sus detectores.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Detectores térmicos: actúan por sensibilidad al calor del fuego.
 - Estáticos: actúan al alcanzar una temperatura predeterminada. Es necesario que la temperatura emitida por el fuego se transfiera al ambiente para que deforme la pieza que cierra el circuito eléctrico y active la alarma. Esto provoca cierto retardo en la detección del incendio.
 - Termovelocimétricos: miden la velocidad de crecimiento de la temperatura. Se puede regular su sensibilidad, lo que permite su uso en distintas zonas, normalmente para zonas expuestas a radiación su radiación. Según el método de funcionamiento pueden neumáticos, termoeléctricos o térmicos combinados.
- Detectores de llama: Detectan las radiaciones infrarrojas o ultravioletas que acompañan a las llamas. Eficaces para grandes superficies desprovistas de obstáculos. Tienen la desventaja de que pueden provocar falsas alarmas producidas por luces o reflejos.
- Detectores de humo: Detectan humos visibles. Se basan en la absorción de luz por los humos en la cámara de medida (oscurecimiento), o también en la difusión de luz por los humos (efecto Tyndall). Tienen el problema de las falsas alarmas creadas por polvo.
- Detectores de gases de combustión o iónicos: detectan tanto humos visibles como invisibles. Poseen dos cámaras, ionizadas por un elemento radioactivo, una de medida y otra estanca o cámara patrón. Una pequeña corriente de iones de oxígeno y nitrógeno los atraviesa, y al verse alterada por los gases de la combustión es cuando hace saltar la alarma.

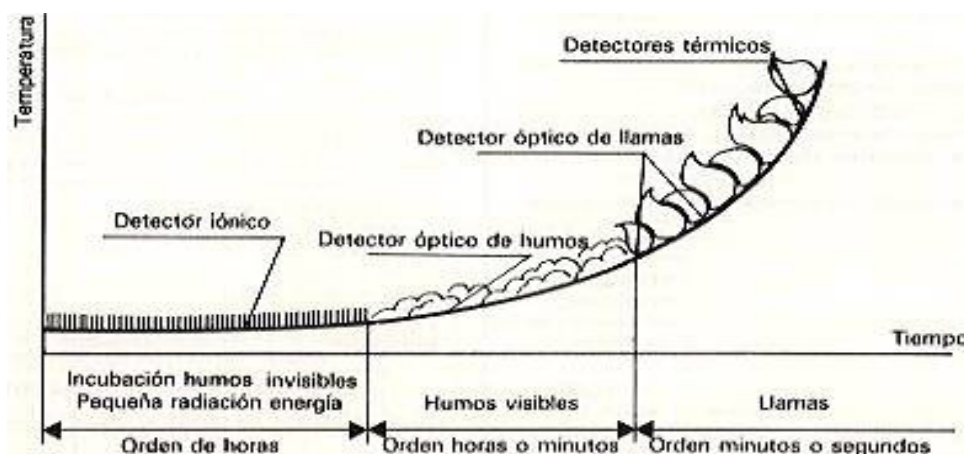


Ilustración 9: Gráfica de los distintos detectores disponibles

3.2 Bombas contra incendios

Las bombas contra incendio son las encargadas de suministrar la potencia para mover el agua a través de las tuberías a lo largo de todo el buque. En las instalaciones contra incendios, el tipo de bomba más utilizado es la centrífuga, por su solidez, fiabilidad y fácil mantenimiento. En el buque, normalmente la encontraremos en la sala de máquinas.

Podemos encontrar otros tipos de bombas hidráulicas, generalmente dividido en dos tipos: las bombas de desplazamiento positivo o volumétricas, que pueden ser de émbolo alternativo o rotativas, o las bombas rotodinámicas: donde aparte de la centrífuga encontramos las axiales o heliocentrífugas. Sea el que sea el tipo de bomba que tenga el buque, debemos de asegurarnos que si hay más de una, deben tener la mismas características de trabajo, sino mermaría la eficacia del sistema.

La característica principal de las bombas centrífugas es la de convertir la energía mecánica de una fuente de movimiento primero en energía cinética y después en energía de presión. Esta forma por un elemento estático, llamado carcasa y en el interior se encuentra el elemento dinamo-giratorio, formado por un impulsor o rodete. El rodete va unido solidariamente al eje y es la parte móvil de la bomba, que puede ser accionado por un motor eléctrico o de combustión interna. El giro del rodete aumenta la velocidad cinética del líquido dentro de la bomba, y gracias al efecto de la fuerza centrífuga que este produce, es proyectado hacia la zona externa de la bomba, de forma que abandonan el rodete hacia la carcasa a gran velocidad. En la carcasa se transforma parte de la energía dinámica adquirida en el rodete, en energía de presión, siendo lanzado el líquido por la tubería de impulsión. Este movimiento centrífugo, provoca al mismo tiempo una depresión capaz de aspirar el fluido que se debe bombear, en nuestro caso agua. La bomba contra incendios debe poder garantizar siempre que el agua llegue con la presión mínima establecida a todas las partes del buque o edificio, según la normativa que veremos más adelante.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

La carcasa de la bomba centrífuga debe disponer de una purga de aire, preferiblemente de acción automática. Una característica importante de este tipo de bombas es la relación entre el caudal y presión a velocidad constante, ya que al aumentar la presión, disminuye el caudal.



Ilustración 10: Bomba Centrífuga contra incendio

A parte de la bomba, o bombas contra incendios principales, el buque debe contar con una bomba de emergencia, que se usará en caso de que la principal este inutilizada. Esto puede ocurrir por varios motivos: inundación o incendio en la sala de máquinas, rotura de la línea principal contra incendios en la sala de máquinas. Esta bomba dispone de aspiración de mar independiente y de suministro eléctrico por medio del sistema principal o del sistema de emergencia, también se ha de poder accionar mediante un sistema manual. La capacidad de bombeo de las bombas de emergencia suele ser dos o tres veces menor que el de la principal.

3.3 Red de distribución del agua contra incendio

La red de distribución es la encargada de conducir el agua impulsada por las bombas contra incendio por todo los puntos del buque que se considere necesario, en nuestro caso hasta los sistemas fijos de agua.

La forman una tubería general que recorre todo el buque, y las ramificaciones, de menor caudal, que salen de esta para llegar a todas las partes. En un barco nos encontramos con dos tipos de sistemas de distribución, el sistema anular y el sistema radial, este último necesita de un cálculo hidráulico inicial para asegurar que los extremos más adecuados tengan el caudal y presiones requeridas. Los diámetros de las tuberías serán los suficiente para distribuir el caudal máximo que aporten las dos bombas contra incendio operando simultáneamente.

Es importante que la tubería general discurra lo más recta posible, a la vez que las ramificaciones que salgan de esta, sean perpendiculares y busquen también la línea recta. De este modo la pérdida de carga por rozamiento es menor.

Hay varios factores que pueden dañar la red de distribución de agua, uno de ellos es la corrosión sufrida por las condiciones agresivas del medio ambiente en que trabajan. El empleo de acero tratado adecuadamente y sin soldadura nos garantiza excelentes resistencias mecánicas, cualidades anticorrosivas y buena estanqueidad.

Otro factor dañino para las tuberías son los riesgos de helada en según que lugares o condiciones meteorológicas. Debemos tomar medidas para que la tubería no se vea dañada, bien manteniéndola seca (tubería seca) mediante válvulas de corte, o manteniendo una circulación de agua constante. Otra opción es la de calorificar los tramos. En función de si la tubería no contiene agua (tubería seca) o siempre esta llena de agua (tubería mojada) su funcionamiento variará. Se tratará este tema más adelante.

Por último, se deben instalar expansiones y dilatadores a lo largo de la instalación, para proteger la tubería de las deformaciones habituales por quebranto y arrufo, y las producidas por variaciones de volumen debido a frío o calor extremos.

Según la regla 12 del SOLAS, los sistemas automáticos de rociadores deben ser siempre de tubería mojada. Las características corrosivas del agua de mar hace que este sistema requiera la carga permanente del circuito con agua dulce y cierta autonomía adicional, que la suministra un tanque de presión con el volumen adecuado.

3.4 Válvulas

Las válvulas son dispositivos mecánicos que permiten iniciar, detener o regular el paso de agua por las tuberías. Podemos encontrar diferentes tipos, pero las más utilizadas son las de compuerta y las de mariposa.



Ilustración 12: Válvula de compuerta



Ilustración 11: Válvula de mariposa

Todo circuito de contar con una número de válvulas, que serán distribuidas según el propósito que se quiere lograr. En las bombas contra incendios, encontraremos las válvulas de corte, con la misión de controlar el agua en la aspiración y impulsión de la bomba, a la vez que la protege de un cambio en el sentido de la marcha cuando se interrumpe el funcionamiento. Esta válvula estará claramente indicada y será fácilmente accesible. A lo largo de la red distribución, encontramos las válvulas de seguridad, que alivian el sistema cuando la presión es superior a la de trabajo, y las válvulas de distribución o control, que se encargan de conducir los caudales de agua por los ramales del circuito allá donde deseemos. Esto nos permite mejorar la eficacia del sistema, y nos posibilita aislar un sector en caso de que tenga que ser reparado. Estas válvulas deben estar situadas en el exterior de los espacios protegidos.

3.5 Rociadores

Los rociadores contra incendios, en inglés llamados sprinklers, son los elementos encargados de aplicar el agua que les llega a través de la red de distribución sobre la zona del incendio. La forma de aplicar el agua puede ser mediante pulverización, de pantalla, o de cono variable. En cada caso, debemos tener en cuenta las especificaciones del fabricante sobre las superficies útiles y eficaces de cobertura a la hora de instalar los rociadores para que no haya zonas no cubiertas. La adecuada pulverización del agua por los rociadores optimiza el proceso de enfriamiento. Los podemos clasificar de la siguiente forma:

- Rociadores abiertos: Se usan principalmente en sistemas de tubería seca. La principal diferencia con los cerrados, es que no contienen elemento fusible, por tanto no realizan funciones detectoras. En su uso, se busca más una ayuda a modo de protección para los equipos de intervención que un trabajo de extinción.
- Rociadores cerrados: A diferencia de los abiertos, los rociadores cerrados contienen un tapón termosensible que está diseñado para destruirse a temperaturas predeterminadas, provocando en forma automática la liberación de un chorro de agua pulverizada. El elemento más corriente que se usa como detector es un bulbo de vidrio con un líquido en el interior. Cuando la temperatura aumenta, el líquido empieza a hervir y la presión de vapor que ejerce rompe el vidrio, liberándose el tapón y comienza a descargarse el agua. Otro tipo de rociador cerrado, son los de tipo fusible, placas soldadas que al verse afectadas por la temperatura se funden liberando los brazos que estaban a presión presionando la tapa de cierre que impedía el paso del agua.

La principal desventaja de este tipo de rociadores, es que una vez abierto, la única forma de pararlo es cerrando la válvula de suministro de la tubería.

Para facilitar el reconocimiento de las características de los fusibles, existe un código de colores para determinar la temperatura a la que se rompe la ampolla, y por tanto empieza a descargar agua.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

A continuación se muestra los diferentes colores que tendrá la ampolla en función de su temperatura de rotura:

Tipo de ampolla.	
Temperatura (°C)	Color de la ampolla
57	Naranja
68	Rojo
79	Amarillo
93	Verde
141	Azul
182	Violeta
204/260	Negro

Tabla 1. Relación entre las temperaturas de rotura de las ampollas y su color

Más allá del tipo de tubería que se utilice, mojada o seca, la NFPA (National Fire Protection Association) clasifica los sprinklers de la siguiente manera, según sus parámetros de funcionamiento:

- Sprinklers convencionales: producen la descarga en forma esférica, de tal forma que aproximadamente la mitad de la descarga va proyectada hacia el techo, y la otra mitad al suelo.
- Sprinklers domésticos: disponen de un deflector diseñado para producir gotas de pequeño y mediano tamaño, ya que los incendios domésticos no tienden a desarrollar llamas con una alta velocidad vertical.
- Sprinklers pulverizadores: Es el tipo de sprinkler más utilizado. El rociador descarga el 100% del agua sobre el suelo en forma de paraguas o semiesfera. Los deflectores están diseñados de tal manera que producen gotas de tres tamaños diferentes. Las gotas pequeñas ayudan a absorber el calor del fuego y enfrían las altas temperaturas del techo. Las de tamaño medio penetran por los extremos de la llama, dificultando su propagación. Y las gotas de gran tamaño penetran las llamas y enfrían el combustible de la base del incendio para controlarlo y suprimirlo. Existen cuatro tipos de rociadores pulverizadores, descritos a continuación:

- Sprinklers pulverizadores de respuesta estándar: son los convencionales, explicados en el párrafo anterior.
- Sprinklers pulverizadores de respuesta rápida: Su funcionamiento es el mismo que los de respuesta estándar, con la diferencia que el tiempo de respuesta que requieren es inferior. Su misión es reaccionar en fases más tempranas del fuego: por tanto en teoría se necesitarán menos rociadores operativos, una menor reserva de agua, y la tuberías pueden ser más pequeñas.
- Sprinklers de cobertura extendida: como los rociadores anteriores, estos también producen los tres tipos de gota. Sin embargo, éstos actúan sobre un área más amplia. Su uso esta dirigido sobre todo a grandes almacenes.
- Sprinklers de respuesta rápida y cobertura extendida: Como su propio nombre indica, estos rociadores reúnen las características de los dos rociadores explicados anteriormente.
- Sprinklers de gota gorda: Producen una gran número de gotas gordas, su objetivo es penetrar más fácilmente en el fuego y ayudar a controlarlo. Su uso esta pensado para lugares con alta densidad de almacenaje.
- Sprinklers de supresión temprana y respuesta rápida: Estos tipos de rociadores cumplen la misión de extinguir y suprimir cualquier incendio en su área de cobertura, siempre y cuando sea detectado cuando aún es pequeño. Producen una gran cantidad de gotas de gran tamaño y les proporciona una alta velocidad para asegurarse que llegan hasta la superficie base del incendio. Además de este aspecto, la respuesta rápida ayuda a extinguir por completo fuegos en sus primera fases.
- Sprinklers especiales: Aquellos rociadores que se diseñan e instalan para proteger lugares específicos. Los parámetros de diseño (grosor de la gota, geometría del deflector, tamaño de la boquilla) puede variar de unos a otros en función de las

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

necesidades particulares de cada tipo de instalación. Un ejemplo son los rociadores situados entre las estanterías de unos almacenes.

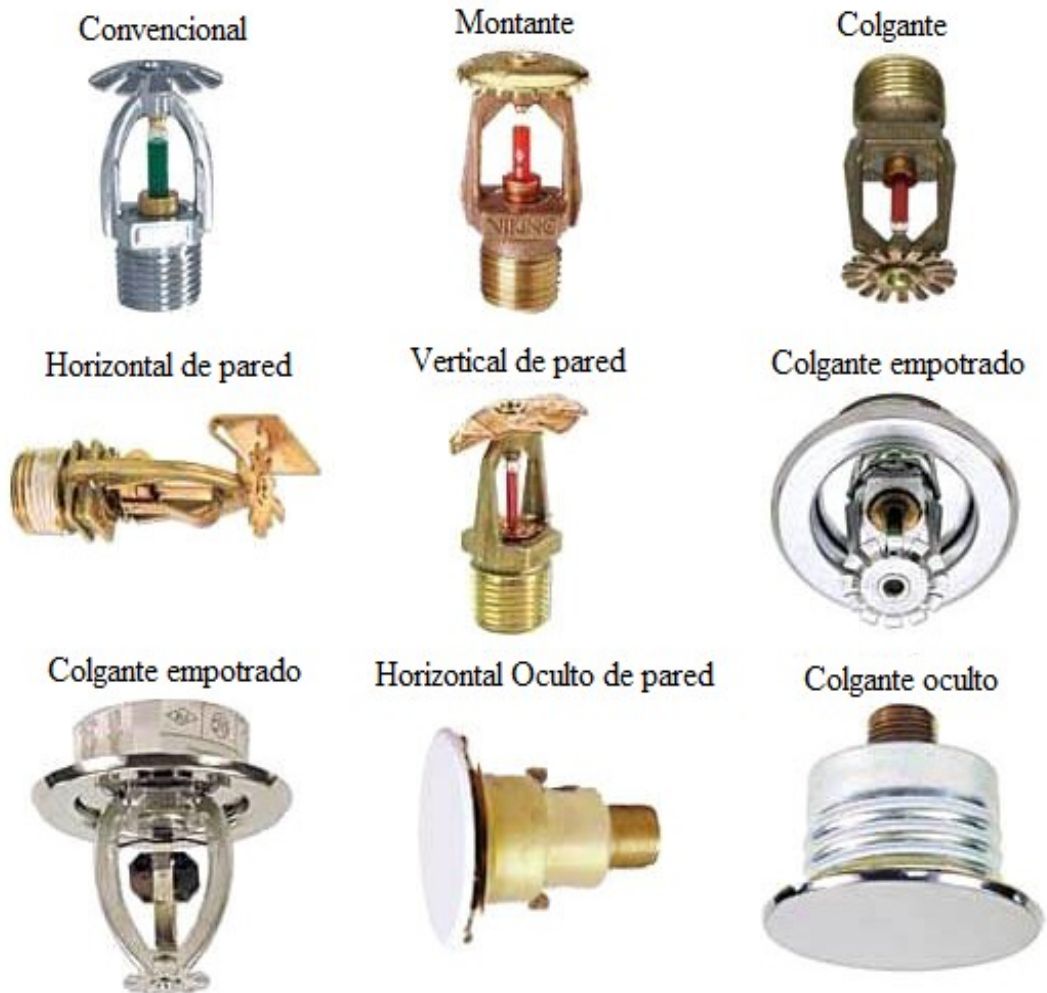


Ilustración 13: Distintos tipos de rociadores

3.6 Funcionamiento

El funcionamiento global de los sistemas de rociadores varía en función del tipo de tubería que se utiliza. A continuación se explican los dos tipos de instalaciones que nos podemos encontrar.

3.6.1 Instalaciones de tubería mojada.

Es el tipo de instalación más utilizado. El SOLAS obliga su uso en todos los buques, y por otra parte, la normativa que regula los sistemas de rociadores automáticos, la UNE EN 12845, recomienda su uso siempre que sea posible.

La característica principal de esta instalación, como su propio nombre indica, es que el interior de las tuberías que conforman el sistema están siempre llenas de agua. En el caso de los buques, este agua será dulce, para impedir que se formen incrustaciones de sal en las tuberías y en los rociadores y será proporcionada por un tanque de agua dulce destinado a tal propósito, explicado más adelante. En los locales industriales se da por hecho que el agua se que utiliza en la lucha contra incendio es agua dulce.

El uso de este tipo de instalaciones esta ligado al clima del entorno. No se deben usar este tipo de instalaciones en lugares con riesgo de heladas.

En los sistemas fijos de tubería mojada se utilizan rociadores cerrados automáticos. Además de actuar como elementos extintores, también funcionan como elementos detectores, y son los que activan el sistema.

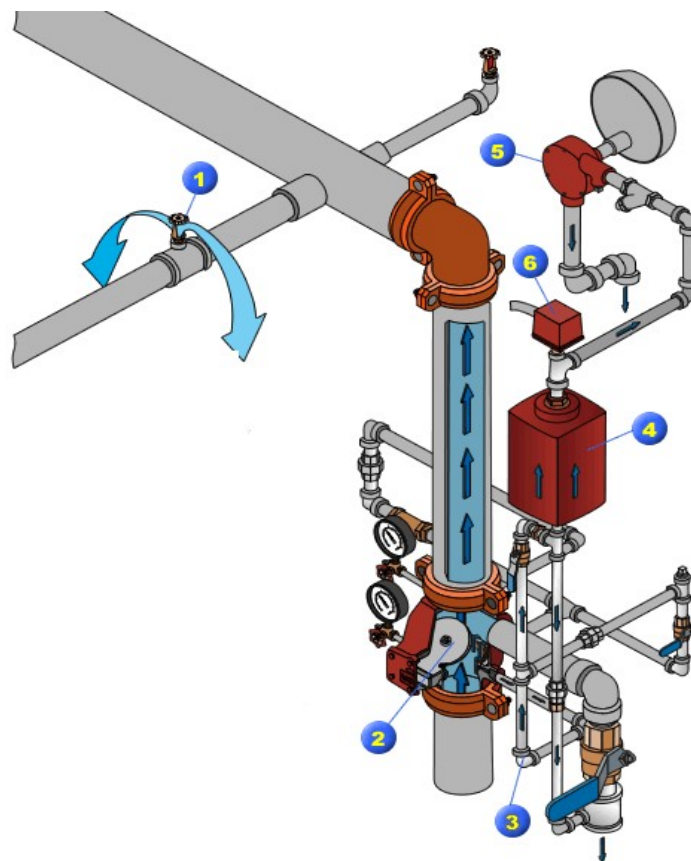


Ilustración 14: Instalación de tubería mojada

Cuando uno de estos rociadores (1) se abre debido a que el elemento fusible ha alcanzado la temperatura de rotura, el agua empieza a fluir y desciende la presión de la tubería. La clapeta de la válvula de alarma (2) se abre debido al flujo de agua, permitiendo la entrada de agua a presión en el circuito de alarma (3). El agua pasa por la cámara de retardo (4), que actúa acumulando las pequeñas cantidades de agua debidas a las variaciones de presión, previniendo de esta forma las falsas alarmas. De aquí se pasa a la alarma hidrodinámica (5) o al presostato (6) que activa una campana eléctrica de alarma. Las alarmas permanecen activadas hasta que manualmente se corta el paso del agua.

Este tipo de instalaciones las ventajas de tener un bajo coste de mantenimiento debido a la simplicidad del sistema. Como hemos visto, los propios rociadores son los que actúan como detectores, y la alarma está integrada dentro del sistema, por tanto no requiere una instalaciones de detectores o de alarmas independientes al propio sistema.

3.6.2 Instalaciones de tubería seca

Los sistemas de tubería seca son aquellos en que situaciones normales, la tubería no contiene agua, únicamente aire o nitrógeno. Este tipo de instalación esta dirigido especialmente a aquellos lugares en que el clima es duro y el riesgo de heladas es elevado, por lo que el uso de instalaciones de tubería mojada es arriesgado. En los buques, se admitirá este tipo de tubería a juicio de la Administración, sobretodo centrándose su uso en aquellos lugares de elevada temperatura. En función del tipo de rociador que se utilice, tendremos dos tipos de instalaciones de tubería seca:

Instalaciones de tubería seca con rociadores abiertos.

Las tuberías están vacías de agua, pero no presurizadas, ya que perderían la presión del aire por los rociadores, al estar abiertos. El paso de agua se realiza manualmente, accionando la válvula que de paso a la sección correspondiente. Este tipo de rociadores no actúan como elemento detector ni de alarma, por lo que requiere de la instalación de elementos detectores y de alarmas independientes.

Su utilización esta dirigida a zonas muy concretas. A continuación se explica su funcionamiento.

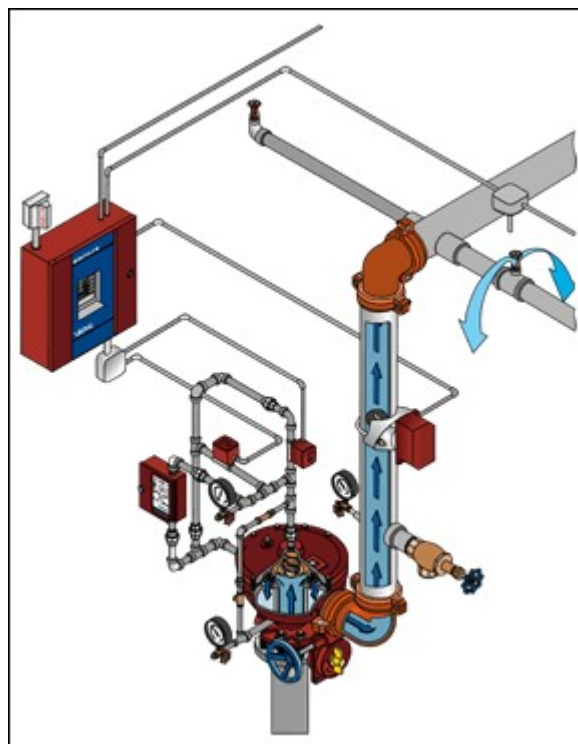


Ilustración 15: Instalación de tubería seca con rociadores abiertos

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

Cuando se dispara el elemento detector independiente (1) a la temperatura especificada, se liberará la presión del sistema de actuación neumática (2) de modo que disminuye la presión de la cámara de cebado (3) abriendo la válvula de diluvio. El paso del agua activa el presostato (4) que hace sonar la alarma eléctrica, mientras que llegará a todos los rociadores abiertos (5). Una vez se ha disparado el sistema, la válvula de corte de cebado (6) mantiene la cámara de cebado (3) sin presión.

Instalaciones de tubería seca con rociadores automáticos.

Como en el caso anterior, en situación normal, las tuberías están sin agua, pero con la diferencia de que están presurizadas con aire o nitrógeno. Se usarán rociadores del mismo tipo que en las instalaciones de tubería mojada, elementos que a su vez actuarán como detectores.

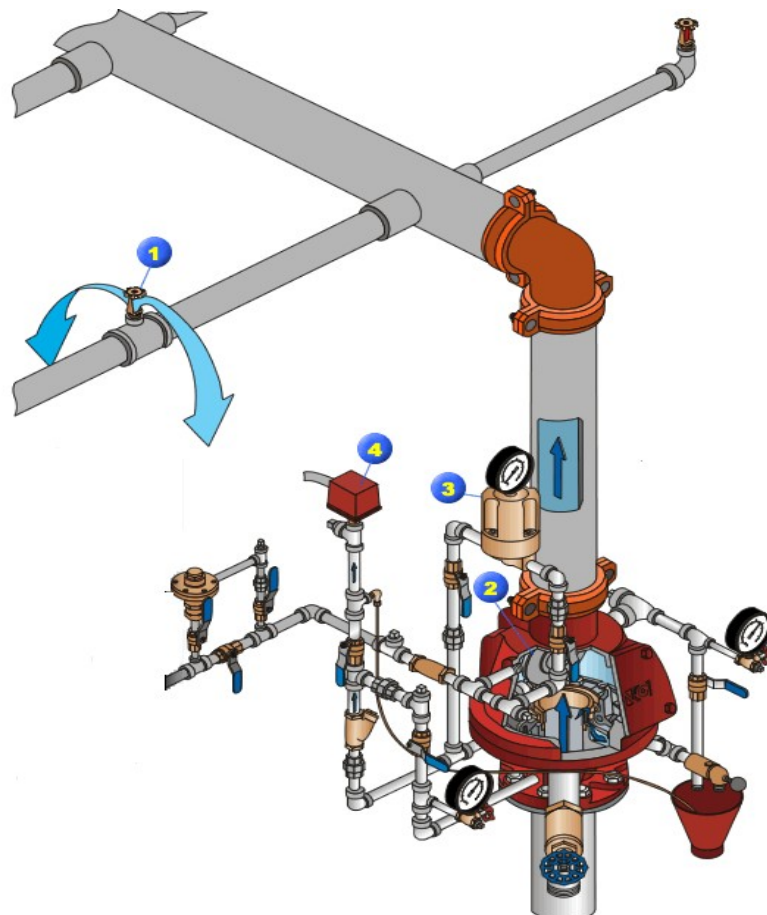


Ilustración 16: Instalación de tubería seca con rociadores cerrados

En caso de incendio, el elemento fusible del rociador (1) se romperá al llegar a la temperatura especificada haciendo que se despresurice la tubería. En este instante, al bajar la presión hasta el punto de disparo de la clapeta de la válvula seca (2), ésta se levanta permitiendo el paso del agua hacia las tuberías y los dispositivos de alarma. Para cortar el paso del agua, se tendrá que actuar sobre la válvula de seccionamiento. En grandes sistemas contra incendios es habitual encontrar un acelerador (3) para aumentar la velocidad de apertura de la válvula.

3.7 Diferencia de los sistemas

3.7.1 Captadores

Son los encargados de abastecer a las bombas contra incendio de agua de mar. El número de captadores que tengamos será el mismo que el número de bombas que el buque deba llevar por normativa, y deberán ir protegidas por rejillas fácilmente limpiables que impidan que entren partículas dentro del circuito. Los captadores estarán situados de tal manera que en cualquier circunstancia de carga del buque quedará sumergida bajo la línea de flotación, y no quedarán próximas a otros orificios de captación que puedan producir turbulencia y mermar la eficacia de captación de la bomba.

El mar es una fuente inagotable de agua para el sistema contra incendio, pero hay ocasiones en que la situación del buque mermará la disponibilidad de ésta. La navegación por río puede obstruir los captadores, ya que puede arrastrar al interior del circuito materiales y productos que disminuyan la eficacia del sistema. Sin embargo, todavía es peor en los casos en que el buque, debido a las mareas y dársenas de poco calado, descansa sobre el fondo de su atraque, inutilizando totalmente la aspiración de las bombas. En estos casos, y en los casos en el que el buque se encuentra en astilleros, debe contar en todo momento con un sistema de protección de incendios, ya que en los trabajos de corte, soldadura, etc. existe un riesgo permanente de incendio. En la mayoría de ocasiones se depende de un abastecimiento de agua exterior, que se realizara mediante una conexión internacional a tierra.

4. Normativa contra incendios de los buques.

4.1 General

El Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en la mar (SOLAS) es el tratado más importante que regula la seguridad de los buques y es regulado por la Organización Marítima Internacional (IMO). El SOLAS contiene un capítulo específico dedicado a la construcción, prevención, detección y extinción de incendios, más concretamente, es la regla 10 de este capítulo la que trata sobre los sistemas de extinción de incendios por rociadores. Para complementar esta normativa, el Comité de Seguridad Marítima (MSC) adoptó el Código Internacional de Sistemas de Seguridad Contra Incendios (Código SSCI o FSS code) como obligatorio cumplimiento para complementar los sistemas contra incendios prescritos en el SOLAS.

De acuerdo con la regla 10 del capítulo II-2 del SOLAS, los sistemas de extinción de incendios por aspersión de agua a presión, serán considerados como un tipo de sistema fijo de extinción de incendio, y por tanto será obligatorio su uso, o el de otro aprobado por el SOLAS, en los siguientes espacios:

- Espacios de máquinas que contienen calderas alimentadas con combustible líquido o instalaciones de combustible líquido. Si las cámaras de máquinas y las de calderas no están completamente separadas entre sí, serán consideradas como un solo compartimiento.
- Espacios de máquinas que contienen motores de combustión interna.
- Espacios de máquinas que contienen turbinas de vapor o máquinas de vapor de cárter cerrado con una potencia total superior a 375 kW.
 - Sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local. El accionamiento del sistema de aplicación local dará alarma visual y audible en el espacio protegido y en puestos con dotación permanente. El alarma indicará qué sistema está activado. Deberán proteger las siguientes zonas sin que sea necesario parar las máquinas, evacuar el personal o cerrar herméticamente el espacio:

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Las partes con riesgo de incendio de las máquinas de combustión interna utilizadas para la principal propulsión del buque y la producción de energía.
 - La parte delantera de las calderas.
 - Las partes con riesgo de incendio de los incineradores.
 - Los purificadores de fueloil calentado.
- En los puestos de control, espacios de alojamiento y espacios de servicio. Los buques que hayan adoptado el modelo IIC, deberán cumplir con lo siguiente:
 - Habrá un sistema automático de rociadores, detección de incendios y alarma contra incendios de tipo aprobado que cumpla las prescripciones pertinentes del Código de sistemas de seguridad contra incendios instalado y dispuesto de manera que proteja los espacios de alojamiento, las cocinas y otros espacios de servicio, salvo los que no presenten un verdadero riesgo de incendio, tales como espacios perdidos, locales sanitarios, etc. Además, habrá un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contra incendios instalado y dispuesto de manera que permita detectar la presencia de humo en todos los pasillos, las escaleras y las vías de evacuación en el interior de los espacios de alojamiento.
 - Espacios que contienen líquidos inflamables: pañoles de pintura

A continuación se mostrarán las reglas más importantes que deben cumplir los diferentes componentes que forman un sistema contra incendios por agua.

4.2 Bombas contra incendios

- Las bombas sanitarias, las de lastre, las de sentina y las de servicios generales podrán ser consideradas como bombas contra incendios siempre que no se utilicen normalmente para bombear combustibles, y que si se destinan de vez en cuando a trasvasar o elevar combustible líquido, estén dotadas de los dispositivos de cambios apropiados.
- El número mínimo de bombas contra incendios será de al menos dos, que estarán situadas en espacios separados, de tal forma que un incendio en cualquiera de esos espacios no deje fuera de servicio todas las bombas dejando al buque sin protección.
- Las bombas contra incendios requeridas deberán poder suministrar para fines de extinción, a la presión estipulada de 0.27N/mm^2 el caudal de agua siguiente:
 - Que exceda al menos en cuatro tercios el caudal que, según la regla II-1/21, debe evacuar cada una de las bombas de sentina independientes de un buque de pasaje de las mismas dimensiones cuando se la utilice en operaciones de achique, aunque no será necesario que en ningún buque de carga la capacidad total exigida de las bombas contra incendios exceda de $180\text{ m}^3/\text{h}$.
- Cada una de las bombas contra incendios prescritas tendrá una capacidad no inferior 80% de la capacidad total exigida dividida por el número mínimo de bombas contra incendios prescritas, que nunca será de menos de $25\text{ m}^3/\text{h}$.
- Se instalará una bomba motorizada independiente, destinada exclusivamente a mantener automáticamente la descarga continua de agua de los rociadores. La bomba comenzará a funcionar automáticamente al producirse un descenso de presión en el sistema, antes de que la carga permanente de agua dulce del tanque a presión se haya agotado completamente.
 - Para asegurar la confiabilidad del sistema, debemos contar con una bomba secundaria. Esta bomba secundaria podrá ser la bomba que abastezca la tubería principal de incendios, siempre que pueda cumplir con los requisitos de la demanda de presión y flujo de los rociadores e hidrantes simultáneamente. Además de que

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

pueda arrancar automáticamente en caso de que la bomba de rociadores falle.

- La bomba y el sistema de tuberías tendrán la capacidad adecuada para mantener la presión necesaria al nivel del rociador más alto, de modo que se asegure un suministro continuo de agua en cantidad suficiente para cubrir un área mínima de 280 m² al régimen de aplicación especificado en el párrafo 2.5.2.3.(5 l/m²/min).
- La NFPA (National Fire Protection Association) aconseja que la parada de las bombas se realice manualmente, para garantizar la total extinción del fuego.
- Se instalará un tanque de presión que contenga permanentemente una carga de agua dulce equivalente a la que descargaría en un minuto las bombas contra incendios:

$$5 \text{ L/m}^2/\text{min} \times 280\text{m}^2 = 1.400 \text{ L}$$

Dicho tanque tendrá un volumen como mínimo igual al doble de la carga de agua especificada anteriormente. La instalación será tal que en el tanque se mantenga una presión de aire suficiente para asegurar que, cuando se haya utilizado el agua dulce almacenada en él, la presión no sea menor en el sistema que la presión de trabajo del rociador más la presión ejercida por una columna de agua medida desde el fondo del tanque hasta el rociador más alto del sistema.

- El grupo de bombeo estará situado en compartimentos estancos, alimentadas por un generador de emergencia situado por encima de la cubierta de cierre y a popa del mamparo de colisión. Se aconseja que este situada a popa, totalmente protegida, con acceso directo y razonablemente alejada de todo espacio con maquinaria de Categoría A.
- Habrá por lo menos dos fuentes de suministro de energía para la bomba de agua de mar y el sistema automático de detección y alarma. Si la bomba es de accionamiento eléctrico, estará conectada a la fuente de energía eléctrica principal, que podrá estar alimentada, como mínimo, por dos generadores. Los alimentadores no atravesarán cocinas, espacios de máquinas ni otros espacios cerrados que presenten un elevado riesgo de incendio, salvo en la medida en que sea necesario para llegar a los cuadros de distribución correspondientes. Una de las fuentes de suministro de energía para el sistema de detección y alarma será una fuente

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

de emergencia. Si una de las fuentes de energía para accionar la bomba es un motor de combustión interna, estará situado de modo que un incendio en un espacio protegido no dificulte el suministro de aire.

- Si un incendio declarado en un compartimiento cualquiera puede inutilizar todas las bombas, habrá otro medio consistente en una bomba contra incendios de emergencia que cumpla lo dispuesto en el Código de sistemas de seguridad contra incendios y con su fuente de energía y conexión al mar situadas fuera del espacio donde se encuentran las bombas contra incendios principales o sus fuentes de energía. La bomba de emergencia deberá cumplir con las siguientes prescripciones:
 - El espacio en que se halle la bomba contra incendios no estará contiguo a los mamparos límite de los espacios de categoría A para máquinas o de aquellos espacios en que se encuentren las bombas contra incendios principales.
 - No se permitirá el acceso directo entre el espacio de máquinas y el espacio en que vaya instalada la bomba contra incendios de emergencia y su fuente de energía. Cuando esto no sea posible, se dispondrá un segundo medio de acceso al espacio en que vaya instalada la bomba de emergencia contra incendios y su fuente de energía.
 - Los medios de ventilación del espacio en que se halle la fuente independiente de energía de la bomba contra incendios de emergencia serán tales que, en la medida de lo posible, quede excluida la posibilidad de que el humo de un incendio declarado en un espacio de máquinas penetre en el espacio en que se halle dicha fuente de energía o sea aspirado hacia él.
- La bomba de los rociadores y el tanque correspondiente estarán situados en un lugar suficientemente alejado de cualquier espacio de máquinas de categoría A y fuera de todo espacio que haya de estar protegido por el sistema de rociadores.

4.3 Tuberías

- Las tuberías de rociadores no se utilizarán para ningún otro fin.
- Los sistemas automáticos de rociadores serán del tipo de tuberías llenas, aunque pequeñas secciones no protegidas podrán ser del tipo de tuberías vacías si la Administración estima necesaria esta precaución.
- No se emplearán materiales que el calor inutilice fácilmente, a menos que estén convenientemente protegidos. Se recomienda acero estriado y galvanizado. Aceptado cualquier material de la lista 2-3.1 del código 13 NFPA excepto el el Metal de relleno para Soldadura Fuerte. Si están expuestos a la mar, los materiales deben estar protegidos de la corrosión.
- Cuando los materiales ferrosos estén expuestos al agua de mar, los materiales deben estar protegidos de la corrosión por galvanización por inmersión en caliente o mediante el uso de un material de espesor extra pesado. No se aceptará como material para tuberías el Metal de relleno para Soldadura Fuerte.
- No se permiten sistemas de circulación en circuitos cerrado.
- Las tuberías y bocas contra incendios estarán situadas de modo que se les puedan acoplar fácilmente las mangueras.
- Las tuberías del sistema de rociadores no deben utilizarse para alimentar conexiones para mangueras ni conexiones para el uso de mangueras de bomberos.
- La disposición de las tuberías y bocas contra incendios será tal que se evite la posibilidad de su congelación.
- Todas las tuberías principales dispondrán de medios adecuados de drenaje.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- El diámetro del colector y de las tuberías contra incendios será suficiente para la distribución eficaz de un caudal de agua de 140 m³/h.
- Se proveerán medios que impidan la entrada de agua de mar en el tanque.
- La red contra incendios debe pasar la siguiente prueba hidrostática que garantice su eficacia y estanqueidad:
 - Soportar durante dos horas una presión no inferior a 14 Kg/cm², la presión máxima de trabajo más 3.5 kg/cm²

4.4 Válvulas

- Desde una estación central de seguridad debe supervisarse que todas las válvulas indicadoras de alimentación y de control zonal se encuentren abiertas.
- Todas las válvulas que controlen las conexiones para abastecimiento de agua y conexiones para las tuberías de abastecimiento de rociadores, deben ser válvulas indicadoras listadas. No deben cerrar en menos de 5s, a velocidad máxima posible y estando totalmente abiertas.
- Cada sección de rociadores podrá quedar aislada mediante una sola válvula de cierre. La válvula de cierre de cada sección será fácilmente accesible y estará situada fuera de la sección correspondiente o en taquillas ubicadas en los troncos de escalera, y su ubicación estará indicada de modo claro y permanente. Se dispondrán los medios necesarios para impedir el accionamiento de las válvulas de cierre por personas no autorizadas.
- En la válvula de cierre de cada sección y en un puesto central se instalará un manómetro que indique la presión del sistema.
- El sistema de rociadores estará conectado al colector contra incendios del buque por medio de una válvula de retención con cierre de rosca, colocada en la conexión, que impida el retorno del agua desde el sistema hacia el colector.
- Se dispondrá de una válvula de prueba para comprobar la alarma automática de cada sección de rociadores descargando una cantidad de agua equivalente a la de un rociador en funcionamiento. La válvula de prueba de cada sección estará situada cerca de la de cierre de esa sección.
- Las válvulas de aislamiento destinadas a separar del resto del colector contra incendios la sección de éste situada dentro del espacio de máquinas en que se hallen la bomba o las bombas principales contra incendios, se instalarán en un punto fácilmente accesible y a salvo de riesgos fuera de los espacios de máquinas.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Se instalarán válvulas de aislamiento en todos los ramales del colector contra incendios en cubierta expuesta que se utilicen para un propósito distinto de la lucha contra incendios
- cuando las válvulas de aislamiento estén cerradas pueda suministrarse agua a todas las bocas contra incendios del buque, excepto a las del espacio de máquinas antes citado, por medio de otra bomba contra incendios o mediante una bomba de emergencia contra incendios
- Se instalará una válvula por cada manguera contra incendios.
- Debe proporcionarse válvulas de alivio en todos los sistemas de tubería mojada. La línea de drenaje descargará en sentinas, o al mar, siempre que no contenga partículas que puedan dañar el medio ambiente.
- Se instalarán válvulas de desahogo para todas las bombas contra incendios si éstas pueden desarrollar una presión que exceda de la prevista para las tuberías, bocas contra incendios y mangueras. La ubicación y el ajuste de estas válvulas serán tales que impidan que la presión sea excesiva en cualquier parte del sistema del colector contra incendios
- En los buques tanque se instalarán válvulas de aislamiento en el colector contra incendios frente a la toldilla, situándolas en un emplazamiento protegido y en la cubierta de tanques a intervalos de 40 m como máximo, a fin de preservar la integridad del sistema del colector en caso de incendio o explosión.

4.5 Rociadores

- Los rociadores serán resistentes a la corrosión del aire marino. En los espacios de alojamiento y de servicio los rociadores empezarán a funcionar cuando se alcance una temperatura comprendida entre 68°C y 79°C. En los lugares, en los que cabe esperar una temperatura ambiente elevada, la temperatura a la cual empezarán a funcionar los rociadores se podrá aumentar hasta 30°C por encima de la máxima prevista para la parte superior del local de que se trate.
- Se proveerán cabezales rociadores de respeto para todos los tipos y regímenes que haya instalados en el buque, según se indica a continuación:

Cantidad total de cabezales	Número de cabezales de respeto
< 300	6
de 300 a 1000	12
> 1000	24

Tabla 2. Número de rociadores de respeto.

- Los rociadores estarán agrupados en secciones separadas, con un máximo de 200 rociadores por sección.
- Todo sistema automático de rociadores, detección de incendios y alarma contra incendios prescrito podrá entrar en acción en cualquier momento sin necesidad de que la tripulación lo ponga en funcionamiento.
- El sistema de rociadores podrá descargar continuamente el agente extintor a base de agua durante un tiempo mínimo de 30 min.
- El sistema y su equipo estarán proyectados de modo que puedan soportar los cambios de temperatura ambiente, vibraciones, humedad, golpes y corrosión.
- El sistema estará dotado de una entrada de mar permanente y podrá funcionar continuamente utilizando agua de mar. (abastecimiento)

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Los rociadores automáticos empezarán a funcionar en el intervalo de temperatura siguiente:

$$X \pm (0,035X + 0,62)^{\circ}\text{C}$$

Donde

X es la temperatura nominal de accionamiento

- La constante de flujo K para las boquillas viene dada por la formula:

$$K = Q / p^{0,5}$$

Donde:

p es la presión en bares

Q es la velocidad de flujo en litros por minuto

- Se dispondrá de medios para comprobar el funcionamiento automático del sistema a fin de garantizar la presión y el caudal requeridos.
- Cada sección de rociadores contará con los medios necesarios para dar automáticamente señales de alarma visuales y acústicas en uno o más indicadores cuando un rociador entre en acción. Dichos indicadores señalarán en que sección servida por el sistema se ha declarado el incendio, y estarán centralizados en el puente de navegación o en el puesto central de control con dotación permanente. Debe darse una señal audible dentro de los 30 segundos siguientes al flujo de agua.
- En el emplazamiento correspondiente a uno de los indicadores mencionados en el párrafo anterior habrá interruptores para comprobar la alarma y los indicadores de cada sección de rociadores.
- Los rociadores irán colocados en la parte superior y espaciados según una disposición apropiada para mantener un régimen medio de aplicación de $5 \text{ l/m}^2/\text{min}$, como mínimo, sobre el área nominal de la zona protegida.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- No se requerirán rociadores en los conductos verticales utilizados como ductos eléctricos, de tuberías o como conductos, que sean inaccesibles e incombustibles y se encuentren encerrados en un espacio clase A (resistencia de una hora al fuego y humos).
- Los cerramientos de escaleras deben estar totalmente protegidos por rociadores.
- Deben instalarse rociadores en los módulos de baño construidos con materiales combustibles, independientemente de la carga de fuego del recinto.
- Junto a cada indicador habrá una lista o un plano que muestre los espacios protegidos y la posición de la zona con respecto a cada sección. Se dispondrá de instrucciones adecuadas para las pruebas y operaciones de mantenimiento.
- El diámetro de los orificios de los rociadores no debe ser menor a 9.6 milímetros.
- Los rociadores deben poseer un coeficiente de descarga mayor a 2,9.
- La presión mínima de operación de cualquiera de los rociadores debe ser de 0,689 bars.

5. Normativa contra incendios en locales industriales

5.1 General

El Real Decreto 1945/1993 del 5 de Noviembre sobre instalaciones de protección contra incendios, considera el sistema de extinción por rociadores automáticos de agua como un sistema fijo de extinción, y nos informa que las normativas que la rigen son las siguientes: UNE 23.590, UNE 23.591, UNE 23.592, UNE 23.593, UNE 23.594, UNE 23.596 y UNE 23.597. Estas normativas quedaron anuladas en 2004 cuando entro en vigor la normativa UNE EN 12845, que las reemplaza. Esta normativa divide los distintos locales industriales de acuerdo al anexo II de este trabajo. Se analizará y comparará la normativa teniendo en cuenta las características de la fábrica de este trabajo, con una clase de Riesgo Ordinario (RO).

El sistema de extinción por rociadores automáticos no debe ser empleado en los siguiente casos:

- Silos o contenedores que contienen sustancias que se expanden en contacto con el agua.
- Cerca de altos hornos y hornos industriales, baños de sal, cucharas de fundición o equipos similares si el uso del agua para extinguir un incendio tendería a aumentar el riesgo.
- Zonas, salas o lugares donde el agua descargada de un rociador podría presentar un riesgo.

A continuación estudiaremos la normativa que rige a cada uno de los componentes de un sistema de extinción por rociadores automáticos:

5.2 Bombas

- La bomba debe tener una curva H (Q) estable, es decir una curva en la que coincidan la presión máxima y la presión a válvula cerrada, y en que la presión total caiga de manera continua a medida que aumente el caudal.
- Siempre que sea posible, se usarán bombas centrífugas horizontales instaladas en carga
- Si se dispone de más de una bomba, deben tener características compatibles y deben ser capaces de funcionar en paralelo a cualquier caudal.
 - Si hay instaladas dos bombas, cada una debe ser capaz de suministrar los caudales y presiones requeridos independientemente. Si se instalan tres bombas, cada una debe ser capaz de suministrar al menos el 50% del caudal requerido a la presión requerida.
- La densidad de diseño (caudal/ m²) no debe ser menor a 5,0 l/m²/min para RO4 para un área de operación de 360 m²
- Debe ser capaz de suministrar los caudales y presiones especificados en la siguiente tabla en cada puesto de control.

Clase de riesgo	Caudal l/min	Presión en el puesto De control bar	Caudal de demanda Máxima l/min	Presión en el puesto De control bar
RO3 Seco y alterno RO4 Mojado y acción previa	1800	2,0 + <i>ps</i>	2100	1,5 + <i>ps</i>

Tabla 3. Presiones y caudales mínimos para cada puesto de control

- *Ps* es la pérdida de presión estática debida a la altura del rociador más alto de la configuración por encima del manómetro C del puesto de control, en Bar.
- Los grupos de bombeo deben ubicarse en un compartimento con resistencia al fuego no inferior a 60 min, que no se use para ningún otro fin que la protección contra incendios. Debe cumplir con las siguientes condiciones:
 - Este compartimento debe estar protegido por rociadores.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- La sala de bombas debe mantenerse a una temperatura igual o superior a:
 - 4°C para grupos eléctricos.
 - 10°C para grupos diésel.
- Estas salas deben estar provistas de una ventilación adecuada a las recomendaciones del fabricante.
- El diámetro del tubo de aspiración debe ser igual o superior a 65mm, y ser suficiente para que no se supere una velocidad de 1.8 m/s con la bomba funcionando a su capacidad de demanda máxima.
- Cada bomba debe disponer de un sistema independiente de cebado automático. El depósito, la bomba y la tubería de aspiración deben mantenerse llenos de agua permanentemente.
 - Capacidad mínima del depósito: 500 L,
 - Diámetro mínimo de tubo de cebado: 50 mm.
- Si las bombas succionan agua de un depósito, deben tener las características de los sistemas precalculados especificadas en la siguiente tabla:

Clase de riesgo	Altura de Rociadores h por Encima del puesto o Puestos de control M	Datos nominales		Características			
		Presión Bar	Caudal l/min	Presión Bar	Caudal l/min	Presión Bar	Caudal l/min
RO3 seco o alterno RO4 mojado o acción previa	$H \leq 15$	1,9	2650	3,0	2100	3,5	1800
	$15 < H \leq 30$	2,4	3050	4,5	2100	5,0	1800
	$30 < H \leq 45$	3,0	3350	6,0	2100	6,5	1800

Tabla 4. Características para sistemas precalculados que succionan agua de un depósito.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Se deben instalar dos presostatos para el arranque de cada grupo de bombeo.
 - El primer grupo de bombeo debe arrancar automáticamente cuando la presión en el colector general caiga a un valor no inferior a $0,8p$ donde p es la presión a válvula cerrada. Si hay dos grupos, el segundo deberá arrancar antes de que la presión caiga a un valor no inferior a $0.6p$. Una vez arrancados, deben continuar funcionando hasta que se pare manualmente.

- Deben tener motores eléctricos o diésel que sean capaces de suministrar como mínimo la potencia requerida en el punto máximo de la curva de potencia. Estos deberán, cumplir con lo siguiente:
 - Grupos de bombeo eléctrico:
 - El suministro eléctrico debe estar disponible permanentemente.

 - El suministro al cuadro de arranque debe estar destinado exclusivamente para el sistema de bombeo contra incendios y ser independiente de cualquier otra conexión.

 - Los interruptores principales de la propiedad deben estar situados en un compartimento a prueba de fuego usado únicamente para el suministro de potencia eléctrica.

 - El cuadro de arranque debe estar en la misma sala que el motor eléctrico y la bomba. Debe permitir el arranque automático del motor al recibir una señal de los presostatos y el arranque manual, mientras que la parada del motor solo podrá hacerse manualmente.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Grupos de bombeo diésel:
 - Debe ser capaz de funcionar continuamente a plena carga con una potencia nominal continua de acuerdo a la norma ISO 3046.
 - La bomba debe estar en pleno funcionamiento antes de que hayan transcurrido 15 s desde el principio de la secuencia de arranque.
 - El arranque automático y el funcionamiento del grupo de bombeo no deben depender de ninguna fuente de energía que no sea del motor y sus baterías.
 - El motor debe ser capaz de arrancar a una temperatura de 5°C en la sala de motores.
 - El sistema de refrigeración del motor debe ser por ventilador o por agua tomada de la propia bomba.
 - La entrada de aire al motor debe estar provista de un filtro adecuado.
 - El depósito de combustible debe ser de acero soldado y debe tener una capacidad suficiente para que el motor pueda funcionar a plena carga durante 4h para RO (Riesgos Ordinario).
 - Debe permitir el arranque automático del motor al recibir una señal de los presostatos y el arranque manual, mientras que la parada del motor solo podrá hacerse anualmente.
 - La tensión nominal de las baterías y del motor de arranque no será inferior a 12 V.

5.3 Tuberías

- Las instalaciones mojadas estarán permanentemente presurizadas. No se instalará en edificios donde la temperatura ambiente pueda superar los 95°C o exista la posibilidad de daños por hielo, a menos que la sección con riesgo de helada cuente con:
 - Protección por líquido anticongelante: el número de rociadores por sección de tubería con anticongelante no debe ser superior a 20.
 - Protección por calorifugación eléctrica: debe ser capaz de mantener la temperatura de ella tubería a 4°C o superior. Se deberá supervisar el sistema de calorifugación contra fallos de la fuente de energía.

- Se recomiendan los siguientes tipos de tubería: fundición gris, fundición dúctil, cemento centrifugado, fibra de vidrio reforzado, polietileno de alta densidad. Aunque será aceptado cualquier material que salga en la lista 2-3.1 del código 13 de la NFPA.

- La superficie máxima controlada por un solo puesto de control mojado no debe superar los 12.000 m².

- La velocidad no debe superar los 6 m/s en cualquier válvula, dispositivos de control de caudal o filtro, y de 10m/s en cualquier otro punto del sistema.

- El diámetro de los debe determinarse por uno de los siguiente métodos:
 - Sistemas calculados, donde todos los diámetros se determinan por cálculo hidráulico.

 - Sistemas precalculados, donde una parte de los diámetros se especifica en tablas y el resto de calcula:
 - Los diámetros de tubo entre el punto de diseño más lejano de la instalación y el puesto de control deben garantizar que la pérdida de carga total debida a la fricción con un caudal de 1000 l /min no sea superior a 0,5 bar.

 - Ningún diámetro de tubería será inferior a 20 mm para Riesgo Ordinario

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Para los diámetros de los ramales se deben usar la siguiente tabla:

Ramales	Alimentación	Diámetro Mm	Número máximo de Rociadores Alimentados
En el extremo lejano de cada colector - dos últimos ramales	Lateral con 2 rociadores	25	1
		32	2
3 últimos ramales	Lateral con 3 rociadores	25	2
		32	3
Último ramal	Otras	25	2
		32	3
		40	4
		50	9
Otros	Todas	25	3
		32	4
		40	6
		50	9

Tabla 5. Diámetros de los ramales

- Para los diámetros del colector se deben usar la siguiente tabla.

Colectores	Alimentación	Diámetro Mm	Número máximo de Rociadores Alimentados	
En los extremos del sistema	Lateral con 2 rociadores	32	2	
		40	4	
		50	8	
		65	16	
	Otras		32	3
			40	6
			50	9
			65	18

Tabla 6. diámetros del colector

- El punto de diseño debe situarse aguas abajo de punto de conexión del colector al ramal.

- Cálculo de pérdidas de carga en tubería:
 - Pérdida por fricción:

$$p = 6.05 \left(\frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87}} \right) 10^5$$

Donde:

p es la pérdida de carga en el tubo, en bar;

Q es el caudal que pasa por el tubo, en litros por minuto;

d es el diámetro interior medio del tubo;

C es una constante para el tipo y condición del tubo;

- Variación de presión estática:

- $p = 0,098 h$

Donde:

p es la variación de presión estática, en bar

h es la distancia vertical entre los puntos, en metros.

- Pérdidas en accesorios y válvulas: viene especificada por el fabricante del equipo.
- Las instalaciones secas solo se instalarán donde exista la posibilidad de daños por hielo o la temperatura supere los 70°C, y contarán con un suministro permanente de aire o gas inerte para mantener la presión de las tuberías.
- Toda la tubería debe ser probada hidrostáticamente durante al menos dos horas a una presión no inferior a 15 bar, ni a 1,5 veces la presión máxima a la que se someterá el sistema.

5.4 Válvulas

- Cada instalación debe tener un puesto de control plenamente de acuerdo con la Norma UNE EN 12259-2.
- Dispondrá de válvulas de cierre que pueden cortar el suministro de agua. Deben cumplir con lo siguiente:
 - Cerrar hacia la derecha.
 - Estar provistas de un indicador que muestre claramente si la válvula esta abierta o cerrada.
 - Mantenerse en posición abierta, por ejemplo mediante correa y candado.
 - No se permiten válvulas de cierre aguas abajo del puesto de control excepto donde lo especifique esta norma.
- Cuando el sistema de rociadores se alimente por un red interior en anillo, se deben instalar válvulas de seccionamiento de manera que el anillo quede dividido en secciones aisladas y ninguna sección incluya más de puestos de control.
- Se instalarán válvulas de desagüe con un diámetro mínimo de 50 mm para instalaciones de Riesgo Ordinario y una salida a más de 3 m por encima del suelo. La válvula debe permitir el desagüe inmediatamente aguas abajo del puesto de control o de cualquier alarma subsidiaria de alarma o de cierre.
- Cada válvula de preacción no debe controlar a más de 1000 rociadores automáticos.
- En el tubo de aspiración de la bomba se debe instalar una válvula de cierre, a no ser que el nivel de agua máximo esté por debajo de la bomba. En el tubo de impulsión de cada bomba se debe instalar una válvula de retención y una válvula de cierre.
- Cuando la bomba contra incendios sea independiente, se pueden alimentar los rociadores aguas abajo de la válvula de retención de impulsión de la bomba, mediante una válvula de cierre subsidiaria en posición abierta

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Se deben instalar válvulas de prueba de 15 mm para probar, según el caso:
 - La alarma hidráulica y el presostato eléctrico de alarma.
 - El interruptor de flujo instalado aguas abajo del puesto de control.
 - Un dispositivo de arranque de bomba automático.
 - El presostato de alarma de rociadores situado en la caseta de bombas.

- Se deben hacer tomas de limpieza, con válvulas instaladas de manera permanente o sin ellas, en los extremos de los colectores principales.

- Se debe instalar un manómetro en las siguientes ocasiones:
 - En cada conexión a la red pública, entre la válvula de cierre del tubo de alimentación y la válvula de retención.
 - Inmediatamente aguas arriba de cada puesto de control.
 - Inmediatamente aguas abajo de cada puesto de control.

- El manómetro debe tener una escala máxima del orden del 150% de la presión máxima y las divisiones de escala no deben ser superiores a:
 - 0.2 bar para una escala máxima igual o inferior a 10 bar.
 - 0,5 bar para una escala máxima superior a 10 bar.

- Todas las válvulas de control, drenaje, y de conexiones de ensayo deben estar provistas de señales de identificación marcadas de modo permanente, resistentes a la intemperie, de metal o plástico rígido. La señal debe estar asegurada con alambre o cadena resistente a la corrosión, u otro medio aprobado.

5.5 Rociadores

- Únicamente deben instalarse rociadores nuevos y no deben ser modificados en ningún aspecto ni recibir ningún tipo de adorno o revestimiento después de salir de la línea de producción, salvo para protegerlos contra la corrosión.
- Los abastecimientos de agua deben ser capaces de poder suministrar al sistema de rociadores automáticamente las condiciones mínimas requeridas de presión y caudal del sistema, durante una duración mínima de 60 min para RO.
- Los rociadores usados para la clase de Riesgo Ordinario deben cumplir con lo siguiente:

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm/min	Tipo de rociador	Factor K nominal
RO	5	Convencional o pulverizador, semiempotrado, pulverizador plano, empotrado o escondido de Pared	80

Tabla 7. Requisitos que deben cumplir los rociadores

- En zonas de RO4, no deben instalarse rociadores semiempotrados, empotrados u ocultos. Tampoco deben instalarse rociadores de pared en zonas de almacenamiento RO.
- El caudal del rociador se debe determinar mediante la siguiente fórmula:
$$Q = K \times \sqrt{P}$$
donde:
 - Q es el caudal, en litros por minuto.
 - K es la constante indicada en la tabla anterior.
 - P es la presión, en bar.
- Se deben utilizar rociadores con una temperatura de funcionamiento ligeramente superior a 30°C por encima de la temperatura ambiente más alta prevista.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Los rociadores deben instalarse según lo especificado por el fabricante.
- Se deben mantener rociadores de repuesto en la propiedad protegida. El número de rociadores de repuesto para una industria de RO no debe ser inferior a 24.
- Los rociadores debe instalarse con el deflector paralelo a la pendiente del techo.
- Para industrias con Riesgo Ordinario, se debe mantener siempre un espacio libre debajo del deflector de rociadores de techo de:
 - 0,3 m para rociadores de pulverización plana.
 - 0,5 m en los demás casos.
- Siempre que sea posible, situar los rociadores con el deflector entre 0,075 m y 0,15 m bajo el techo o falso techo.
- La superficie máxima de cobertura por rociador será de 12 m². La distancias máximas entre rociadores serán de 4 metros en el plano horizontal.
- En los rociadores de pared la superficie máxima de cobertura por rociador será de 9 m². La distancia máxima con la pared no debe superar los 1,8 m, y entre rociadores no será superior a 3,4 m.
- No se deben instalar rociadores a intervalos inferiores a 2 m, exceptuando en escaleras y escaleras mecánicas y en rociadores intermedios en estanterías.
- La separación máxima entre paredes o tabiques y rociadores debe ser de un valor más bajo de 2 m para distribución normal.
- Los tragaluces que tengan un volumen superior a 1 m³ sobre el nivel normal del techo deben estar individualmente protegidos por rociadores.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- La distancia entre el borde de las campanas de extracción y los rociadores más próximos no debe ser superior a 1,5 m.
- Si a un lado de una columna está situado un rociador de techo a menos de 0,6 m de la columna, se debe instalar otro rociador al otro lado de la columna a una distancia igual o inferior a 2 m de la misma.
- Se debe instalar rociadores bajo cada plataforma, conducto, panel de calefacción, altillo, pasillo, etc. que sea:
 - Rectangular con una anchura superior a 1,0 m.
 - Circular, de más de 1,2 m de diámetro.
- La separación de los rociadores de la apertura en el techo formada por las escaleras no debe ser superior a 2 m ni inferior a 1,5 m.
- Se debe instalar al menos un rociador en la parte superior de todos los conductos verticales, excepto si estos son incombustibles e inaccesibles.
- Se pueden usar techos suspendidos celulares, de construcción celular abierta normal bajo los rociadores si:
 - No hay zonas de almacenamiento bajo el techo.
 - La superficie abierta total del techo no es inferior a 70 %
 - La dimensión de cada abertura no debe ser inferior a 0,025 m.
 - La separación vertical entre el deflector del rociador y la parte superior del techo no debe ser inferior a 0,8 m.
 - La separación horizontal entre los rociadores por encima del techo no debe superar los 3m.
 - Se deben instalar rociadores adicionales debajo de luminarias u otros obstáculos con una anchura superior a 0,8 m.

6. Comparativa de los sistemas contra incendios por rociadores en buques y en locales industriales

6.1 Bombas contra incendio.

Bombas Buque	Bombas local industrial
<ul style="list-style-type: none"> - Bombas sanitarias, de lastre, de sentina, y servicios generales podrán ser consideradas bombas contra incendios siempre que no se utilicen para bombear combustibles. - Contará por lo menos con 2 bombas contra incendios de características iguales - Cada bomba tendrá un capacidad no inferior al 80% del total dividido por dos, que nunca será menor de 25m³/h. - Deben poder suministrar a presión de 0.27N/mm² (2,7 bar) un caudal de agua que exceda 1/3 del caudal de una bomba sentina independiente, sin tener que exceder de los 180m³/h (3.000 l/min) - La bomba comenzará a funcionar automáticamente al producirse un descenso de presión en el sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sin especificar. El grupo de bombeo debe estar en un compartimento que no se use para ningún otro fin. Esto dificulta el uso de la Bomba contra incendios para otros fines. - Contará por lo menos con una bomba contra incendios. - En caso de que hayan dos bombas, cada una debe ser capaz de suministrar el caudal requerido de forma independiente. Sus características deben ser iguales. - Para RO4 a una altura de rociadores entre 15 y 30 m por encima del puesto de control: debe suministrar a una presión de 2,4 bar un caudal de 3.050 l/min. - El primer grupo de bombeo debe arrancar automáticamente cuando la presión en el colector general caiga a un valor no inferior a 0,8p donde p es la presión a válvula cerrada. Si hay dos grupos, el segundo comenzará a trabajar cuando la presión caiga a 0,6p.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

<p>-La parada del motor de la bomba no es obligatorio que se manual.</p> <p>- Habrá por lo menos dos fuentes de suministro de energía para la bomba de agua de mar. Si es eléctrica, estará conectada a la fuente de energía principal y a una fuente de emergencia. Si es un motor de combustión interna, en caso de incendio no debe dificultar el suministro de aire.</p> <p>- La bomba y el sistema de tuberías deben asegurar un suministro continuo de agua en cantidad suficiente para cubrir un área mínima de 280 m² al régimen de aplicación de 5l/m²/min.</p> <p>- El grupo de bombeo estará situado en compartimentos estancos, cerca de popa y con acceso directo.</p> <p>-Tendrá un tanque de presión que contenga como mínimo 1.400L y un volumen superior al doble de este. Dispondrá de medios que permitan mantener la presión de aire dentro del tanque adecuada para la descarga de agua al sistema a la presión de diseño.</p>	<p>- Es obligatorio que el motor, tanto diésel como eléctrico, se pare manualmente.</p> <p>- Deben tener motores eléctricos o diésel que sean capaces de suministrar como mínimo la potencia requerida en el punto máximo de la curva de potencia. Los motores diésel y eléctricos que alimentan la bomba deben cumplir con una serie de reglamentaciones.</p> <p>- La bomba y el sistema de tuberías deben asegurar un suministro continuo de agua en cantidad suficiente para cubrir un área mínima de 360 m² al régimen de aplicación de 5l/m²/min.</p> <p>-Los grupos de bombeo deben ubicarse en un compartimento con resistencia al fuego no inferior a 60 min, que no se use para ningún otro fin.</p> <p>- Cada bomba debe tener un sistema de cebado automático independiente de capacidad mínima de 500 L.</p>
---	--

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

<p>-Habrá otro medio consistente en una bomba contra incendios de emergencia, con su fuente de energía y conexión al mar situadas fuera del espacio donde se encuentran las bombas contra incendios principales.</p> <p>- Sin especificar.</p>	<p>- Sin especificar.</p> <p>- Se deben instalar dos presostatos para el arranque de cada grupo de bombeo.</p>
--	--

Tabla 8. Comparativa de las bombas contra incendio en buques y en locales industriales

6.2 Tuberías

Tuberías Buque	Tuberías Local industrial
<p>- Las tuberías de rociadores no se utilizarás para ningún otro fin.</p> <p>- No se emplearán materiales que el calor inutilice fácilmente. Se recomienda acero estriado y galvanizado. Aceptado cualquier material de la lista 2-3.1 del código 13 NFPA excepto el el Metal de relleno para Soldadura Fuerte. Si están expuestos a la mar, los materiales deben estar protegidos de la corrosión.</p> <p>- Serán del tipo de tuberías llenas, aunque pequeñas secciones no protegidas podrán ser del tipo de tuberías vacías si la Administración estima necesaria esta precaución.</p> <p>- Todas las tuberías principales dispondrán de</p>	<p>- �dem.</p> <p>- Se recomiendan los siguientes tipos de tubería: fundición gris, fundición dúctil, cemento centrifugado, fibra de vidrio reforzado, polietileno de alta densidad. Aunque será aceptado cualquier material que salga en la lista 2-3.1 del código 13 de la NFPA.</p> <p>- Se utilizará el método de tubería mojada, excepto en edificios con una temperatura ambiente superior a los 95, y en zonas con riesgo de congelación a menos que cuente con: protección por líquido anticongelante o Protección por calorifugación eléctrica.</p> <p>- �dem.</p>

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

<p>medios adecuados de drenaje.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El diámetro del colector y de las tuberías contra incendios será suficiente para la distribución eficaz de un caudal de agua de 140 m³/h y se determinará mediante cálculo hidráulico. - Las tuberías deben pasar una prueba hidrostática, consistente en soportar durante dos horas una presión no inferior a 14 Kg/cm², la presión máxima de trabajo más 3.5 kg/cm² - Las tuberías y bocas contra incendios estarán situadas de modo que se les puedan acoplar fácilmente las mangueras. - No se permiten sistemas de circulación en circuitos cerrado. - Tuberías por sección de anticongelante = 20 max. La calorifugación debe mantener a t = 4°C. - Sin especificar. 	<ul style="list-style-type: none"> - El diámetro del colector y la tubería se podrá determinar mediante sistemas calculados, a base de cálculos hidráulicos o sistemas precalculados. donde se determinan a partir de tablas y cálculos de pérdida de carga en la tubería. - Las tuberías deben pasar una prueba hidostatica consistente en soportar durante al menos dos horas una presión no inferior a 15 bar, ni a 1,5 veces la presión máxima a la que se someterá el sistema. - Sin especificar. - Sin especificar. - Sin especificar. - La velocidad no debe superar los 6 m/s en cualquier válvula, dispositivos de control de caudal o filtro, y de 10m/s en cualquier otro punto del sistema.
--	---

Tabla 9. Comparativa de las tuberías contra incendio en buques y en locales industriales

6.3 Válvulas

Válvulas de buque	Válvulas de local industrial
<p>- Desde una estación central de seguridad debe supervisarse que todas las válvulas indicadoras de alimentación y de control zonal se encuentren abiertas.</p> <p>- Deben ser válvulas indicadoras listadas. No deben cerrar en menos de 5s, a velocidad máxima posible y estando totalmente abiertas.</p> <p>- Cada sección de rociadores podrá quedar aislada mediante una sola válvula de cierre. Será fácilmente accesible y estará situada fuera de la sección correspondiente.</p> <p>- En la válvula de cierre de cada sección y en un puesto central se instalará un manómetro que indique la presión del sistema.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sin especificar. <p>- El sistema de rociadores estará conectado al colector contra incendios del buque por medio de una válvula de retención con cierre de rosca, colocada en la conexión, que impida el retorno del agua desde el sistema hacia el colector.</p>	<p>- Cada instalación debe tener un puesto de control plenamente de acuerdo con la Norma UNE EN 12259-2.</p> <p>- Deben cerrar hacia la derecha y estar provistas de un indicador que muestre si la válvula esta abierta o cerrada.</p> <p>- Si el sistema es por un red interior en anillo, se deben instalar válvulas de seccionamiento de manera que el anillo quede dividido en secciones aisladas y ninguna sección incluya más de puestos de control.</p> <p>- Se debe instalar un manómetro inmediatamente aguas arriba y aguas abajo de cada puesto de control, y en cada conexión a la red pública.</p> <ul style="list-style-type: none"> • - El manómetro debe tener una escala de trabajo del 150% de la presión máxima y unas escalas no superior a 0,2 bar para una escala inferior a 10 bar, y de 0,5 para una escala superior a 10 bar. <p>- En el tubo de impulsión de cada bomba se debe instalar una válvula de retención y una válvula de cierre.</p>

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

<ul style="list-style-type: none"> - Se dispondrá de una válvula de prueba para comprobar la alarma automática de cada sección de rociadores. - Se instalará válvulas de aislamiento para separar la zona en que se hallen las bombas contra incendios principales. Serán fácilmente accesibles y a salvo de riesgos fuera del espacio de máquinas. - Se instalarán válvulas de desahogo para todas las bombas contra incendios si éstas pueden desarrollar una presión que exceda de la prevista para las tuberías, - Una válvula por cada manguera contra incendios. - Cuando las válvulas anteriores estén cerradas, se podrá suministrar agua a todas las bocas contra incendios del buques excepto a las de la zona de bombas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se deben instalar válvulas de prueba de 15 mm para probar: alarma hidráulica, presostato eléctrico, interruptor de flujo, dispositivo de arranque de bomba automático. - Si la bomba es independiente, Se pueden alimentar los rociadores aguas abajo de la válvula de retención de impulsión de la bomba, mediante una válvula de cierre subsidiaria en posición abierta. - Se instalarán válvulas de desagüe con un diámetro mínimo de 50 mm para instalaciones de Riesgo Ordinario y una salida a más de 3 m por encima del suelo. - Ídem. - Sin especificar.
--	--

Tabla 10. Comparativa de las válvulas contra incendio en buques y en locales industriales

6.4 Rociadores

Rociadores Buque	Rociadores local industrial
<p>- Los sistemas automáticos de rociadores serán del tipo de tuberías llenas, salvo algunas secciones.</p> <p>- En los espacios de alojamiento y de servicio, empezarán a funcionar cuando se alcance una temperatura comprendida entre 68°C y 79°C. En zonas donde se espere una temperatura mayor, empezaran a funcionar 30°C por encima de la máxima prevista para esas zonas.</p> <p>- El buque contará con rociadores de respeto de acuerdo al número total tal que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • < 300 → 6 rociadores de respeto • de 300 a 1000 → 12 rociadores de respeto. • > 1000 → 24 rociador de respeto. <p>- Podrán entrar en acción en cualquier momento sin necesidad de que la tripulación lo ponga en funcionamiento.</p> <p>- El sistema de rociadores podrá descargar continuamente el agente extintor a base de agua durante un tiempo mínimo de 30 min. El sistema estará dotado de una entrada de mar permanente y podrá funcionar continuamente utilizando agua</p>	<p>- Los sistemas automáticos de rociadores serán del tipo de tuberías llenas, salvo que en el edificio la temperatura ambiente pueda superar los 95°C o exista la posibilidad de daños por hielo.</p> <p>- Se deben utilizar rociadores con una temperatura de funcionamiento ligeramente superior a 30°C por encima de la temperatura ambiente más alta prevista.</p> <p>- Para las industrias de Riesgo Ordinario, deben contar con un número de rociadores de repuesto no inferior a 24.</p> <p>- Ídem.</p> <p>- Los abastecimientos de agua deben ser capaces de poder suministrar al sistema de rociadores automáticamente las condiciones mínimas requeridas de presión y caudal del sistema, durante una duración mínima de 60 min para RO.</p>

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

<p>de mar.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El sistema y su equipo estarán proyectados de modo que puedan soportar los cambios de temperatura ambiente, vibraciones, humedad, golpes y corrosión. - Estarán agrupados en secciones separadas, con un máximo de 200 rociadores por sección. - Los rociadores automáticos empezarán a funcionar en el intervalo de temperatura siguiente: $X \pm (0,035X + 0,62)^\circ$ Donde X es la temperatura de tarado. - La constante de flujo K para las boquillas viene dada por la formula: $K = Q/ p^{0,5}$ Donde: Q es velocidad del flujo, L/ min P es presión en bar. Dicha constante la publicará el fabricante. - Los rociadores irán colocados en la parte superior y espaciados según una disposición apropiada para mantener un régimen medio de aplicación de 5 l/m²/min, como mínimo, sobre el área nominal de la zona protegida. 	<ul style="list-style-type: none"> - ídem: de acuerdo a las pruebas de los anexos de la normativa UNE EN 12259 - 1 -No hay límite de rociadores por sección siempre que se cumpla con el número máximo de rociadores por por tipo de ramal, y diámetro de este: Ej: lateral con 3 rociadores: diámetro: 32 mm → 3 rociadores máximo. - ídem. - Para riesgo ordinario, deben tener un factor K de 80. - Los rociadores debe instalarse con el deflector paralelo a la pendiente del techo. La cobertura máxima del rociador será de 12 m².
---	---

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

<p>- Cada sección de rociadores contará con los medios necesarios para dar automáticamente señales de alarma visuales y acústicas en uno o más indicadores cuando un rociador entre en acción. Dichos indicadores señalarán en que sección se ha declarado el incendio, y estarán centralizados en el puente de navegación o en el puesto central de control con dotación permanente, donde también contará con interruptores para comprobar la alarma. Debe darse una señal audible dentro de los 30 segundos siguientes al flujo de agua.</p>	<p>- Cada puesto de control debe estar provisto de una alarma hidráulica y de un dispositivo eléctrico de transmisión de alarma a distancia, situados lo más cerca posible de la válvula de alarma. La alarma debe tener un promedio de sonido mínimo de 80 dB.</p>
<p>- Los cerramientos de escaleras deben estar totalmente protegidos por rociadores.</p>	<p>- La separación de los rociadores de la apertura en el techo formada por las escaleras no debe ser superior a 2 m ni inferior a 1,5 m.</p>
<p>- No se requerirán rociadores en los conductos verticales destinados como ductos eléctricos, de tuberías, o como conductos, que sean inaccesibles e incombustibles y se encuentren encerrados en un espacio clase A.</p>	<p>- Se debe instalar al menos un rociador en la parte superior de todos los conductos verticales, excepto si estos son incombustibles e inaccesibles.</p>
<p>- El diámetro mínimo de los orificios de los rociadores será de 9.6 mm.</p>	<p>- Sin especificar</p>
<p>- Los rociadores deben poseer un coeficiente de descarga mayor a 2,9.</p>	<p>- Sin especificar</p>
<p>.La presión mínima de operación debe ser de 0,698 bars.</p>	

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

<p>- Sin especificar.</p>	<p>- La superficie máxima de cobertura por rociador será de 12 m². La distancias máximas entre rociadores serán de 4 metros en el plano horizontal.</p>
<p>- Sin especificar.</p>	<p>-No se deben instalar rociadores a intervalos inferiores a 2 m,</p>
<p>- Sin especificar.</p>	<p>- Se debe mantener siempre un espacio libre debajo del deflector de rociadores de techo de 0,5m excepto para los rociadores de pulverización plana, que será de 0,3 m.</p>
<p>- Sin especificar.</p>	<p>- situar los rociadores con el deflector entre 0,075 m y 0,15 m bajo el techo o falso techo.</p>
<p>- Sin especificar.</p>	<p>- Se debe instalar rociadores bajo cada plataforma, conducto, panel de calefacción, altillo, pasillo, etc. con una anchura considerable.</p>

Tabla 11. Comparativa de los rociadores contra incendio en buques y en locales industriales

7. Mantenimiento

7.1 Bombas

El equipo de bombas es de vital importancia en la lucha contra incendios, un fallo en el sistema de bombas dejaría a la instalación sin equipo de lucha contra incendios por agua. Por este motivo, las medidas para garantizar un buen funcionamiento de las bombas en cualquier instantes es más amplio que en el resto de componentes. Debemos cumplir con el siguiente listado de inspecciones, pruebas y mantenimiento:

- Semanal
 - Condición de la caseta de bombas:
 - La temperatura es la adecuada.
 - Las rejillas de ventilación están libres para operación.
 - Condición del sistema de bombas:
 - La succión y descarga de las bombas y válvulas de paso están totalmente abiertas.
 - La tubería está libre de filtraciones.
 - La lectura del indicador de presión de la línea del sistema es normal.
 - El depósito de succión esta lleno.
 - Los filtros de succión del foso húmedo están sin obstrucciones y en su lugar.
 - Condición del sistema eléctrico:
 - La luz piloto del regulador de encendido esta iluminada.
 - La luz piloto normal del conmutador de transferencia está iluminada.
 - El desconector está cerrado – fuente de reserva (emergencia).
 - La luz piloto de la fase de alarma está apagada o la luz piloto de la fase normal de rotación está encendida.
 - El nivel de aceite en la ventanilla indicadora está normal.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Condición del sistema máquina diésel.
 - El tanque de combustible está lleno a dos tercios.
 - Inspección visual del interruptor de flotador del tanque.
 - Inspección visual de la operación de la válvula de selenoíde.
 - Revisión de que no existan fugas en el sistema.
 - El selector de regulador está en posición “auto”.
 - Las lecturas de voltaje de las baterías son normales.
 - Las lecturas corrientes de carga de las baterías son normales.
 - Las luces piloto de las baterías están encendidas o las luces piloto de falla de las baterías están apagadas.
 - Todas las luces piloto de alarmas están apagadas.
 - El temporizador de operación de la máquina debe estar en operación y da lectura.
 - El nivel de aceite del cárter es normal.
 - El nivel de agua de enfriamiento es normal.
 - El nivel de electrolitos de las baterías es normal.
 - Los terminales de las baterías están libres de corrosión.
 - Lubricar el calentador de aceite
 - La camisa de enfriamiento del calentador esta operando.

- Debe realizarse una prueba semanal de los equipos de bombas de incendio sin flujo de agua. Esta prueba debe conducirse iniciando la bomba automáticamente y cumpliendo con:
 - La bomba eléctrica debe funcionar por un mínimo de 10 minutos.
 - La bomba diésel debe funcionar por un mínimo de 30 minutos.
 - Debe permitirse que una válvula instalada para abrir como elemento de seguridad descargue agua.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Durante la prueba mencionada anteriormente deben hacerse las observaciones visuales o ajustes pertinentes especificados a continuación:
 - Procedimiento para el sistema de las bombas:
 - Registrar las lecturas del indicador de presión de succión y descarga del sistema.
 - Revisar los sellos, empaquetadura de la bomba para detectar descargas leves (goteos).
 - Ajustar las tuercas de los sellos de empaquetadura si es necesario.
 - Detectar ruido o vibración inusual.
 - Revisar las cajas de empaquetadura , cojinetes, o la caja de la bomba para detectar sobrecalentamiento.
 - Registrar la presión inicial de la bomba.

- Procedimiento para el sistema eléctrico:
 - Observar el tiempo que toma el motor para acelerar a velocidad plena.
 - Registrar el tiempo que el regulador está en el primer paso (para arranque de voltaje o corriente inducida).
 - Registrar el tiempo que la bomba funciona después de arrancar (para reguladores de parada automática).

- Procedimiento para el motor diésel:
 - Observar el tiempo que toma el motor para arrancar.
 - Observar el tiempo que toma el motor para alcanzar velocidad total.
 - Observar periódicamente el indicador de presión del aceite del motor, el indicador de velocidad, indicadores de temperatura de agua y aceite mientras el motor está funcionando.
 - Registrar cualquier anomalía.
 - Revisar el flujo de agua de enfriamiento en el conmutador térmico.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Procedimiento para el sistema de vapor:
 - Registrar la lectura del indicador de presión de vapor.
 - Observar el tiempo que toma la turbina para alcanzar la velocidad de marcha.

- Mensual
 - Se deben realizar las siguientes inspecciones y pruebas mensualmente:
 - Sistema eléctrico:
 - Ejercitar el interruptor y cortacircuitos.

 - Equipo de Motor Diésel:
 - Eliminar corrosión, limpiar y secar el exterior de la camisa de las baterías.
 - Prueba de la gravedad específica o estado de carga.
 - Inspección del cargador y régimen de carga.
 - Equilibrio de carga.
 - Revisar cortocircuitos y fusibles del sistema eléctrico.

- Trimestral o semianual:
 - Las siguientes inspecciones y pruebas se deben realizar con una frecuencia trimestral o semianual:
 - Sistema eléctrico:
 - Accionar los medios manuales de arranque.

 - Equipo de Motor Diésel:
 - Limpieza del tamiz, filtro o canal de sedimentos del combustible.
 - Inspección del tubo de ventilación del cárter del sistema de lubricación, y limpieza o cambio en caso de que se necesarie.
 - Prueba del nivel de protección del anticongelante.
 - Limpieza del filtro de agua en el sistema de enfriamiento.
 - Inspección del aislamiento y riesgo de incendio del sistema de escape.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Revisión de la sección flexible del sistema de escape.
 - Revisar que los terminales de las baterías estén limpios y ajustados.
 - Inspección de las cajas, paneles y gabinetes del sistema eléctrico.
 - Revisión de las operaciones de seguridades y alarmas.
-
- Anual:
 - Debe hacerse una prueba anual de cada equipo de bomba a flujo mínimo, nominal, y máximo de la bomba de incendio, controlando la cantidad de agua descargada por medio de dispositivos de prueba aprobados. Durante la prueba se deben realizar las siguientes observaciones y mediciones:
 - Sin flujo:
 - Verificar si la válvula de alivio de circulación está operando y descarga agua.
 - Verificar si la válvula de alivio de presión (si está instalada) esta operando adecuadamente.
 - Continuar la prueba por media hora.
 - En cada condición de flujo:
 - Registrar el voltaje del motor eléctrico y la corriente (todas las líneas).
 - Registrar la velocidad de la bomba en rpm.
 - Registra las lecturas simultáneas (aproximadamente) de las presiones de succión y descarga de la bomba y flujo de descarga de la bomba.
 - Se deben realizar las siguiente inspecciones anualmente:
 - Equipo de bombas:
 - Lubricar los cojinetes (o cambiarlos en caso de que sea necesario).
 - Revisar el juego de la extremidad del eje.
 - Verificar exactitud de indicadores de presión y detectores, cambiándolos o recalibrándolos.
 - Revisar alineación de acoples.
 - Revisar y limpiar los filtros de succión de foso húmedo.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Transmisión mecánica:
 - Lubricar acoples (o cambiarlos en caso de que sea necesario).
 - Lubricar engranajes en ángulo recto (o cambiarlos en caso de que sea necesario).

- Sistema eléctrico:
 - Disparar el cortacircuitos.
 - Inspeccionar y accionar los medios manuales de arranque de emergencia (sin energía).
 - Ajustar las conexiones eléctricas si es necesario.
 - Lubricar las piezas móviles (excepto los arranques y relés).
 - Calibrar la graduación del interruptor automático de presión.
 - Engrasar los cojinetes del motor (o cambiarlos en caso de que sea necesario).

- Equipo de Motor Diésel:
 - Limpieza de agua y materias extrañas en el tanque.
 - Revisión de orificios en el tanque y tubería de desbordamiento.
 - Cambio de aceite del sistema de lubricación.
 - Cambio del anticongelante en el sistema de enfriamiento.
 - Limpieza interior en el intercambiador de calor.
 - Inspección de red de conductor, limpieza de persianas (aire de combustión) en el sistema de enfriamiento.
 - Inspección visual de los suspensores y soportes del sistema de escape.
 - Apretar conexiones de cables e control y energía en el sistema eléctrico.

7.2 Tuberías

Para garantizar el correcto funcionamiento de las tuberías contra incendios, debemos utilizar materiales que estén aceptados por la NFPA, y convenientemente protegidos contra la corrosión. Las tuberías deberán someterse a las siguientes inspecciones y pruebas:

- Anual:
 - Antes de la temporada de congelación, los edificios que tengan sistemas de tubería húmeda, deben inspeccionarse para verificar que las ventanas, puertas, claraboyas, etc. no exponen a la tubería llena de agua a congelación, y para verificar que en tal caso, se provee del calor adecuado (mínimo 4,4 °C).
 - Los soportes colgantes y abrazaderas sísmicas de tuberías de rociadores deben inspeccionarse anualmente desde el piso. No deben estar dañados o sueltos, aquellos que no cumplan con esto, deben ser reemplazados o reajustados.
 - Las tuberías de rociadores y accesorios deben inspeccionarse anualmente desde el nivel del suelo. Deben estar en buenas condiciones y libres de daños mecánicos. Filtraciones, corrosión y desalineación.
 - La tubería no debe someterse a cargas externas de materiales, ya sea apoyados sobre la tubería o colgados de la tubería.
 - Los filtro de la tubería principal deben limpiarse anualmente y después de cada operación.
 - El punto de congelación de las soluciones anticongelantes debe probarse anualmente midiendo la gravedad específica con un hidrómetro o refractómetro y ajustando las soluciones si es necesario.

- 5 años:
 - Se debe hacer una investigación de las condiciones de la tubería y derivaciones abriendo la conexión de lavado al final de una tubería y retirando un rociador del extremo de un ramal con objeto de investigar la presencia de materiales extraños orgánicos e inorgánicos.

7.3 Válvulas

A continuación se mencionarán una serie de requisitos mínimos para garantizar el buen funcionamiento de las válvulas. Todas las válvulas del sistema deben estar protegidas contra daños físicos y deben estar accesibles. Así mismo, cada válvula de control debe estar identificada y tener un rótulo indicando el sistema o parte del sistema que controla. Seguidamente se muestran un mínimo de inspecciones, pruebas y mantenimiento que deben cumplir las válvulas.

- Semanal:
 - Todas las válvulas de control se deben inspeccionar semanalmente. En dicha inspección se debe verificar que se cumplen con las siguientes condiciones:
 - En la posición normal abierta o cerrada.
 - Debidamente sellada, cerrada o supervisada.
 - Accesibles.
 - Equipadas con la correspondiente llave inglesa.
 - Libre de filtraciones externas.
 - Provistas de la identificación necesaria.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- El equipo de calefacción de la caja de las válvulas de preacción y válvulas de diluvio expuestas a congelación se deben inspeccionar diariamente durante el tiempo frío para determinar su capacidad de mantener una temperatura mínima por encima de los 4°C.
- Todas las válvulas de seguridad de la carcasa de las bombas de incendio se deben inspeccionar. Verificando que el agua fluye a través de la válvula cuando la bomba de incendio está operando a presión de cierre para evitar que la bomba se sobrecaliente.
- Todas las válvulas de seguridad de presión de las bombas de incendio se deben inspeccionar. Verificando que la presión corriente abajo de los accesorios de la válvula de seguridad en la tubería de descarga de la bomba de incendio no excede la presión para la cuál están diseñadas las partes del sistema.
- La inspección de los equipos controladores de reflujo con válvulas de retención dobles se deben inspeccionar semanalmente para asegurar que las válvulas de seccionamiento están abiertas.
- La inspección de los equipos controladores de reflujo de presión reducida se deben inspeccionar semanalmente para asegurar que el puerto de desahogo de la válvula de detección diferencial no esta descargando continuamente y la válvula de seccionamiento está abierta normal.
- Los indicadores se deben inspeccionar semanalmente.
- Mensual:
 - Inspeccionar las válvulas de control aseguradas con cierres o supervisadas de acuerdo con las normas aplicables de la NFPA.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Las válvulas de alarma se deben inspeccionar exteriormente cada mes y verificarse lo siguiente:
 - Los indicadores muestran que se mantiene una presión normal del suministro de agua.
 - La válvula esta libre de daño físico.
 - Todas las válvulas están en posición correcta cerrada o abierta.
 - La cámara retardadora o los desagües de las alarmas no tienen escapes.

- La válvula de preacción o de diluvio se debe inspeccionar mensualmente para verificar lo siguiente:
 - La válvula esta libre de daño físico.
 - Todas las válvulas compensadoras están en la posición correcta, abierta o cerrada.
 - El asiento de la válvula no tiene escapes.
 - Las partes eléctricas están en servicios.

- Trimestral o semianual:
 - Todas las válvulas reductoras de presión y válvulas de seguridad se deben inspeccionar trimestralmente y verificar que cumple las siguientes condiciones:
 - En posición abierta.
 - Sin filtraciones.
 - Mantienen las presiones corriente abajo de acuerdo con el criterio de diseño.
 - En buenas condiciones, con los volantes de mano instalados e intactos.

 - Las válvulas reductoras de presión de conexiones de mangueras se deben inspeccionar anualmente y verificar que cumple las siguientes condiciones:
 - El volante de la válvula no está roto ni falta.
 - Las roscas de las mangueras de salida no están dañadas.
 - No existen filtraciones.
 - El reductor y la tapa no faltan.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Las conexiones para el cuerpo de bomberos se deben inspeccionar trimestralmente y verificar lo siguiente:
 - Las conexiones de bomberos están visibles y accesibles.
 - Los acoples o articulaciones no estén dañados y giren fácilmente.
 - Los obturadores o tapas estén en su lugar y sin daño.
 - Los empaques estén en su lugar y en buen estado.
 - Los rótulos de identificación estén colocados.
 - La válvula de retención no esté filtrando.
 - La válvula automática de desagüe esté colocada y operando adecuadamente.
 - La clapeta o charmela de la conexión de bomberos esté colocada y operando adecuadamente.
- Las alarmas de flujo de agua se deben probar trimestralmente de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Se inspeccionarán los interruptores de posición de las válvulas.
- En las válvulas de preacción, se probará el nivel de agua de purga, para cumplir con las instrucciones del fabricante.
- Anual:
 - El interior de la válvula de preacción o diluvio y las condiciones de los dispositivos de detección se debe inspeccionar anualmente cuando se hace la prueba de desconexión.
 - Se debe hacer una prueba del desagüe principal en cada columna del sistema de protección de incendio a base de agua para determinar si ha habido cambios en la condición de la tubería de suministro de agua y válvulas de control.
 - Cada válvula de diluvio o preacción se debe someter a prueba de desconexión a flujo total en clima cálido y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Durante la prueba anual de la bomba de incendio, se debe verificar que el cierre de la válvula de seguridad de circulación esté de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Durante la prueba anual de flujo de la bomba, la válvula de seguridad se debe verificar que está correctamente ajustada y puesta para desahogar a la presión correcta y para cerrar por debajo de esa graduación de presión.
- Se probarán todos los controladores de reflujo instalados en la tubería de protección de incendios.
- Los vástagos de operación de las válvulas de vástago exterior se deben lubricar, cerrando y abriendo completamente para probar su operación y distribuir el lubricante.
- Durante la prueba anual de desconexión, se debe limpiar completamente el interior de la válvula de preacción o inundación y reemplazar o reparar las partes que sean necesarias.
- 5 años:
 - Las válvulas de alarmas y sus correspondientes filtros, rejillas y orificios de restricción se deben inspeccionar internamente.
 - Las válvulas de retención se deben inspeccionar internamente para verificar que todas sus partes operan correctamente, se mueven libremente y están en buenas condiciones.
 - Los filtros, escurridores, orificios restringidos, y cámaras de diafragma de las válvulas de preacción y diluvio se deben inspeccionar internamente.
 - Se debe hacer una prueba de flujo total en cada válvula reductora de presión y de seguridad del sistema de rociadores y comparar con los resultados de las pruebas anteriores.

- Se debe hacer una prueba de flujo total en cada válvula reductora de presión de las conexiones de mangueras y compararse con los resultados de la prueba anterior.

7.5 Rociadores

Debemos cumplir con un seguido de recomendaciones estándar para asegurar el buen funcionamiento de los rociadores y su conservación:

- Los rociadores no se deben modificar en ninguna forma o tener aplicado ningún ornamento, pintura, o revestimiento después de que son despachados del lugar de fabricación.
- Los rociadores que protegen áreas de recubrimiento por pulverización deben estar protegidos contra residuos de exceso e pulverización.
- Los rociadores expuestos a acumulaciones de excesos de pulverización deben estar protegidos usando bolsas plásticas de espesor máximo 0.076 mm.
- Los rociadores de repuesto deben tener las características adecuadas para la aplicación deseada: estilo, diámetro de orificio, factor K, margen nominal de temperatura, etc. Deben usarse siempre rociadores nuevos para reemplazar.
- El número de rociadores de repuesto vendrá indicado por la normativa UNE EN 12845 para locales industriales, y el FSS Code para buques.
- Los rociadores de repuesto se deben guardar en un gabinete donde la temperatura no exceda en ningún momento de los 38°C.
- En los sistemas marinos; los sistemas de rociadores que se mantienen normalmente usando agua dulce deben escurrirse y rellenarse de nuevo con agua dulce después de la introducción de agua salada la sistema.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Semanal/ mensual:
 - Los indicadores en sistemas de rociadores de tubería húmeda deben inspeccionarse mensualmente para garantizar que estén en buen estado y que se mantiene la presión correcta en el suministro de agua.

- Trimestral / Semianual:
 - Los dispositivos de alarma deben inspeccionarse trimestralmente para verificar que estén libres de daño mecánico.
 - Los dispositivos de flujo de agua, incluidos timbres de motor de agua mecánicos y de tipo de interruptor a presión deben probarse trimestralmente.
 - Los dispositivos de flujo de agua tipo veleta se deben probar dos veces al año.
 - Las pruebas de alarma de flujo de agua o sistemas de tubería húmeda deben realizarse abriendo la conexión de prueba de inspección.
 - El rótulo hidráulico de los sistemas diseñados hidráulicamente debe ser inspeccionado trimestralmente para verificar que esta asegurado firmemente a la columna del rociador y esta legible.

- Anualmente:
 - Los rociadores deben inspeccionarse anualmente desde el nivel del suelo.
 - Los rociadores no deben mostrar señales de filtraciones; deben estar libre de corrosión, materias extrañas, pintura y daño físico; y deben estar instalados en la orientación correcta (colgante, montante, etc.).
 - Cualquier rociador que muestre señales de filtraciones, esté pintado, dañado o cargado o en orientación impropia debe reemplazarse.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Los rociadores de ampollas de vidrio deben reemplazarse si las ampollas se han vaciado.
- Los rociadores instalados en áreas inaccesibles por razones de seguridad debido a operaciones de proceso deben inspeccionarse durante cada cierre programado.
- Se deben corregir las obstrucciones inaceptables de los patrones de pulverización.
- El surtido de rociadores de repuesto debe inspeccionarse anualmente para lo siguiente:
 - El número y tipo de rociadores adecuado.
 - Una llave de rociadores para cada tipo de rociador.
- 5 años:
 - Los indicadores deben reemplazarse cada 5 años o probarse cada 5 años por comparación con un indicador calibrado.
 - Muestras representativas de rociadores con eslabón fusible con una clasificación de temperatura muy alta, 163°C o mayor que están expuestos a condiciones de temperatura ambiente máxima continua o semi-continua deben probarse a intervalos de 5 años.
- 20 años y cada 10 años:
 - Los rociadores fabricados con elementos de respuesta rápida que han estado en servicio por 20 años deben probarse. Se deben volver a probar a intervalos de 10 años.
- 50 años y cada 10 años después:
 - Cuando los rociadores han estado en servicio por 50 años, deben reemplazarse o se deben probar muestras representativas de una o más áreas. Los procedimientos de prueba deben repetirse a intervalos de 10 años.

8. Análisis de la comparativa y líneas futuras de trabajo.

A continuación se desarrollará un breve análisis sobre la comparativa expuesta en el apartado 6. de este trabajo. En ella se podrán ver cuáles son las reglas que más distan entre sí entre el apartado terrestre y el marítimo. Me centraré en aquellas reglas que rigen los locales industriales que son más rígidas que las correspondientes del SOLAS y el FSS Code, y que podrían ser adaptadas a los buques. Seguiremos el mismo proceso que a lo largo del trabajo y las dividiremos en función de los componentes del sistema contra incendios que afecten.

- Bombas:
 - El SOLAS no es concreto a la hora de determinar la presión con la que debe entrar en funcionamiento la bomba contra incendios, mientras que la UNE EN 12845 lo estipula en 0.8 de la presión a válvula cerrada.
 - La parada del motor de la bomba en los barcos no a de ser obligatoriamente manual, mientras que en las fábricas si lo es.
 - El área mínima que debe ser cubierta por el suministro de la bomba a un régimen de 5l/m²/min en un buque es menor que en un local industrial, 280 m² por 360m².

- Tuberías:
 - El diseño de las tuberías de los buques no podrá hacerse usando tablas de sistemas precalculados, deberá hacerse obligatoriamente usando cálculos hidráulicos.
 - La prueba hidrostática que deben pasar las tuberías de las fábricas es algo más exigente que la que deben pasar en los buques. Las primeras deben soportar una presión de 1.3 bars más que las de los barcos.

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

- Válvulas:
 - El SOLAS no detalla las características mínimas que debe tener las válvulas que forman el sistema.
 - Los requerimientos mínimos de precisión que debe tener el manómetro situado en cada válvula de cierre del sistema no están especificados en el SOLAS.

- Rociadores:
 - El número mínimo de rociadores de respeto en buques solo es igual al requerido en industrias del tipo RO cuando el número total de rociadores operando es superior a 1000. Se debería aumentar el número mínimo de rociadores de respeto, ya que una vez navegando, será imposible hacerse con más.
 - El factor K que deben tener los rociadores no está estipulado en el SOLAS, mientras que para industrias de Riesgo Ordinario, el factor K debe ser de 80.
 - A la hora de determinar la posición de los rociadores a lo largo del buque, el FSS code solo obliga a un régimen de $5l/m^2/min$ a lo largo del buque. No especifica nada sobre el área máxima de cobertura de cada rociador, ni la distancia mínima entre ellos.
 - El FSS code no determina nada sobre la colocación del deflector, solo que sea paralela al techo, pero no obliga a una distancia mínima al techo, ni de obstrucciones debajo de ellos.

9. Conclusiones

Tras la realización de este trabajo, me he dado cuenta de lo complejo que puede llegar a ser el diseño de los sistemas contra incendios en los buques. Son muchos los aspectos que se deben tener en cuenta, y el más mínimo fallo en cualquiera de ellos puede tener consecuencias nefastas a la hora de la verdad.

La primera parte del trabajo me ha servido para conocer mejor como actúa el fuego, y de esta forma entender como los diferentes agentes extintores actúan sobre él. En esta parte también se explica los diferentes componentes que forman un sistema contra incendios por rociadores, y su funcionamiento.

A la hora de desarrollar todo el marco legislativo que requería el trabajo he encontrado dificultades a la hora de informarme de las normativas que rigen los locales industriales. La normativa UNE EN 12845, que entró en vigor hace relativamente poco tiempo, no es la normativa a la que hace referencia el Real Decreto de 1942/1993 sobre reglamento de instalaciones de protección contra incendios, y es citada en muy pocos artículos. Para su consulta e impresión me tuve que desplazar a la Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona (EPSEB). Para la consulta de las normativas que afectan al ámbito marino, lo encontré todo en la biblioteca de la Facultad de Náutica.

Una vez explicadas las dos normativas, se ha procedido a su comparación. En el análisis de las dos normativas hemos visto que aunque el SOLAS y el FSS Code aseguran en gran medida nuestra seguridad en la mar, siempre que obviamente se cumplan sus reglas, todavía se puede mejorar tomando referencias a la normativa terrestre. Tanto el SOLAS como el FSS Code, es bastante general a la hora de determinar los requisitos mínimos que deben tener los componentes que forman los sistemas contra incendios. La normativa terrestre en cambio es mucho más estricta, y proporciona las características mínimas de cada componente.

Un ejemplo de esto, pueden ser la colocación de los rociadores en los buques. El FSS Code dictamina que se debe cumplir siempre un rango mínimo de aplicación, y mientras este rango se cumpla, la ubicación de los rociadores es indiferente. Por lo contrario, en la normativa UNE EN 12845 se especifica tanto el régimen mínimo de aplicación, como los

Comparativa de los sistemas fijos de extinción de incendios por rociadores en buques y en fábricas

parámetros de ubicación. De aquí podemos sacar la conclusión que son las Sociedades de Clasificación las que proporcionan esta información.

Las diferentes propuestas de mejora que he encontrado que se podrían realizar a las normativas SOLAS y FSS Code están expuestas en el apartado número 8. de este trabajo; “Análisis de la comparativa y líneas futuras de trabajo.”

10. Bibliografía.

En formato texto:

- IMO. *SOLAS: International Convention for the Safety Of Live At Sea*. 5º edición, London. IMO. 2009. ISBN 9789280101980
- IMO: *FSS CODE: International Code for Fire Safety Systems*. London. IMO. 2001. ISBN 9280151118.
- Ricard Marí Sagarra; Enrique González Pino. *Lucha contra incendios a bordo*, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Madrid, 1989. ISBN 84-86817-01-3.
- P. Nash; R.A. Young. *Sistemas de Rociadores Automáticos para la protección contra incendios*. Mapfre. Madrid, 1981. ISBN 84-7100-106.3.
- Jaime Moncada Pérez. *Manual de protección contra incendios*. 5º Edición, Quincy, 2009. ISBN 9780877658511.
- UNE EN 12845:2005 + A2: 2010. *Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento*. Madrid. AENOR. 2010
- UNE-EN 12259-1:2002/A3:2007. *Protección contra incendios. Sistemas fijos de lucha contra incendios. Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Parte 1: Rociadores automáticos*. Madrid. AENOR. 2007.
- NFPA, National Fire Protection Association, *NFPA 13 Norma Para la Instalación de sistemas de rociadores*. Instituto Argentino de Nacionalización. 1996.
- NFPA, National Fire Protection Association, *NFPA 25 Inspección Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua*. Edición 2002.

En formato digital:

- www.imo.org (visitado por última vez el 01/02/2011)
- <http://www.mityc.es/> (visitado por última vez el 08/01/2011)
- http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/co251102.html#c4 (visitado por última vez el 20/12/2010)
- www.nfpa.org (visitado por última vez el 01/02/2011)

TFC y PFC consultados:

- Álvarez Castillo, Antonio. *Estudio de los sistemas contra incendios existentes en un buque y dimensionado del sistema de rociadores de una cubierta garaje*. Proyecto de fin de carrera, UPC, Departamento de Ciencia e Ingeniería Náuticas, 2004 [Biblioteca de la Facultad de Náutica de Barcelona.]
- Díaz Martín, Miquel. *Diseño de una instalación fija contra incendios con rociadores automáticos*. Trabajo de final de Carrera, UPC, Departamento de Ciencia e Ingeniería Náuticas, 2007 [Biblioteca de la Facultad de Náutica de Barcelona.]