

Código internacional de sistemas de seguridad contra incendios (Código SSCI)

Resolución MSC.98(73)



ORGANIZACIÓN
MARÍTIMA
INTERNACIONAL
Londres, 2004

Purchased by DIRECTEMAR

Publicado por la
ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL
4 Albert Embankment, Londres SE1 7SR

Primera edición: 2001 (ISBN 92-801-3576-7)

Edición electrónica: 2004

PUBLICACIÓN DE LA OMI

Número de venta: E155S

Copyright © [IMO](#) 2004

*Reservados todos los derechos.
No está permitida la reproducción de ninguna parte
de esta publicación, ni su tratamiento informático, ni su transmisión,
de ninguna forma, ni por ningún medio, sea electrónico, electrostático,
magnético, mecánico, por fotocopia, o cualquier otro,
sin la autorización previa y por escrito de la
Organización Marítima Internacional.*

Prefacio

El Código SSCI fue adoptado por el Comité de Seguridad Marítima (MSC) en su 73° periodo de sesiones (diciembre de 2000) mediante la resolución MSC.98(73) con el fin de proporcionar normas internacionales para los sistemas de seguridad contra incendios y los equipos prescritos de acuerdo con el capítulo II-2 del Convenio SOLAS 1974. El Código es obligatorio en virtud del SOLAS mediante enmiendas al Convenio adoptadas por el MSC durante el mismo periodo de sesiones (resolución MSC.99(73)). Se espera que estas enmiendas entren en vigor el 1 de julio de 2002.

A fin de que la presente publicación sea lo más útil posible para los fabricantes de equipos y sistemas, armadores y operadores, astilleros, sociedades de clasificación y Administraciones, todas las normas y directrices relacionadas con la seguridad contra incendios adoptadas por la Asamblea o el MSC a que se haga referencia en el Código SSCI han sido incorporadas, como corresponde, para guía y conveniencia de los usuarios.

Índice

Página

Preámbulo	1	
CAPÍTULO 1 – GENERALIDADES		
1	Ámbito de aplicación..... 1	
2	Definiciones	2
3	Uso de equivalentes y de tecnologías modernas.....	2
4	Uso de agentes extintores tóxicos	2
CAPÍTULO 2 – CONEXIONES INTERNACIONALES A TIERRA		
1	Ámbito de aplicación.....	2
2	Especificaciones técnicas.....	2
CAPÍTULO 3 – PROTECCIÓN DEL PERSONAL		
1	Ámbito de aplicación.....	3
2	Especificaciones técnicas.....	3
CAPÍTULO 4 – EXTINTORES DE INCENDIOS		
1	Ámbito de aplicación.....	5
2	Homologación.....	6
3	Especificaciones técnicas.....	6
CAPÍTULO 5 – SISTEMAS FIJOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS POR GAS		
1	Ámbito de aplicación.....	6
2	Especificaciones técnicas.....	7
CAPÍTULO 6 – SISTEMAS FIJOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS A BASE DE ESPUMA		
1	Ámbito de aplicación.....	10
2	Especificaciones técnicas.....	11
CAPÍTULO 7 – SISTEMAS FIJOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS POR ASPERSIÓN DE AGUA A PRESIÓN Y POR NEBULIZACIÓN		
1	Ámbito de aplicación.....	13
2	Especificaciones técnicas.....	13

CAPÍTULO 8 – SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE ROCIADORES, DE DETECCIÓN DE INCENDIOS Y DE ALARMA CONTRA INCENDIOS	
1	Ámbito de aplicación..... 14
2	Especificaciones técnicas..... 15
CAPÍTULO 9 – SISTEMAS FIJOS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS Y DE ALARMA CONTRA INCENDIOS	
1	Ámbito de aplicación..... 19
2	Especificaciones técnicas..... 20
CAPÍTULO 10 – SISTEMAS DE DETECCIÓN DE HUMO POR EXTRACCIÓN DE MUESTRAS	
1	Ámbito de aplicación..... 24
2	Especificaciones técnicas..... 24
CAPÍTULO 11 – SISTEMAS DE ALUMBRADO A BAJA ALTURA	
1	Ámbito de aplicación..... 27
2	Especificaciones técnicas..... 27
CAPÍTULO 12 – BOMBAS FIJAS CONTRA INCENDIOS DE EMERGENCIA	
1	Ámbito de aplicación..... 27
2	Especificaciones técnicas..... 28
CAPÍTULO 13 – DISPOSICIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN	
1	Ámbito de aplicación..... 29
2	Buques de pasaje 29
3	Buques de carga..... 36
CAPÍTULO 14 - SISTEMAS FIJOS A BASE DE ESPUMA INSTALADOS EN CUBIERTA	
1	Ámbito de aplicación..... 36
2	Especificaciones técnicas..... 37
CAPÍTULO 15 – SISTEMAS DE GAS INERTE	
1	Ámbito de aplicación..... 39
2	Especificaciones técnicas..... 39

**NORMAS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS
Y DIRECTRICES A LAS QUE SE HACE REFERENCIA EN EL CÓDIGO**

Resolución A.602(15): Directrices revisadas aplicables a los extintores portátiles de incendios para usos marinos	49
Resolución A.752(18): Directrices para la evaluación, el ensayo y la aplicación del alumbrado a baja altura de los buques de pasaje	59
Resolución A.800(19): Directrices revisadas para la aprobación de sistemas de rociadores equivalentes a los especificados en la regla II-2/12 del Convenio SOLAS.	65
MSC/Circ.582 y Corr.1: Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de baja expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios	127
MSC/Circ.668: Alternativas para los sistemas de extinción de incendios a base de halones en los espacios de máquinas y en las cámaras de bombas	143
MSC/Circ.670: Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de alta expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios	191
MSC/Circ.677: Normas revisadas para el proyecto, la prueba y el emplazamiento de los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga de los buques tanque .	199
MSC/Circ.728: Revisión de los métodos de prueba de los sistemas equivalentes de extinción de incendios a base de agua para los espacios de máquinas de categoría A y las cámaras de bombas de carga que figuran en la circular MSC/Circ.668	219
MSC/Circ.731: Factores revisados que procede tener en cuenta al proyectar los medios de respiración y desgasificación de los tanques de carga	223
MSC/Circ.777: Indicación de los puestos de reunión en los buques de pasaje	227
MSC/Circ.798: Directrices para la aplicación de criterios de comportamiento y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de media expansión utilizados en los sistemas de extinción de incendios	229

MSC/Circ.848: Directrices revisadas para la aprobación de sistemas fijos de extinción de incendios por gas equivalentes a los indicados en el Convenio SOLAS 1974 para los espacios de máquinas y las cámaras de bombas de carga	239
MSC/Circ.1007: Directrices para la aprobación de sistemas fijos de extinción de incendios a base de aerosoles equivalentes a los sistemas fijos de extinción de incendios a base de gas indicados en el Convenio SOLAS 1974, para los espacios de máquinas	257
MSC/Circ.1009: Enmiendas a las Normas revisadas para el proyecto, la prueba y el emplazamiento de los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga de los buques tanque (MSC/Circ.677).	277
Resolución MSC.98(73): Adopción del Código internacional de sistemas de seguridad contra incendios	279

Código internacional de sistemas de seguridad contra incendios (Código SSCI)

Preámbulo*

1 El presente Código tiene por objeto proporcionar unas normas internacionales sobre determinadas especificaciones técnicas para los sistemas de seguridad contra incendios prescritos en el capítulo II-2 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), 1974, enmendado.

2 A partir del 1 de julio de 2002, el presente Código será obligatorio respecto de los sistemas de seguridad contra incendios prescritos en el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, enmendado. Toda enmienda futura al Código se adoptará y entrará en vigor de conformidad con los procedimientos establecidos en el artículo VIII del Convenio.

Capítulo 1 *Generalidades*

1 **Ámbito de aplicación**

1.1 El presente Código es aplicable a los sistemas de seguridad contra incendios mencionados en el capítulo II-2 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, enmendado.

1.2 Salvo disposición expresa en otro sentido, el presente Código es aplicable a los sistemas de seguridad contra incendios de los buques cuya quilla haya sido colocada, o cuya construcción se halle en una fase equivalente, el 1 de julio de 2002 o posteriormente.

* El Código internacional de sistemas de seguridad contra incendios comprende el anexo de la [resolución MSC.98\(73\)](#), el texto de la cual se reproduce al final de la presente publicación.

2 Definiciones

2.1 *Administración*: Gobierno del Estado cuyo pabellón tenga derecho a enarbolar el buque.

2.2 *Convenio*: Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, enmendado.

2.3 *Código de sistemas de seguridad contra incendios*: Código internacional de sistemas de seguridad contra incendios, según se define en el capítulo II-2 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, enmendado.

2.4 A los efectos del presente Código, también son aplicables las definiciones del capítulo II-2 del Convenio.

3 Uso de equivalentes y de tecnologías modernas

A fin de facilitar la introducción de tecnologías modernas y el desarrollo de sistemas de seguridad contra incendios, las Administraciones podrán aprobar sistemas de seguridad contra incendios no especificados en el presente Código si los mismos satisfacen las prescripciones que figuran en la parte F del capítulo II-2 del Convenio.

4 Uso de agentes extintores tóxicos

No se permitirá el uso de un agente extintor tóxico que, a juicio de la Administración, por sí mismo o en las condiciones previstas de utilización, desprenda gases, líquidos u otras sustancias de naturaleza tóxica en cantidades tales que puedan poner en peligro a las personas.

Capítulo 2

Conexiones internacionales a tierra

1 Ámbito de aplicación

El presente capítulo establece las especificaciones de las conexiones internacionales a tierra prescritas en el capítulo II-2 del Convenio.

2 Especificaciones técnicas

2.1 Dimensiones normalizadas

Las dimensiones normalizadas de las bridas de las conexiones internacionales a tierra serán las indicadas en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.1 – Dimensiones normalizadas de las conexiones internacionales a tierra

Descripción	Dimensiones
Diámetro exterior	178 mm
Diámetro interior	64 mm
Diámetro del círculo de pernos	132 mm
Ranuras en las bridas	4 agujeros de 19 mm de diámetro espaciados de forma equidistante en el círculo de pernos del diámetro citado y prolongados por una ranura hasta la periferia de la brida
Espesor de las bridas	14,5 mm como mínimo
Pernos y tuercas	4 juegos de 16 mm de diámetro y 50 mm de longitud

2.2 Materiales y accesorios

La conexión internacional a tierra será de acero u otro material equivalente y estará proyectada para una presión de 1 N/mm². La brida será plana por un lado y en el otro llevará permanentemente unido un acoplamiento que se adapte a las bocas contra incendios y las mangueras del buque. La conexión se guardará a bordo con una junta de cualquier material adecuado para una presión de 1 N/mm², y con cuatro pernos de 16 mm de diámetro y 50 mm de longitud, cuatro tuercas de 16 mm y ocho arandelas.

Capítulo 3

Protección del personal

1 **Ámbito de aplicación**

El presente capítulo establece las especificaciones relativas a la protección del personal prescrita en el capítulo II-2 del Convenio.

2 **Especificaciones técnicas**

2.1 *Equipo de bombero*

El equipo de bombero comprenderá un equipo individual y un aparato respiratorio.

2.1.1 Equipo individual

El equipo individual constará de:

- .1 indumentaria protectora, de un material que proteja la piel del calor irradiado por el fuego y contra las quemaduras y escaldaduras que pueda causar el vapor. Su superficie exterior será impermeable;
- .2 botas de goma o de otro material que no sea electroconductor;
- .3 un casco rígido que proteja eficazmente contra los golpes;
- .4 una lámpara eléctrica de seguridad (linterna de mano) de un tipo aprobado, que tenga un periodo mínimo de funcionamiento de 3 h. Las lámparas eléctricas de seguridad para los buques tanque y las previstas para ser utilizadas en zonas peligrosas serán de tipo antideflagrante; y
- .5 un hacha con el mango provisto de aislamiento contra la alta tensión.

2.1.2 Aparato respiratorio

El aparato respiratorio será de tipo autónomo accionado por aire comprimido, con cilindros de una capacidad de 1 200 l de aire por lo menos, u otro aparato respiratorio autónomo que pueda funcionar durante 30 min como mínimo. Todos los cilindros de aire de los aparatos respiratorios serán intercambiables.

2.1.3 Cable de seguridad

Cada aparato respiratorio estará provisto de un cable de seguridad ignífugo de 30 m de longitud por lo menos. El cable de seguridad se someterá a una prueba de carga estática de 3,5 kN durante 5 min sin que falle, y se podrá sujetar mediante un gancho con muelle al arnés del aparato o a un cinturón separado, con objeto de impedir que el aparato se suelte cuando se manipula el cable de seguridad.

2.2 *Aparato respiratorio de evacuación de emergencia (AREE)*

2.2.1 Generalidades

2.2.1.1 Un AREE es un aparato de suministro de aire u oxígeno que se utiliza únicamente durante la evacuación de un compartimiento que contenga una atmósfera peligrosa y que debe ser de un tipo aprobado.

2.2.1.2 Los AREE no serán utilizados para extinguir incendios, entrar en espacios perdidos o tanques que no contengan suficiente oxígeno, ni por los bomberos. En estos casos se utilizará un aparato respiratorio autónomo especialmente concebido para tales situaciones.

2.2.2 Definiciones

2.2.2.1 *Máscara*: protección facial proyectada de modo que se ajuste herméticamente alrededor de los ojos, la nariz y la boca, y que se sujeta en la posición correcta con medios apropiados.

2.2.2.2 *Capucha*: protección que cubre por completo la cabeza y el cuello y que también puede cubrir parte de los hombros.

2.2.2.3 *Atmósfera peligrosa*: cualquier tipo de atmósfera que presente un peligro inmediato para la vida o la salud humanas.

2.2.3 Especificaciones

2.2.3.1 Los AREE se podrán utilizar durante 10 min como mínimo.

2.2.3.2 Los AREE tendrán una capucha o una máscara completa, según proceda, que proteja los ojos, la nariz y la boca durante la evacuación. Las capuchas y las máscaras estarán fabricadas con materiales piroresistentes y tendrán una abertura despejada para que el usuario pueda ver.

2.2.3.3 Un AREE desactivado se podrá transportar sin utilizar las manos.

2.2.3.4 Cuando estén almacenados, los AREE estarán debidamente protegidos del medio ambiente.

2.2.3.5 Los AREE tendrán impresas unas breves instrucciones o diagramas que expliquen claramente su utilización. El procedimiento para ponerse un AREE será rápido y sencillo, en previsión de situaciones en las que se disponga de poco tiempo para escapar de una atmósfera peligrosa.

2.2.4 Marcado

Todo AREE tendrá impresos los requisitos de mantenimiento, la marca del fabricante y el número de serie, su vida útil y la fecha de fabricación, así como el nombre de la autoridad que lo haya aprobado. Todas las unidades de AREE destinadas a la formación estarán claramente marcadas.

Capítulo 4 *Extintores de incendios*

1 **Ámbito de aplicación**

El presente capítulo establece las especificaciones de los extintores de incendios prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2 Homologación

Todos los extintores de incendios serán de un tipo y un proyecto aprobados con arreglo a las directrices elaboradas por la Organización*.

3 Especificaciones técnicas

3.1 Extintores de incendios

3.1.1 Cantidad de agente extintor

3.1.1.1 Todo extintor de polvo seco o de anhídrido carbónico tendrá una capacidad mínima de 5 kg y todo extintor de espuma, una capacidad mínima de 9 l. La masa de los extintores portátiles de incendios no será superior a 23 kg y su capacidad de extinción será al menos equivalente a la de un extintor de carga líquida de 9 l.

3.1.1.2 La Administración determinará las equivalencias entre los extintores.

3.1.2 Recarga

Sólo podrán utilizarse cargas aprobadas al efecto para recargar un extintor de incendios.

3.2 Dispositivos lanzaespuma portátiles

Un dispositivo lanzaespuma portátil constará de una lanza para espuma de tipo eductor que se pueda conectar al colector contraincendios mediante una manguera contraincendios, de un recipiente portátil que contenga como mínimo 20 l de líquido espumógeno y de un recipiente de respeto de líquido espumógeno. La lanza producirá espuma suficiente para combatir un incendio de hidrocarburos, a razón de 1,5 m³/min por lo menos.

Capítulo 5

Sistemas fijos de extinción de incendios por gas

1 Ámbito de aplicación

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas fijos de extinción de incendios por gas, prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

* Véanse las Directrices revisadas aplicables a los extintores portátiles de incendios para usos marinos, aprobadas por la Organización mediante [la resolución A.602\(15\)](#).

2 Especificaciones técnicas

2.1 Generalidades

2.1.1 Agente extintor de incendios

2.1.1.1 Cuando se necesite que el agente extintor proteja más de un espacio, no hará falta que la cantidad del agente extintor disponible sea mayor que la máxima prescrita para cualquiera de los espacios así protegidos.

2.1.1.2 El volumen inicial de aire de los recipientes, convertido en volumen de aire libre, se agregará al volumen total del espacio de máquinas al calcular la cantidad necesaria de agente extintor de incendios. También se podrá instalar una tubería de descarga desde las válvulas de seguridad que conduzca directamente al aire libre.

2.1.1.3 Se proveerán medios para que la tripulación pueda comprobar sin riesgos la cantidad de agente extintor de incendios que hay en los recipientes.

2.1.1.4 Los recipientes de almacenamiento del agente extintor de incendios y los correspondientes accesorios sometidos a presión se proyectarán de conformidad con códigos de prácticas que la Administración juzgue aceptables, habida cuenta de su ubicación y de la temperatura ambiente máxima que quepa esperar en servicio.

2.1.2 Prescripciones relativas a la instalación

2.1.2.1 La disposición del sistema de tuberías de distribución del agente extintor de incendios y el emplazamiento de las boquillas de descarga serán tales que se logre una distribución uniforme del agente extintor.

2.1.2.2 Salvo cuando la Administración autorice otra cosa, los recipientes a presión prescritos para el almacenamiento de un agente extintor de incendios que no sea vapor estarán situados fuera de los espacios protegidos, de conformidad con lo dispuesto en la regla II-2/10.4.3 del Convenio.

2.1.2.3 Las piezas de respeto para el sistema estarán almacenadas a bordo y serán satisfactorias a juicio de la Administración.

2.1.3 Prescripciones relativas al control del sistema

2.1.3.1 Las tuberías que hayan de conducir el agente extintor de incendios a los espacios protegidos llevarán válvulas de control marcadas de modo que indiquen claramente los espacios a que llegan las tuberías. Se tomarán las medidas necesarias para impedir que el agente extintor se descargue involuntariamente en estos espacios. Cuando un espacio de carga provisto de un sistema de extinción de incendios por gas se utilice como espacio para pasajeros, la conexión de gas quedará bloqueada mientras se haga tal uso del espacio. Las tuberías podrán atravesar espacios

de alojamiento a condición de que tengan un espesor considerable y se haya verificado su estanquidad mediante una prueba con una carga estática no inferior a 5 N/mm² después de haber sido instaladas. Además, las tuberías que atraviesen zonas de alojamiento estarán unidas únicamente por soldadura y no tendrán desagües u otras aberturas dentro de tales espacios. Las tuberías no atravesarán espacios refrigerados.

2.1.3.2 Se proveerán los medios necesarios para que una señal acústica automática indique la descarga del agente extintor de incendios en los espacios de carga rodada y otros espacios en los que habitualmente haya personal trabajando o a los que éste tenga acceso. La alarma previa a la descarga se activará automáticamente, por ejemplo, al abrir la puerta del dispositivo de descarga. La alarma sonará durante un tiempo suficiente para evacuar el espacio, y en cualquier caso, 20 s por lo menos antes de que se produzca la descarga del agente extintor. No obstante, en los espacios de carga habituales y en los espacios pequeños (tales como cámaras del compresor, pañoles de pinturas, etc.) en que sólo se vaya a producir una descarga local, no es necesario contar con tal alarma automática.

2.1.3.3 Los medios de control de todo sistema fijo de extinción de incendios por gas serán fácilmente accesibles, de accionamiento sencillo, y estarán agrupados en el menor número posible de puntos y en emplazamientos no expuestos a quedar aislados por un incendio que se declare en el espacio protegido. En cada uno de estos puntos habrá instrucciones claras relativas al funcionamiento del sistema, en las que se tenga presente la seguridad del personal.

2.1.3.4 No se permitirá la descarga automática del agente extintor de incendios, salvo que la autorice la Administración.

2.2 *Sistemas de anhídrido carbónico*

2.2.1 Cantidad de agente extintor de incendios

2.2.1.1 En los espacios de carga, la cantidad disponible de anhídrido carbónico será suficiente, salvo que se disponga otra cosa, para liberar un volumen mínimo de gas igual al 30% del volumen bruto del mayor de los espacios de carga que se deba proteger en el buque.

2.2.1.2 En los espacios de máquinas, la cantidad disponible de anhídrido carbónico será suficiente para liberar un volumen mínimo de gas igual al mayor de los volúmenes siguientes:

- .1** el 40% del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, excluido el volumen de la parte del guardacalor situada encima del nivel en que el área horizontal del guardacalor es igual o inferior al 40% de la zona horizontal del espacio considerado, medida a la mitad de la distancia entre la parte superior del tanque y la parte más baja del guardacalor; o

- .2 el 35% del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, comprendido el guardacalor.

2.2.1.3 Los porcentajes especificados en el párrafo 2.2.1.2 *supra* se podrán reducir al 35% y 30% respectivamente en los buques de carga de arqueo bruto inferior a 2 000 cuando se considere que dos o más espacios de máquinas que no estén completamente separados entre sí constituyen un solo espacio.

2.2.1.4 A los efectos del presente párrafo, el volumen de anhídrido carbónico libre se calculará a razón de 0,56 m³/kg.

2.2.1.5 En los espacios de máquinas, el sistema fijo de tuberías será tal que en un plazo de 2 min pueda descargar el 85% del gas dentro del espacio considerado.

2.2.2 Mandos

Los sistemas de anhídrido carbónico cumplirán las prescripciones siguientes:

- .1 se instalarán dos mandos separados para la descarga de anhídrido carbónico en un espacio protegido y para garantizar la activación de la alarma. Un mando se utilizará para abrir la válvula de las tuberías que conducen el gas hacia el espacio protegido y el otro se utilizará para descargar el gas de las botellas;
- .2 los dos mandos estarán situados dentro de una caja de descarga que indique claramente el espacio de que se trate. Si la caja que contiene los mandos debe estar cerrada con llave, ésta se dejará en un receptáculo con tapa de vidrio que pueda romperse, colocado de manera bien visible junto a la caja.

2.3 Prescripciones relativas a los sistemas de vapor

La caldera o las calderas disponibles para suministrar vapor producirán una evaporación de 1 kg de vapor por hora como mínimo por cada 0,75 m³ del volumen total del mayor de los espacios así protegidos. Además de cumplir las prescripciones anteriores, los sistemas se ajustarán en todos los aspectos a lo que determine la Administración y del modo que ésta juzgue satisfactorio.

2.4 Sistemas a base de productos gaseosos procedentes del combustible utilizado

2.4.1 Generalidades

Si en el buque se produce un gas distinto del anhídrido carbónico o del vapor, según se establece en el párrafo 2.3, y si dicho gas se utiliza como agente extintor, el sistema cumplirá lo prescrito en el párrafo 2.4.2.

2.4.2 Prescripciones relativas a los sistemas

2.4.2.1 Productos gaseosos

El gas será un producto gaseoso procedente del combustible utilizado, cuyo contenido de oxígeno, monóxido de carbono, elementos corrosivos y elementos combustibles sólidos no exceda del límite admisible.

2.4.2.2 Capacidad de los sistemas de extinción de incendios

2.4.2.2.1 Cuando se utilice este gas como agente extintor en un sistema fijo de extinción de incendios para proteger espacios de máquinas, la protección que proporcione será equivalente a la de un sistema fijo que utilice anhídrido carbónico como agente.

2.4.2.2.2 Cuando se utilice este gas como agente extintor en un sistema fijo de extinción de incendios para proteger espacios de carga, la cantidad disponible de dicho gas será suficiente para liberar, cada hora, y durante un periodo de 72 h, un volumen igual al 25% como mínimo del volumen bruto del mayor de los espacios así protegidos.

2.5 *Sistemas fijos de extinción de incendios por gas equivalentes, para los espacios de máquinas y las cámaras de bombas de carga*

Los sistemas fijos de extinción de incendios por gas equivalentes a los especificados en los párrafos 2.2 a 2.4 serán aprobados por la Administración teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización*.

Capítulo 6

Sistemas fijos de extinción de incendios a base de espuma

1 **Ámbito de aplicación**

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas fijos de extinción de incendios a base de espuma, prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

* Véanse las Directrices revisadas para la aprobación de sistemas fijos de extinción de incendios por gas equivalentes a los indicados en el Convenio SOLAS 1974 para los espacios de máquinas y las cámaras de bombas de carga ([MSC/Circ.848](#)) y las Directrices para la aprobación de sistemas fijos de extinción de incendios a base de aerosoles equivalentes a los sistemas fijos de extinción de incendios a base de gas indicados en el Convenio SOLAS 1974, para los espacios de máquinas ([MSC/Circ.1007](#)).

2 Especificaciones técnicas

2.1 Generalidades

Los sistemas fijos de extinción de incendios a base de espuma deberán poder producir una espuma apropiada para extinguir incendios de hidrocarburos.

2.2 *Sistemas fijos de extinción de incendios a base de espuma de alta expansión*

2.2.1 Cantidad y eficacia de los concentrados de espuma

2.2.1.1 Los concentrados de espuma de los sistemas de extinción de incendios a base de espuma de alta expansión serán aprobados por la Administración teniendo en cuenta las directrices adoptadas por la Organización*.

2.2.1.2 Todo sistema fijo de extinción de incendios por espuma de alta expansión prescrito para los espacios de máquinas podrá descargar rápidamente, a través de orificios de descarga, una cantidad de espuma suficiente para llenar el mayor de los espacios protegidos a razón de 1 m de espesor por minuto como mínimo. La cantidad de líquido espumógeno disponible será suficiente para producir un volumen de espuma cinco veces mayor que el volumen del mayor de los espacios protegidos. La relación de expansión de la espuma no excederá de 1 000 a 1.

2.2.1.3 La Administración podrá autorizar instalaciones y regímenes de descarga distintos si estima que proporcionan un grado de protección equivalente.

2.2.2 Prescripciones relativas a la instalación

2.2.2.1 Los conductos de entrega de espuma, las tomas de aire del generador de espuma y el número de unidades productoras de espuma serán tales que, a juicio de la Administración, aseguren una producción y distribución eficaces de la espuma.

2.2.2.2 La disposición de los conductos de entrega de espuma del generador será tal que si se declara un incendio en el espacio protegido, no afectará al equipo productor de espuma. Si los generadores de espuma están adyacentes al espacio protegido, los conductos de entrega de espuma irán instalados de modo que haya una distancia de 450 mm por lo menos entre los generadores y el espacio protegido. Los conductos estarán contruidos de acero y tendrán un espesor no inferior a 5 mm. Además, en las aberturas de los mamparos límite o de las cubiertas que se encuentren

* Véanse las Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de alta expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios (MSC/Circ.670).

entre los generadores de espuma y el espacio protegido, se instalarán válvulas de mariposa de acero inoxidable (de una o varias secciones) de un espesor no inferior a 3 mm. Dichas válvulas de mariposa se activarán automáticamente (por medios eléctricos, neumáticos o hidráulicos) mediante el telemando del generador de espuma conexo.

2.2.2.3 El generador de espuma, sus fuentes de energía, el líquido espumógeno y los medios de control del sistema serán fácilmente accesibles y de accionamiento sencillo y estarán agrupados en el menor número posible de emplazamientos, en lugares que no corran el riesgo de quedar aislados por un incendio que se declare en el espacio protegido.

2.3 *Sistemas fijos de extinción de incendios a base de espuma de baja expansión*

2.3.1 Cantidad y eficacia de los concentrados de espuma

2.3.1.1 Los concentrados de espuma de los sistemas de extinción de incendios por espuma de baja expansión serán aprobados por la Administración teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización*.

2.3.1.2 El sistema podrá descargar a través de orificios fijos de descarga, en no más de 5 min, una cantidad de espuma suficiente para cubrir con una capa de 150 mm de espesor la mayor de las superficies en que haya riesgo de que se derrame combustible líquido. La relación de expansión de la espuma no excederá de 12 a 1.

2.3.2 Prescripciones relativas a la instalación

2.3.2.1 Se proveerán los medios necesarios para distribuir eficazmente la espuma a través de un sistema permanente de tuberías y válvulas o grifos de control a los orificios de descarga apropiados, y para dirigir eficazmente la espuma mediante rociadores fijos hacia los puntos en que haya grave riesgo de incendio dentro del espacio protegido. Los medios de distribución de la espuma serán aceptables para la Administración si se ha demostrado que son eficaces mediante cálculos o ensayos.

2.3.2.2 Los medios de control de todo sistema de este tipo serán fácilmente accesibles y de accionamiento sencillo y estarán agrupados en el menor número posible de emplazamientos, en lugares que no corran el riesgo de quedar aislados por un incendio que se declare en el espacio protegido.

* Véanse las Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de baja expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios (MSC/Circ.582 y Corr.1).

Capítulo 7

Sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua a presión y por nebulización

1 **Ámbito de aplicación**

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua a presión y por nebulización, prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2 **Especificaciones técnicas**

2.1 *Sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua a presión*

2.1.1 Boquillas y bombas

2.1.1.1 Todo sistema fijo de extinción de incendios por aspersión de agua a presión prescrito para los espacios de máquinas estará provisto de boquillas aspersoras de un tipo aprobado.

2.1.1.2 El número y la disposición de las boquillas habrán de ser satisfactorios a juicio de la Administración y asegurarán que el promedio de la distribución eficaz de agua es de 5 l/m²/min como mínimo en los espacios protegidos. Si se considera necesario utilizar regímenes de aplicación mayores, éstos habrán de ser satisfactorios a juicio de la Administración.

2.1.1.3 Se tomarán precauciones para evitar que las boquillas se obturen con las impurezas del agua o por corrosión de las tuberías, toberas, válvulas y bombas.

2.1.1.4 La bomba alimentará simultáneamente, a la presión necesaria, todas las secciones del sistema en cualquier compartimiento protegido.

2.1.1.5 La bomba podrá estar accionada por un motor independiente de combustión interna, pero si su funcionamiento depende de la energía suministrada por el generador de emergencia instalado en cumplimiento de lo dispuesto en la regla II-1/42 o en la regla II-1/43 del Convenio, según proceda, dicho generador podrá arrancar automáticamente en caso de que falle la energía principal, de modo que se disponga en el acto de la energía necesaria para la bomba prescrita en el párrafo 2.1.1.4. El motor de combustión interna independiente para hacer funcionar la bomba estará situado de modo que si se declara un incendio en el espacio o los espacios que se desea proteger, el suministro de aire para el motor no se vea afectado.

2.1.2 Prescripciones relativas a la instalación

2.1.2.1 Se instalarán boquillas que dominen las sentinas, los techos de los tanques y otras zonas en que haya riesgo de que se derrame combustible líquido, así como otros puntos de los espacios de máquinas en que existan peligros concretos de incendio.

2.1.2.2 El sistema podrá dividirse en secciones cuyas válvulas de distribución se puedan manejar desde puntos de fácil acceso situados fuera de los espacios protegidos, de modo que no esté expuesto a quedar aislado por un incendio declarado en el espacio protegido.

2.1.2.3 La bomba y sus mandos estarán instalados fuera del espacio o los espacios protegidos. No debe existir la posibilidad de que en el espacio o los espacios protegidos por el sistema de aspersión de agua, dicho sistema quede inutilizado por un incendio.

2.1.3 Prescripciones relativas al control del sistema

El sistema se mantendrá cargado a la presión correcta y la bomba de suministro de agua comenzará a funcionar automáticamente cuando se produzca un descenso de presión en el sistema.

2.2 *Sistemas equivalentes de extinción de incendios por nebulización*

Los sistemas de extinción de incendios por nebulización para espacios de máquinas y cámaras de bombas de carga serán aprobados por la Administración teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización*.

Capítulo 8

Sistemas automáticos de rociadores, de detección de incendios y de alarma contra incendios

1 **Ámbito de aplicación**

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas automáticos de rociadores, detección de incendios y alarma contra incendios, prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

* Véanse las Alternativas para los sistemas de extinción de incendios a base de halones en los espacios de máquinas y en las cámaras de bombas ([MSC/Circ.668](#)) y la Revisión de los métodos de prueba de los sistemas equivalentes de extinción de incendios a base de agua para los espacios de máquinas de categoría A y las cámaras de bombas de carga que figuran en [la circular MSC/Circ.668 \(MSC/Circ.728\)](#).

2 Especificaciones técnicas

2.1 Generalidades

2.1.1 Tipos de sistemas de rociadores

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. Las saunas se instalarán con un sistema de rociadores de tuberías vacías y la temperatura de funcionamiento de los cabezales rociadores podrá llegar a ser de hasta 140°C.

2.1.2 Sistemas de rociadores equivalentes a los especificados en los párrafos 2.2 a 2.4

Los sistemas automáticos de rociadores equivalentes a los especificados en los párrafos 2.2 a 2.4 serán aprobados por la Administración teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización*.

2.2 Fuentes de suministro de energía

2.2.1 Buques de pasaje

Habrá por lo menos dos fuentes de suministro de energía para la bomba de agua de mar y el sistema automático de alarma y detección. Cuando las fuentes de energía para la bomba sean eléctricas, consistirán en un generador principal y una fuente de energía de emergencia. Para abastecer la bomba habrá una conexión con el cuadro de distribución principal y otra con el cuadro de distribución de emergencia, establecidas mediante alimentadores independientes reservados exclusivamente para este fin. 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, y terminarán en un conmutador inversor automático situado cerca de la bomba de los rociadores. Este conmutador permitirá el suministro de energía desde el cuadro principal mientras se disponga de dicha energía, y estará proyectado de modo que, si falla ese suministro, cambie automáticamente al procedente del cuadro de emergencia. Los conmutadores de los cuadros principal y de emergencia serán claramente designados por placas indicadoras y estarán normalmente cerrados. No se permitirá ningún otro conmutador en estos alimentadores. Una de las fuentes de suministro de energía para el sistema de alarma y detección será una fuente de emergencia. Si una de las fuentes de energía para accionar la bomba es un motor de combustión interna éste, además de cumplir lo dispuesto en el párrafo 2.4.3, estará situado de modo que un incendio en un espacio protegido no dificulte el suministro de aire.

* Véanse las Directrices revisadas para la aprobación de sistemas de rociadores equivalentes a los especificados en la regla II-2/12 del Convenio SOLAS, aprobadas por la Organización mediante [la resolución A.800\(19\)](#).

2.2.2 Buques de carga

Habrá por lo menos dos fuentes de suministro de energ  para la bomba de agua de mar y el sistema fijo de detección de incendios y de alarma. Si la bomba es de accionamiento eléctrico, estará conectada a la fuente de energ  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 energ  para el sistema de alarma y detección será una fuente de emergencia. Si una de las fuentes de energ  para accionar la bomba es un motor de combustión interna éste, además de cumplir lo dispuesto en el párrafo 2.4.3, estará situado de modo que un incendio en un espacio protegido no dificulte el suministro de aire.

2.3 Prescripciones relativas a los componentes

2.3.1 Rociadores

2.3.1.1 Los rociadores serán resistentes a la corrosión del aire marino. En los espacios de alojamiento y de servicio empezarán a funcionar cuando se alcance una temperatura comprendida entre 68 C y 79 C, pero en los lugares tales como cuartos de secado, en los que cabe esperar una alta temperatura ambiente, 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.

2.3.1.2 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 1 000	12
> 1 000	24

El número de cabezales rociadores de respeto de cualquier tipo no excederá del número instalado correspondiente a ese tipo.

2.3.2 Tanques de presión

2.3.2.1 Se instalará un tanque de presión que tenga como mínimo un volumen igual al doble de la carga de agua especificada en el presente párrafo. Dicho tanque contendrá permanentemente una carga de agua dulce equivalente a la que descargará en un minuto la bomba indicada en el párrafo 2.3.3.2, y 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. Existirán medios adecuados para reponer el aire a presión y la carga de agua dulce del tanque. Se instalará un indicador de nivel, de vidrio, que muestre el nivel correcto del agua en el tanque.

2.3.2.2 Se proveerán medios que impidan la entrada de agua de mar en el tanque.

2.3.3 Bombas de los rociadores

2.3.3.1 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.

2.3.3.2 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. Habrá que confirmar la capacidad hidráulica del sistema mediante un examen de los cálculos hidráulicos y, acto seguido, una prueba del sistema, si la Administración lo juzga necesario.

2.3.3.3 La bomba tendrá en el lado de descarga una válvula de prueba con un tubo corto de extremo abierto. El área efectiva de la sección de la válvula y del tubo permitirá la descarga del caudal prescrito de la bomba, sin que cese la presión del sistema especificada en el párrafo 2.3.2.1.

2.4 *Prescripciones relativas a la instalación*

2.4.1 Generalidades

Toda parte del sistema que durante el servicio pueda ser sometida a temperaturas de congelación estará adecuadamente protegida.

2.4.2 Disposición de las tuberías

2.4.2.1 Los rociadores estarán agrupados en secciones separadas, con un máximo de 200 rociadores por sección. En los buques de pasaje ninguna sección de rociadores servirá a más de dos cubiertas ni estará situada en más de una zona vertical principal. No obstante, la Administración podrá permitir que la misma sección de rociadores sirva a más de dos cubiertas o esté situada en más de una zona vertical principal si estima que con ello no se reduce la protección contra incendios del buque.

2.4.2.2 Cada sección de rociadores será susceptible de 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 conexas o en taquillas ubicadas en los troncos de escalera, y su ubicación estará indicada de modo claro y permanente. Se dispondrá de los medios necesarios para impedir el accionamiento de las válvulas de cierre por personas no autorizadas.

2.4.2.3 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.

2.4.2.4 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.

2.4.2.5 En la válvula de cierre de cada sección y en un puesto central se instalará un manómetro que indique la presión del sistema.

2.4.2.6 La toma de agua de mar de la bomba estará situada, siempre que sea posible, en el mismo espacio que la bomba y dispuesta de modo que cuando el buque esté a flote no sea necesario cortar el abastecimiento de agua de mar para la bomba, como no sea a fines de inspección o reparación de ésta.

2.4.3 Emplazamiento de los sistemas

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.

2.5 *Prescripciones relativas al control del sistema*

2.5.1 Disponibilidad

2.5.1.1 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.

2.5.1.2 Se mantendrá el sistema automático de rociadores a la presión necesaria y se tomarán las medidas que aseguren un suministro continuo de agua, tal como se prescribe en el presente capítulo.

2.5.2 Alarma e indicadores

2.5.2.1 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. Los sistemas de alarma serán tales que indiquen cualquier fallo producido en el sistema. Dichos indicadores señalarán en qué 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, y además, se instalará también un indicador que dé alarmas visuales y acústicas en un punto que no se encuentre en los espacios antedichos, a fin de asegurar que la señal de incendio es recibida inmediatamente por la tripulación.

2.5.2.2 En el emplazamiento correspondiente a uno de los indicadores mencionados en el párrafo 2.5.2.1 habrá interruptores para comprobar la alarma y los indicadores de cada sección de rociadores.

2.5.2.3 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. Sin embargo, la Administración podrá permitir el uso de rociadores cuyo caudal de agua, siendo distinto, esté distribuido de modo que a su juicio no sea menos eficaz.

2.5.2.4 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.

2.5.3 Pruebas

Se proveerán medios para comprobar el funcionamiento automático de la bomba si se produce un descenso en la presión del sistema.

Capítulo 9

Sistemas fijos de detección de incendios y de alarma contraincendios

1 Ámbito de aplicación

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas fijos de detección de incendios y de alarma contraincendios prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2 Especificaciones técnicas

2.1 Prescripciones generales

2.1.1 Cuando se haya prescrito un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contraincendios provisto de avisadores de accionamiento manual, dicho sistema estará en condiciones de funcionar inmediatamente en cualquier momento.

2.1.2 El sistema fijo de detección de incendios y de alarma contraincendios no se utilizará para ningún otro fin, pero podrá permitirse el cierre de puertas contraincendios o funciones análogas desde el cuadro de control.

2.1.3 El sistema y el equipo estarán proyectados de modo que resistan las variaciones de tensión y corrientes transitorias, los cambios de temperatura ambiente, las vibraciones, la humedad, los choques, los golpes y la corrosión que normalmente se dan a bordo de los buques.

2.1.4 Dispositivo de localización de zona

Los sistemas fijos de detección de incendios y de alarma contraincendios dotados de dispositivos de localización de zona estarán dispuestos de modo que:

- .1** se provean medios que garanticen que cualquier avería (por ejemplo, un fallo de energía, un cortocircuito, una puesta a tierra) que ocurra en un bucle no deje a todo el bucle fuera de servicio;
- .2** dispongan de todos los medios necesarios que permitan restablecer la configuración inicial del sistema en caso de fallo (por ejemplo, eléctrico, electrónico, informático, etc.);
- .3** la primera alarma contraincendios que se produzca no impida que otro detector inicie nuevas alarmas contraincendios; y
- .4** un bucle no atraviese dos veces un mismo espacio. Cuando ello no sea posible (por ejemplo, en espacios públicos de grandes dimensiones), la parte del bucle que tenga que atravesar por segunda vez un espacio estará instalada a la mayor distancia posible de las demás partes del mismo bucle.

2.2 Fuentes de suministro de energía

El equipo eléctrico que se utilice para hacer funcionar el sistema de detección de incendios y de alarma contraincendios tendrá al menos dos fuentes de suministro de energía, una de las cuales será de emergencia. Para el suministro de energía habrá alimentadores distintos, destinados exclusivamente a este fin. Estos alimentadores llegarán hasta un

conmutador inversor automático situado en el cuadro de control correspondiente al sistema de detección o junto al mismo.

2.3 *Prescripciones relativas a los componentes*

2.3.1 Detectores

2.3.1.1 Los detectores entrarán en acción por efecto del calor, el humo u otros productos de la combustión, o cualquier combinación de estos factores. Los detectores accionados por otros factores que indiquen un comienzo de incendio podrán ser tomados en consideración por la Administración, a condición de que no sean menos sensibles que aquéllos. Los detectores de llamas sólo se utilizarán como complemento de los detectores de humo o de calor.

2.3.1.2 Se certificará que los detectores de humo prescritos para todas las escaleras, corredores y vías de evacuación de los espacios de alojamiento comienzan a funcionar antes de que la densidad del humo exceda del 12,5% de oscurecimiento por metro, pero no hasta que haya excedido del 2%. Los detectores de humo que se instalen en otros espacios funcionarán dentro de unos límites de sensibilidad que sean satisfactorios a juicio de la Administración, teniendo en cuenta la necesidad de evitar tanto la insensibilidad como la sensibilidad excesiva de los detectores.

2.3.1.3 Se certificará que los detectores de calor comienzan a funcionar antes de que la temperatura exceda de 78°C, pero no hasta que haya excedido de 54°C, cuando la temperatura se eleve a esos límites a razón de menos de 1°C por minuto. A regímenes superiores de elevación de la temperatura, el detector de calor entrará en acción dentro de los límites de temperatura que sean satisfactorios a juicio de la Administración, teniendo en cuenta la necesidad de evitar tanto la insensibilidad como la sensibilidad excesiva de los detectores.

2.3.1.4 En los espacios de secado y análogos cuya temperatura ambiente sea normalmente alta, la temperatura de funcionamiento de los detectores de calor podrá ser de hasta 130°C, y de hasta 140°C en las saunas.

2.3.1.5 Todos los detectores serán de un tipo tal que se pueda comprobar su correcto funcionamiento y dejarlos de nuevo en su posición normal de detección sin cambiar ningún componente.

2.4 *Prescripciones relativas a la instalación*

2.4.1 Secciones

2.4.1.1 Los detectores y avisadores de accionamiento manual estarán agrupados por secciones.

2.4.1.2 Una sección de detectores de incendios que dé servicio a un puesto de control, un espacio de servicio o un espacio de alojamiento, no comprenderá un espacio de categoría A para máquinas. En los sistemas fijos de detección de incendios y de alarma contraincendios provistos de detectores que puedan ser identificados individualmente por telemando, un bucle que abarque secciones de detectores de incendios en espacios de alojamiento, de servicio y puestos de control, no contendrá secciones de detectores de incendios de los espacios de máquinas de categoría A.

2.4.1.3 Cuando el sistema de detección de incendios no cuente con medios de identificación individual por telemando de cada detector, no se autorizará normalmente que ninguna sección que dé servicio a más de una cubierta esté instalada en espacios de alojamiento o de servicio ni en puestos de control, salvo cuando dicha sección comprenda una escalera cerrada. A fin de evitar retrasos en la identificación del foco del incendio, el número de espacios cerrados que comprenda cada sección estará limitado según determine la Administración. En ningún caso se autorizará que en una sección cualquiera haya más de 50 espacios cerrados. Si el sistema está provisto de detectores de incendio que puedan identificarse individualmente por telemando, las secciones pueden abarcar varias cubiertas y dar servicio a cualquier número de espacios cerrados.

2.4.1.4 En los buques de pasaje, cuando no haya un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contraincendios por telemando que permita identificar individualmente cada detector, ninguna sección de detectores dará servicio a espacios situados en ambas bandas ni en más de una cubierta, ni tampoco estará instalada en más de una zona vertical principal. No obstante, la misma sección de detectores podrá dar servicio a espacios en más de una cubierta si tales espacios están situados en el extremo proel o popel del buque o están dispuestos de manera que protejan espacios comunes en distintas cubiertas (por ejemplo, cámaras de ventiladores, cocinas, espacios públicos, etc.). En buques de manga inferior a 20 m, la misma sección de detectores podrá dar servicio a espacios situados en ambas bandas del buque. En los buques de pasaje provistos de detectores de incendios identificables individualmente, una misma sección puede dar servicio a espacios situados en ambas bandas y en varias cubiertas, pero no abarcará más de una zona vertical principal.

2.4.2 Disposición de los detectores

2.4.2.1 Los detectores estarán situados de modo que funcionen con una eficacia óptima. Se evitará colocarlos próximos a baos o conductos de ventilación o en otros puntos en que la circulación del aire pueda influir desfavorablemente en su eficacia o donde estén expuestos a recibir golpes o a sufrir daños. Los detectores colocados en posiciones elevadas quedarán a una distancia mínima de 0,5 m de los mamparos, salvo en pasillos, taquillas y escaleras.

2.4.2.2 La separación máxima entre los detectores será la indicada en el siguiente cuadro:

Cuadro 9.1 – Separación entre detectores

Tipo de detector	Superficie máxima de piso por detector	Distancia máxima entre centros	Distancia máxima respecto de los mamparos
Calor	37 m ²	9 m	4,5 m
Humo	74 m ²	11 m	5,5 m

La Administración podrá prescribir o autorizar separaciones distintas de las especificadas en el cuadro anterior si están basadas en datos de pruebas que determinen las características de los detectores.

2.4.3 Disposición de la instalación eléctrica

2.4.3.1 Los cables eléctricos que formen parte del sistema estarán tendidos de modo que no atraviesen cocinas, espacios de máquinas de categoría A ni otros espacios cerrados que presenten un elevado riesgo de incendio, salvo cuando sea necesario disponer en ellos de medios de detección de incendios o de alarma contraincendios o efectuar conexiones con la fuente de energía apropiada.

2.4.3.2 Un bucle de los sistemas de detección de incendios con dispositivo de localización de zona no deberá ser dañado por un incendio en más de un punto.

2.5 Prescripciones relativas al control del sistema

2.5.1 Señales de incendio visuales y acústicas*

2.5.1.1 La activación de uno cualquiera de los detectores o avisadores de accionamiento manual iniciará una señal de incendio visual y acústica en el cuadro de control y en los indicadores. Si las señales no han sido atendidas al cabo de 2 min, sonará automáticamente una señal de alarma en todos los espacios de alojamiento y de servicio de la tripulación, puestos de control y espacios de máquinas de categoría A. No es necesario que este sistema de alarma sonora sea parte integrante del sistema de detección.

* Véase el Código de alarmas e indicadores aprobado por la Organización mediante la resolución A.830(19)..

2.5.1.2 El cuadro de control estará situado en el puente de navegación o en el puesto principal de control con dotación permanente.

2.5.1.3 Los indicadores señalarán, como mínimo, la sección en la que haya entrado en acción un detector o un puesto de llamada de accionamiento manual. Al menos un indicador estará situado de modo que sea fácilmente accesible en todo momento para los tripulantes responsables. Si el cuadro de control se encuentra en el puesto principal de control contraincendios, habrá un indicador situado en el puente de navegación.

2.5.1.4 En cada indicador o a proximidad del mismo habrá información clara que indique los espacios protegidos y el emplazamiento de las secciones.

2.5.1.5 Las fuentes de energía y los circuitos eléctricos necesarios para que funcione el sistema estarán sometidos a vigilancia a fin de detectar pérdidas de energía o fallos, según proceda. Si se produce un fallo, en el cuadro de control se iniciará una señal visual y acústica de fallo, distinta de la señal de incendio.

2.5.2 Pruebas

Se dispondrá de instrucciones adecuadas y de componentes de respeto para las pruebas y operaciones de mantenimiento.

Capítulo 10

Sistemas de detección de humo por extracción de muestras

1 Ámbito de aplicación

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas de detección de humo por extracción de muestras prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2 Especificaciones técnicas

2.1 Prescripciones generales

2.1.1 Por “sistema”, siempre que aparezca este término en el texto del presente capítulo, se entenderá “sistema de detección de humo por extracción de muestras”.

2.1.2 Todo sistema prescrito podrá funcionar continuamente en todo momento, si bien se podrán aceptar sistemas que funcionen conforme al principio de exploración secuencial, a condición de que el intervalo entre dos exploraciones de un mismo emplazamiento garantice un tiempo de respuesta total que sea satisfactorio a juicio de la Administración.

2.1.3 El sistema estará proyectado, construido e instalado de modo que impida la filtración de cualquier sustancia tóxica o inflamable o de agentes extintores al interior de cualquier espacio de alojamiento o de servicio, puesto de control o espacio de máquinas.

2.1.4 El sistema y el equipo estarán proyectados de modo que resistan las variaciones de tensión y las corrientes transitorias, los cambios de temperatura ambiente, las vibraciones, la humedad, los choques, los golpes y la corrosión que se dan normalmente a bordo de los buques, y se evite la posibilidad de ignición de una mezcla inflamable de gas y aire.

2.1.5 El sistema será de un tipo que permita comprobar su correcto funcionamiento y dejarlo de nuevo en su estado normal de vigilancia sin cambiar ningún componente.

2.1.6 Se proveerá una fuente sustitutiva de energía para el equipo eléctrico destinado a hacer funcionar el sistema.

2.2 *Prescripciones relativas a los componentes*

2.2.1 El sensor estará homologado para garantizar que entre en acción antes de que la densidad del humo dentro de la cámara de detección exceda del 6,65% de oscurecimiento por metro.

2.2.2 Los ventiladores extractores de muestras se instalarán por duplicado. Su capacidad será suficiente para funcionar en condiciones normales de ventilación en la zona protegida y su tiempo total de respuesta será satisfactorio a juicio de la Administración.

2.2.3 En el cuadro de control se podrá observar el humo en la tubería de muestreo de que se trate.

2.2.4 Se proveerán medios para supervisar el flujo de aire a través de las tuberías de muestreo y para garantizar que, en la medida de lo posible, se extraigan cantidades idénticas de cada acumulador interconectado.

2.2.5 Las tuberías de muestreo tendrán como mínimo 12 mm de diámetro interior, salvo cuando se utilicen en combinación con sistemas fijos de extinción de incendios por gas, en cuyo caso, el diámetro mínimo de la tubería habrá de ser suficiente para permitir la descarga del gas extintor al régimen apropiado.

2.2.6 Las tuberías de muestreo irán provistas de un dispositivo para purgarlas periódicamente con aire comprimido.

2.3 *Prescripciones relativas a la instalación*

2.3.1 Acumuladores de humo

2.3.1.1 En todo espacio cerrado para el que se prescriba la detección de humo habrá por lo menos un acumulador de humo. No obstante, cuando se trate de espacios proyectados para el transporte de hidrocarburos o de carga refrigerada, alternando con cargas para las cuales se requiera un sistema de extracción de muestras de humo, se podrán instalar medios para que en tales compartimientos los acumuladores de humo queden aislados del sistema. Dichos medios habrán de ser satisfactorios a juicio de la Administración.

2.3.1.2 Los acumuladores de humo estarán situados de modo que su eficacia sea óptima y espaciados de modo que ningún punto de la superficie del techo diste más de 12 m en sentido horizontal de un acumulador. Cuando los sistemas se utilicen en espacios que puedan ser ventilados mecánicamente, se estudiará la ubicación de los acumuladores de humo teniendo en cuenta los efectos de la ventilación.

2.3.1.3 Los acumuladores de humo se instalarán en lugares en que sea improbable que reciban golpes o sufran daños materiales.

2.3.1.4 No se conectarán más de cuatro acumuladores a cada punto de muestreo.

2.3.1.5 No se conectarán al mismo punto de muestreo acumuladores de humo de distintos espacios cerrados.

2.3.2 Tuberías de muestreo

2.3.2.1 Las tuberías de muestreo estarán dispuestas de modo que se pueda identificar rápidamente el lugar del incendio.

2.3.2.2 Las tuberías de muestreo serán de drenaje automático y estarán adecuadamente protegidas contra los golpes y los daños que puedan ocasionar las operaciones de carga.

2.4 *Prescripciones relativas al control del sistema*

2.4.1 Señales de incendio visuales y acústicas

2.4.1.1 El cuadro de control estará situado en el puente de navegación o en el puesto central de control con dotación permanente.

2.4.1.2 En el cuadro de control o junto a él habrá información clara que indique los espacios protegidos.

2.4.1.3 La detección de humo o de otros productos de la combustión producirá una señal visual y acústica en el cuadro de control y en el puente de navegación o en el puesto central de control con dotación permanente.

2.4.1.4 Las fuentes de energía necesarias para que funcione el sistema tendrán dispositivos que indiquen la posible pérdida de energía. Toda pérdida de energía producirá en el cuadro de control y en el puente de navegación una señal visual y acústica, distinta de la señal que indica la presencia de humo.

2.4.2 Pruebas

Se facilitarán instrucciones adecuadas y componentes de respeto para las pruebas y operaciones de mantenimiento del sistema.

Capítulo 11

Sistemas de alumbrado a baja altura

1 Ámbito de aplicación

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas de alumbrado a baja altura, prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2 Especificaciones técnicas

2.1 Prescripciones generales

Todo sistema de alumbrado a baja altura prescrito estará aprobado por la Administración teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización* o una norma internacional aceptable para la Organización[†].

Capítulo 12

Bombas fijas contraincendios de emergencia

1 Ámbito de aplicación

El presente capítulo establece las especificaciones de las bombas contra-incendios prescritas en el capítulo II-2 del Convenio. El presente capítulo no es aplicable a los buques de pasaje de arqueo bruto igual o superior a 1 000. Véanse las prescripciones de la regla II-2/10.2.2.3.1.1 del Convenio aplicables a dichos buques.

* Véanse las Directrices para la evaluación, el ensayo y la aplicación del alumbrado a baja altura de los buques de pasaje, aprobadas por la Organización mediante [la resolución A.752\(18\)](#).

[†] Véanse las recomendaciones de la Organización Internacional de Normalización, en particular la publicación ISO 15370:2001 sobre alumbrado a baja altura de los buques de pasaje.

2 Especificaciones técnicas

2.1 Generalidades

Las bombas contraincendios de emergencia tendrán un suministro eléctrico independiente.

2.2 Prescripciones relativas a los componentes

2.2.1 Bombas contraincendios de emergencia

2.2.1.1 Capacidad de las bombas

La capacidad de las bombas no será inferior al 40% de la capacidad total de las bombas contraincendios prescritas en la regla II-2/10.2.2.4.1 del Convenio ni, en ningún caso, inferior a:

- .1 25 m³/h, para los buques de pasaje de arqueo bruto inferior a 1 000 y para los buques de carga de arqueo bruto igual o superior a 2 000; y
- .2 15 m³/h, para los buques de carga de arqueo bruto inferior a 2 000.

2.2.1.2 Presión de las bocas contraincendios

Cuando la bomba esté descargando la cantidad de agua prescrita en el párrafo 2.2.1.1, la presión en cualquiera de las bocas contraincendios no será inferior a la presión mínima prescrita en el capítulo II-2 del Convenio.

2.2.1.3 Altura de aspiración

La altura de aspiración total y la altura de aspiración neta positiva de la bomba se determinarán teniendo debidamente en cuenta las prescripciones del Convenio y del presente capítulo respecto de la capacidad de la bomba y la presión de las bocas contraincendios, cualesquiera que sean las condiciones de escora, asiento, balance y cabeceo que se puedan dar en servicio. No es necesario considerar que la condición en lastre, de un buque que entre o salga de un dique seco, es una condición de servicio.

2.2.2 Motores diesel y tanques de combustible

2.2.2.1 Arranque del motor diesel

Toda fuente de energía accionada por un motor diesel para el funcionamiento de la bomba podrá arrancar fácilmente en frío, a una temperatura de 0°C, por medio de una manivela (manualmente). Si esto no es factible, o si es probable que se den temperaturas más bajas, se considerará la conveniencia de instalar y mantener dispositivos calefactores que sean aceptables a juicio de la Administración y aseguren un pronto arranque. Cuando no resulte factible utilizar el arranque manual, la Administración podrá autorizar el empleo de otros medios de arranque que permitan poner en funcionamiento la fuente de energía accionada por un motor diesel seis veces como mínimo durante un periodo de 30 min, y al menos dos veces en los primeros 10 min.

2.2.2.2 Capacidad del tanque de combustible

Todo tanque de combustible de servicio contendrá una cantidad suficiente de combustible para que la bomba pueda funcionar a plena carga durante 3 h como mínimo, y fuera del espacio de máquinas de categoría A se dispondrá de una reserva suficiente de combustible para que la bomba pueda funcionar a plena carga durante otras 15 h.

Capítulo 13

Disposición de los medios de evacuación

1 **Ámbito de aplicación**

El presente capítulo establece las especificaciones de los medios de evacuación, prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2 **Buques de pasaje**

2.1 *Anchura de las escaleras*

2.1.1 Prescripciones básicas relativas a la anchura de las escaleras

La anchura libre de las escaleras no será inferior a 900 mm. La anchura libre mínima de las escaleras se aumentará en 10 mm por cada persona que sobrepase las 90. Se supondrá que el número total de personas que serán evacuadas por dichas escaleras será igual a dos tercios de la tripulación más el número total de pasajeros que haya en las zonas en que se encuentren las escaleras. La anchura de las escaleras no será inferior a la establecida en el párrafo 2.1.2.

2.1.2 Método para calcular la anchura de las escaleras

2.1.2.1 Principios básicos para el cálculo

2.1.2.1.1 Este método de cálculo permite establecer la anchura mínima de las escaleras de cada nivel de cubierta, teniendo en cuenta las escaleras sucesivas que conducen a la escalera considerada.

2.1.2.1.2 En el método de cálculo se considerará la evacuación de los espacios cerrados que haya dentro de cada zona vertical principal y se tendrán en cuenta todas las personas que utilicen los troncos de escalera de cada zona, aun cuando utilicen la escalera a partir de otra zona vertical.

2.1.2.1.3 Para cada zona vertical principal, se efectuarán los cálculos correspondientes a las horas nocturnas (caso 1) y a las diurnas (caso 2), y para determinar la anchura de las escaleras de cada cubierta considerada se utilizará la mayor de las dimensiones obtenidas.

2.1.2.1.4 El cálculo de la anchura de las escaleras se basará en el número de tripulantes y pasajeros de cada cubierta. El número de ocupantes será el indicado por el proyectista para los espacios de alojamiento de los pasajeros y de la tripulación, los espacios de servicio, de gobierno y de máquinas. A efectos del cálculo, la capacidad máxima de un espacio público estará dada por uno de los dos valores siguientes: el número de asientos o de plazas análogas, o el número obtenido asignando 2 m^2 de superficie bruta de cubierta a cada persona.

2.1.2.2 Método para calcular el valor mínimo

2.1.2.2.1 Fórmula básica

Para determinar en cada caso particular la anchura de la escalera, de modo que permita la evacuación en tiempo oportuno de las personas que se dirijan hacia los puestos de reunión desde cubiertas adyacentes situadas por encima y por debajo, se utilizarán los métodos de cálculo siguientes (véanse las figuras 1 y 2):

si une dos cubiertas: $W = (N_1 + N_2) \times 10 \text{ mm};$

si une tres cubiertas: $W = (N_1 + N_2 + 0,5N_3) \times 10 \text{ mm};$

si une cuatro cubiertas: $W = (N_1 + N_2 + 0,5N_3 + 0,25N_4) \times 10 \text{ mm};$ y

si une cinco o más cubiertas, la anchura de la escalera se determinará aplicando a la cubierta considerada y a la cubierta consecutiva la fórmula anterior correspondiente a cuatro cubiertas, siendo:

$W =$ anchura requerida del escalón entre los pasamanos de la escalera.

El valor calculado de W se podrá reducir cuando se disponga de una zona de rellano S en la escalera, a nivel de la cubierta, sustrayendo P de Z , siendo:

$$P = S \times 3,0 \text{ personas/m}^2; \text{ y } P_{\text{max}} = 0,25Z$$

donde:

$Z =$ número total de personas que está previsto evacuar de la cubierta en cuestión;

$P =$ número de personas que se refugian temporalmente en el rellano de la escalera, el cual se puede sustraer de Z hasta un valor máximo de $P = 0,25Z$ (se redondeará al número entero inferior más próximo);

$S =$ área (m^2) de la superficie del rellano, menos el área de la superficie necesaria para abrir las puertas, menos el área de la superficie necesaria para unirse al flujo de la escalera (véase la figura 1);

N = número total de personas que está previsto que utilicen la escalera procedentes de cada cubierta sucesiva considerada; N_1 es el valor que corresponde a la cubierta con el mayor número de personas que vayan a utilizar dicha escalera; N_2 es el valor que corresponde a la cubierta con el segundo mayor número de personas que se unen directamente al flujo de la escalera, de modo que cuando se calcule la anchura de la escalera para cada nivel de cubierta, $N_1 > N_2 > N_3 > N_4$ (véase la figura 2). Se supone que tales cubiertas se encuentran al nivel o por encima (es decir, alejadas de la cubierta de embarco) de la cubierta considerada.

2.1.2.2.2 Distribución de las personas

2.1.2.2.2.1 Las dimensiones de las vías de evacuación se calcularán basándose en el número total de personas que esté previsto evacuar por la escalera y a través de puertas, pasillos y rellanos (véase la figura 3). Se harán cálculos por separado para los dos casos de ocupación de los espacios indicados a continuación. La dimensión escogida para cada elemento de la vía de evacuación no será inferior a la mayor de las dimensiones calculadas para cada caso:

Caso 1: Pasajeros en camarotes con todas las literas ocupadas; tripulantes en camarotes ocupando $\frac{2}{3}$ del número total de literas; y espacios de servicio ocupados por un $\frac{1}{3}$ de la tripulación.

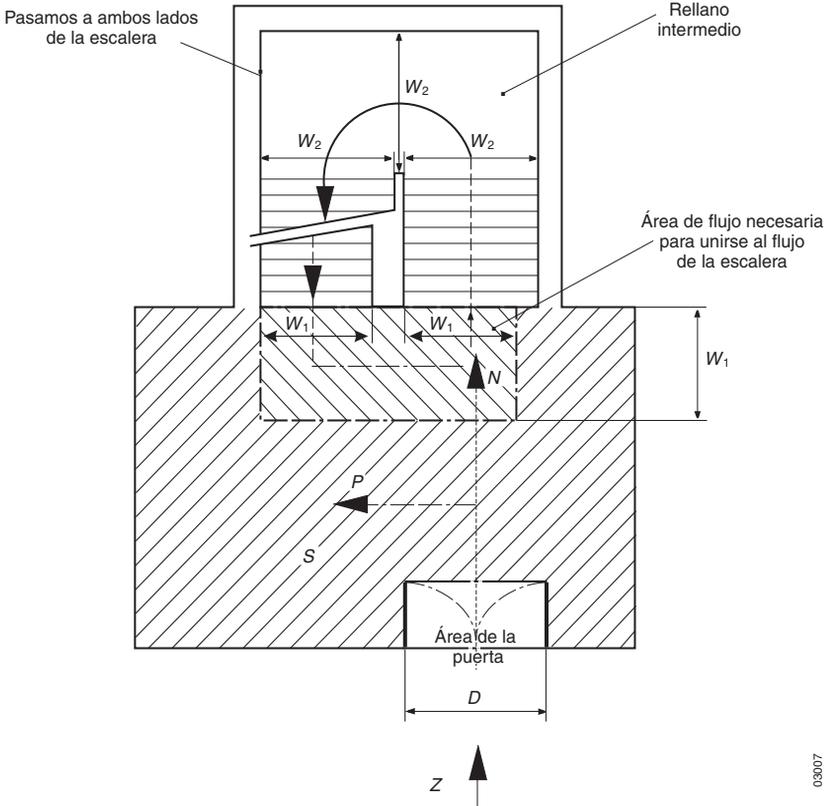
Caso 2: Pasajeros en espacios públicos ocupando $\frac{3}{4}$ de su capacidad máxima; tripulantes en espacios públicos ocupando $\frac{1}{3}$ de su capacidad máxima; espacios de servicio ocupados por $\frac{1}{3}$ de los tripulantes; y alojamientos de la tripulación ocupados por $\frac{1}{3}$ de ésta.

2.1.2.2.2.2 Por lo que respecta solamente al cálculo de la anchura de las escaleras, no se debe suponer que el número máximo de personas que hay en una zona vertical, incluidas las personas que lleguen a la escalera procedentes de otra zona vertical principal, es superior al número máximo de personas que el buque esté autorizado a llevar a bordo.

2.1.3 Prohibición de reducir la anchura en la dirección que conduce al puesto de reunión*

La anchura de la escalera no se reducirá en la dirección de evacuación hacia el puesto de reunión. En los casos en que haya varios puestos de reunión en una zona vertical principal la anchura de la escalera no se reducirá en la dirección de evacuación hacia el puesto de reunión más alejado.

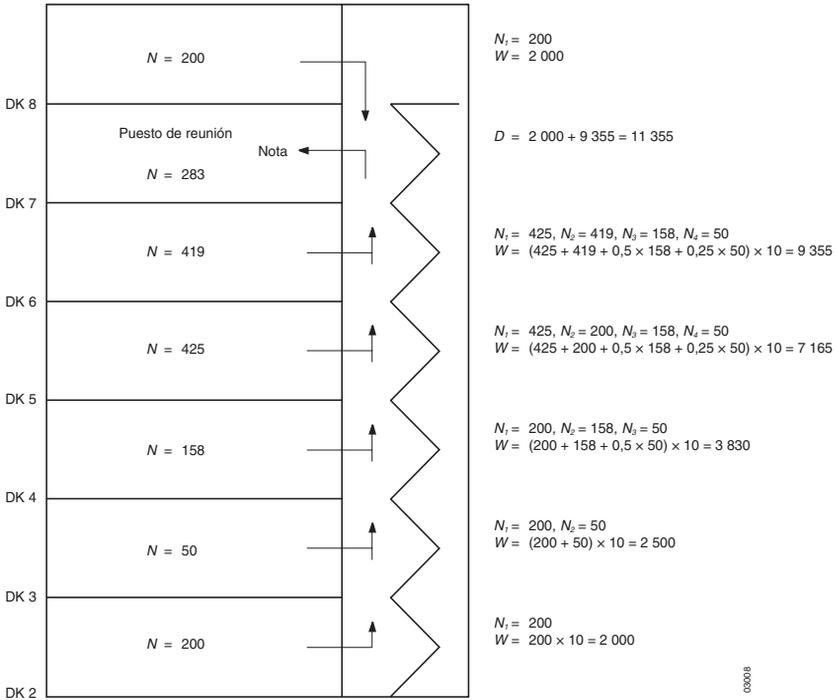
* Véase la Indicación de los “puestos de reunión” en los buques de pasaje (MSC/Circ.777).



03007

- P = $S \times 3 \text{ personas/m}^2$ = el número de personas que se refugian en el rellano hasta un valor máximo de $P = 0,25Z$
- N = $Z - P$ = el número de personas que entran directamente en la escalera desde una cubierta
- Z = el número de personas que se prevé evacuar de la cubierta en cuestión
- S = área (m^2) de la superficie del rellano después de sustraer el área de la superficie necesaria para unirse al flujo de la escalera y el área de la superficie necesaria para abrir las puertas. El área del rellano es la suma del área de flujo, el área excedente del rellano y el área de la puerta
- D = anchura de las puertas de salida al área del rellano de la escalera (mm)

Figura 1 – Cálculo del rellano para la reducción de la anchura de la escalera



Z (pers) = número de personas que se prevé evacuar por la escalera
 N (pers) = número de personas que entran directamente en la escalera desde una cubierta

W (mm) = $(N_1 + N_2 + 0,5 \times N_3 + 0,25 \times N_4) \times 10$ = anchura calculada de la escalera

D (mm) = anchura de las puertas de salida

$N_1 > N_2 > N_3 > N_4$ siendo:

N_1 (pers) = la cubierta con el mayor número N de personas que entran directamente en la escalera

N_2 (pers) = la cubierta con el segundo mayor número N de personas que entran directamente en la escalera, etc.

Nota: Las puertas que dan al puesto de reunión tendrán una anchura total de 11 325 mm.

Figura 2 - Ejemplo de cálculo de la anchura mínima de la escalera (W)

Capítulo 13: Disposición de los medios de evacuación

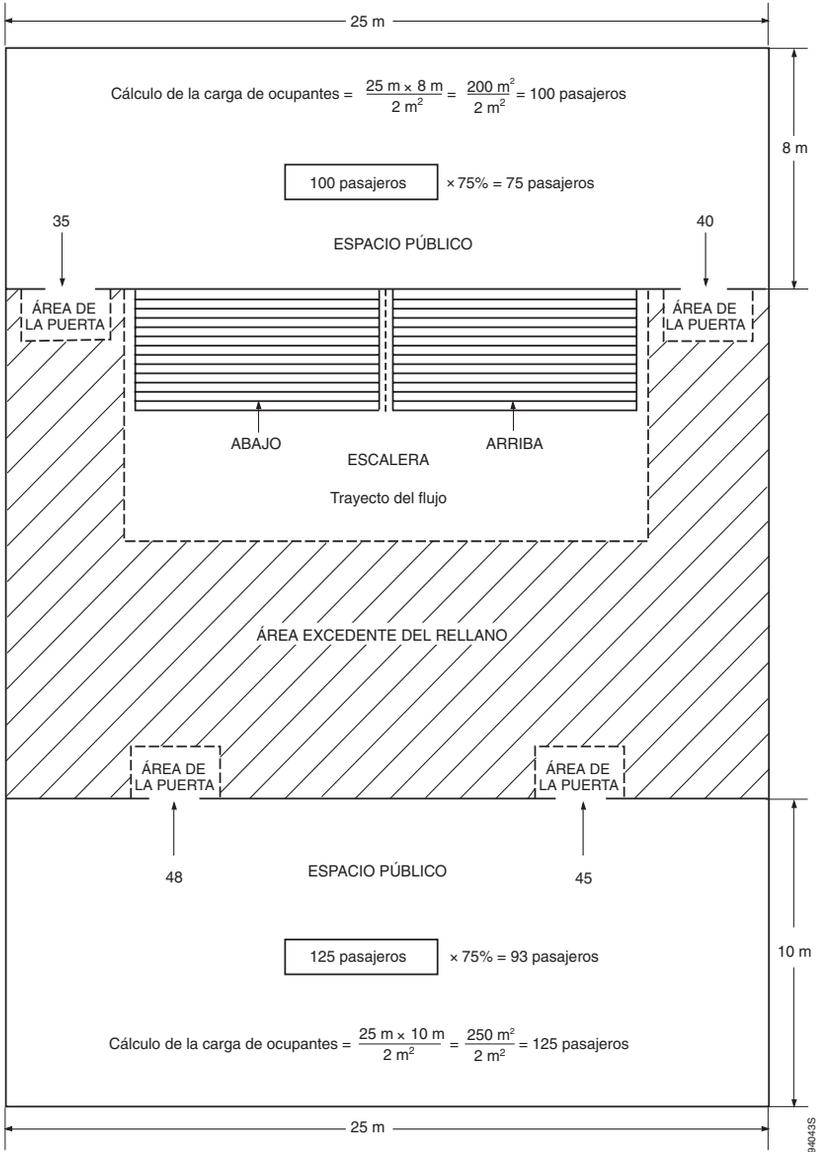


Figura 3 - Ejemplo del cálculo de la carga de ocupantes

2.2 *Pormenores de las escaleras*

2.2.1 Pasamanos

Las escaleras irán provistas de pasamanos a cada lado. La anchura libre máxima entre pasamanos será de 1 800 mm.

2.2.2 Alineación de las escaleras

Todas las escaleras previstas para más de 90 personas irán alineadas en sentido longitudinal.

2.2.3 Elevación vertical e inclinación

Las escaleras no tendrán una elevación vertical superior a 3,5 m sin disponer de un rellano, y su ángulo de inclinación no será superior a 45°.

2.2.4 Rellanos

Los rellanos a nivel de cada cubierta no tendrán una superficie inferior a 2 m², la cual se aumentará en 1 m² por cada 10 personas previstas que sobrepasen las 20, aunque no es necesario que excedan de 16 m², salvo cuando se trate de rellanos utilizados en los espacios públicos que tengan acceso directo al tronco de escalera.

2.3 *Puertas y pasillos*

2.3.1 Las puertas, los pasillos y los rellanos intermedios incluidos en los medios de evacuación tendrán unas dimensiones análogas a las de las escaleras.

2.3.2 La anchura total de las puertas de salida de las escaleras que conducen a los puestos de reunión no será inferior a la anchura total de las escaleras que conduzcan a esa cubierta.

2.4 *Vías de evacuación hacia la cubierta de embarco*

2.4.1 Puesto de reunión

Se debe tener presente que las vías de evacuación que conducen a la cubierta de embarco pueden incluir un puesto de reunión. En tal caso, habrá que tomar en consideración las prescripciones sobre prevención de incendios y las dimensiones de pasillos y puertas que conduzcan del tronco de escalera al puesto de reunión y de este último a la cubierta de embarco, habida cuenta de que la evacuación de las personas desde los puestos de reunión a los lugares de embarco se efectuará en pequeños grupos supervisados.

2.4.2 Vías de evacuación entre el puesto de reunión y el lugar de embarco en las embarcaciones de supervivencia

Cuando se reúna a los pasajeros y la tripulación en un puesto de reunión que no sea el lugar de embarco en las embarcaciones de supervivencia, la anchura de la escalera y las dimensiones de las puertas que conduzcan del

puesto de reunión a dicho lugar no se calculará en función del número de personas que haya en los grupos supervisados. No es necesario que la anchura de dichas escaleras y puertas sea superior a 1 500 mm, a menos que se requieran dimensiones mayores para la evacuación de esos espacios en condiciones normales.

2.5 Planos de los medios de evacuación

2.5.1 Se proporcionarán planos de los medios de evacuación en los que se indique:

- .1** el número de tripulantes y pasajeros en todos los espacios normalmente ocupados;
- .2** el número de tripulantes y pasajeros que se prevea evacuar por las escaleras, las puertas, los pasillos y los rellanos;
- .3** los puestos de reunión y lugares de embarco en las embarcaciones de supervivencia;
- .4** las vías de evacuación principales y secundarias; y
- .5** la anchura de las escaleras, las puertas, los pasillos y las zonas de los rellanos.

2.5.2 Los planos de los medios de evacuación irán acompañados de cálculos detallados que determinen la anchura de las escaleras, las puertas, los pasillos y las zonas de los rellanos que se utilicen para la evacuación.

3 Buques de carga

Las escaleras y los pasillos que se utilicen como vías de evacuación tendrán una anchura libre mínima de 700 mm y un pasamanos en uno de los lados. Las escaleras y los pasillos cuya anchura libre sea igual o superior a 1 800 mm tendrán pasamanos a ambos lados. La anchura libre es la distancia entre el pasamanos y el mamparo del otro lado o entre los pasamanos. El ángulo de inclinación de las escaleras será, en general, de 45°, pero no excederá de 50°, y en los espacios de máquinas y espacios reducidos no será superior a 60°. Las puertas que den acceso a una escalera tendrán la misma anchura que la escalera.

Capítulo 14

Sistemas fijos a base de espuma instalados en cubierta

1 Ámbito de aplicación

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas fijos a base de espuma instalados en cubierta, prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2 Especificaciones técnicas

2.1 Generalidades

2.1.1 Los dispositivos de producción de espuma podrán lanzar ésta sobre toda la superficie de la cubierta correspondiente a los tanques de carga, así como en el interior de cualquiera de los tanques correspondientes a la parte de cubierta que haya sufrido daños.

2.1.2 El sistema de espuma instalado en cubierta podrá utilizarse fácilmente y con rapidez.

2.1.3 El funcionamiento, al régimen prescrito, del sistema a base de espuma instalado en cubierta, permitirá la utilización simultánea del número mínimo de chorros de agua exigido, a la presión prescrita, proporcionados por el colector contraincendios.

2.2 Prescripciones relativas a los componentes

2.2.1 Soluciones espumosas y concentrados de espuma

2.2.1.1 El régimen de suministro de solución espumosa no será inferior al mayor de los valores siguientes:

- .1** 0,6 l/min por m² de la superficie de cubierta correspondiente a los tanques de carga, entendiéndose por superficie de cubierta correspondiente a los tanques de carga la manga máxima del buque multiplicada por la extensión longitudinal total de los espacios destinados a los tanques de carga;
- .2** 6 l/min por m² de la superficie horizontal del tanque que tenga la sección horizontal de mayor área; o
- .3** 3 l/min por m² de la superficie protegida por el mayor cañón lanzador, encontrándose toda esa superficie a proa de dicho cañón, y sin que la descarga pueda ser inferior a 1 250 l/min.

2.2.1.2 Se suministrará concentrado de espuma en cantidad suficiente para asegurar que, como mínimo, se produce espuma durante 20 min en los buques tanque provistos de un sistema de gas inerte, o durante 30 min en los buques tanque que no estén provistos de dicho sistema, cuando se utilice el mayor de los regímenes estipulados en el párrafo 2.2.1.1. La relación de expansión de la espuma (es decir, la relación entre el volumen de espuma producida y el volumen de la mezcla de agua y concentrado espumógeno suministrado) no excederá en general de 12 a 1. Cuando los sistemas produzcan esencialmente espuma de baja expansión, pero con una relación de expansión ligeramente superior a la de 12 a 1, la cantidad de solución espumosa disponible se calculará como si se fuera a utilizar en sistemas con una relación de expansión de 12 a 1*. Si se emplea una

* Véanse las Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de baja expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios (MSC/Circ.582 y Corr.1).

relación media de expansión de espuma* (entre 50 a 1 y 150 a 1), el régimen de aplicación de la espuma y la capacidad de la instalación de cañones lanzadores serán satisfactorios a juicio de la Administración.

2.2.2 Cañones y lanzaespumas

2.2.2.1 La espuma procedente del sistema será proyectada por cañones y lanzaespumas. Cada uno de los cañones podrá abastecer el 50% como mínimo del caudal correspondiente a los regímenes señalados en los párrafos 2.2.1.1.1 y 2.2.1.1.2. En buques tanque de peso muerto inferior a 4 000 toneladas, la Administración podrá no exigir instalaciones de cañones y aceptar lanzaespumas únicamente. Sin embargo, en este caso, cada lanzaespuma tendrá una capacidad equivalente al 25% por lo menos de los regímenes de suministro señalados en los párrafos 2.2.1.1.1 ó 2.2.1.1.2.

2.2.2.2 La capacidad de un cañón será, como mínimo, de 3 l/min de solución espumosa por m² de superficie de la cubierta protegida por el cañón de que se trate, encontrándose toda esa superficie a proa de dicho cañón. Dicha capacidad no será inferior a 1 250 l/min.

2.2.2.3 La capacidad de un lanzaespuma no será inferior a 400 l/min, y su alcance, con el aire totalmente en reposo, no será inferior a 15 m.

2.3 *Prescripciones relativas a la instalación*

2.3.1 Puesto principal de control

El puesto principal de control del sistema estará en una posición convenientemente situada fuera de la zona de carga, adyacente a los espacios de alojamiento, y se podrá acceder a él y hacerlo funcionar fácilmente si se declara un incendio en las zonas protegidas.

2.3.2 Cañones

2.3.2.1 El número y el emplazamiento de los cañones cumplirán lo dispuesto en el párrafo 2.1.1.

2.3.2.2 La distancia desde el cañón hasta el extremo más alejado de la zona protegida por delante del mismo, no será superior al 75% del alcance del cañón con el aire totalmente en reposo.

2.3.2.3 Se instalarán un cañón y una conexión de manguera para el lanzaespuma a babor y a estribor, en la fachada de la toldilla o de los espacios de alojamiento encarados a la cubierta correspondiente a los tanques de carga. En los buques tanque de peso muerto inferior a 4 000 toneladas se instalará una conexión de manguera para el

* Véanse las Directrices para la aplicación de criterios de comportamiento y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de media expansión utilizados en los sistemas fijos de extinción de incendios (MSC/Circ.798).

lanzaespuma a babor y a estribor de la fachada de la toldilla o de los espacios de alojamiento que den a la cubierta correspondiente a los tanques de carga.

2.3.3 Lanzaespumas

2.3.3.1 Se proveerán como mínimo cuatro lanzaespumas. El número y el emplazamiento de los orificios de descarga del colector de espuma serán tales que al menos con dos de los lanzaespumas se pueda dirigir la espuma hacia cualquier parte de la superficie de la cubierta correspondiente a los tanques de carga.

2.3.3.2 Los lanzaespumas estarán dispuestos de modo que aseguren flexibilidad de las operaciones de lucha contra incendios y cubran las zonas que no pueden alcanzar los cañones.

2.3.4 Válvulas de aislamiento

Se instalarán válvulas en el colector de espuma, así como en el colector contraincendios cuando éste sea parte integrante del sistema a base de espuma instalado en cubierta, inmediatamente por delante de cada cañón, a fin de poder aislar cualquier sección averiada de dichos colectores.

Capítulo 15 *Sistemas de gas inerte*

1 **Ámbito de aplicación**

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas de gas inerte, prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2 **Especificaciones técnicas**

2.1 *Generalidades*

2.1.1 En el presente capítulo, la expresión tanques de carga incluye también los tanques de decantación.

2.1.2 El sistema de gas inerte a que se hace referencia en el capítulo II-2 del Convenio se proyectará, construirá y someterá a prueba de un modo que la Administración juzgue satisfactorio. Dicho sistema estará proyectado* y será utilizado de tal manera que la atmósfera de los tanques de carga no sea inflamable en ningún momento, salvo cuando sea necesario que

* Véanse las Normas revisadas para el proyecto, la prueba y el emplazamiento de los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga de los buques tanque ([MSC/Circ.677](#) enmendada por [la circular MSC/Circ.1009](#)) y los Factores revisados que procede tener en cuenta al proyectar los medios de respiración y desgasificación de los tanques de carga ([MSC/Circ.731](#)).

tales tanques estén desgasificados. Cuando el sistema de gas inerte no pueda satisfacer la prescripción operacional anterior y se haya considerado impracticable efectuar una reparación, no se reanudará la descarga, el deslastrado o la limpieza necesaria de los tanques hasta que se hayan cumplido las “condiciones de emergencia” estipuladas en las Directrices sobre sistemas de gas inerte*.

2.1.3 Funciones exigidas

El sistema podrá:

- .1 inertizar tanques de carga vacíos por reducción del contenido de oxígeno de la atmósfera de cada tanque a un nivel en que la combustión no sea posible;
- .2 mantener la atmósfera en cualquier parte de cualquier tanque de carga con un contenido de oxígeno que no exceda del 8% del volumen total y a una presión positiva en todo momento, tanto en puerto como en la mar, salvo cuando sea necesario que el tanque esté desgasificado;
- .3 eliminar la necesidad de introducir aire en un tanque durante las operaciones normales, salvo cuando sea necesario que el tanque esté desgasificado; y
- .4 purgar de gases hidrocarbúricos los tanques de carga vacíos, de modo que las ulteriores operaciones de desgasificación no creen en ningún momento una atmósfera inflamable dentro del tanque.

2.2 Prescripciones relativas a los componentes

2.2.1 Suministro de gas inerte

2.2.1.1 El gas inerte suministrado podrá ser gas de combustión tratado, procedente de las calderas principales o auxiliares. La Administración podrá aceptar sistemas que utilicen gas de combustión de uno o más generadores de gas distintos o de otras fuentes, o de una combinación de ambas posibilidades, siempre que se obtenga un grado de seguridad equivalente. Dichos sistemas cumplirán en la medida de lo posible con lo prescrito en el presente capítulo. No se admitirán sistemas que utilicen anhídrido carbónico almacenado a menos que, a juicio de la Administración, el riesgo de ignición debido a la electricidad estática que pueda generar el sistema, sea mínimo.

2.2.1.2 El sistema podrá suministrar gas inerte a los tanques de carga a razón de un 125% por lo menos, del régimen máximo de la capacidad de descarga del buque, expresado en términos volumétricos.

* Véanse la Aclaración de las prescripciones sobre sistemas de gas inerte del SOLAS 1974, enmendado (MSC/Circ.485) y las Directrices revisadas sobre sistemas de gas inerte (MSC/Circ.353), enmendada por la circular MSC/Circ.387.

2.2.1.3 El sistema podrá suministrar gas inerte con un contenido de oxígeno que no exceda del 5% en volumen en el colector de gas inerte conectado a los tanques de carga, sea cual fuere el régimen de flujo requerido.

2.2.1.4 En el generador de gas inerte se instalarán dos bombas para combustible líquido. La Administración podrá autorizar la instalación de una sola bomba a condición de que se lleven a bordo piezas de respeto suficientes para la bomba y su motor primario, de modo que la tripulación del buque pueda corregir los fallos de ambos.

2.2.2 Lavadores

2.2.2.1 Se instalará un lavador de gases de combustión que enfríe eficazmente el volumen de gas indicado en los párrafos 2.2.1.2 y 2.2.1.3 y elimine sólidos y productos de la combustión del azufre. La instalación abastecedora del agua de enfriamiento será tal que siempre proporcione el agua suficiente, sin perturbar ningún servicio esencial del buque. Se dispondrá además, de otra fuente de agua de enfriamiento.

2.2.2.2 Se instalarán filtros o dispositivos equivalentes para reducir al mínimo la cantidad de agua que pueda llegar a los ventiladores impelentes del gas inerte.

2.2.2.3 El lavador estará situado a popa de todos los tanques de carga, las cámaras de bombas de carga y los coferdanes que separen estos espacios de los espacios de máquinas de categoría A.

2.2.3 Ventiladores impelentes

2.2.3.1 Habrá por lo menos dos ventiladores impelentes que puedan suministrar a los tanques de carga, como mínimo, el volumen de gas prescrito en los párrafos 2.2.1.2 y 2.2.1.3. En los sistemas provistos de generadores de gas, la Administración podrá autorizar que haya un sólo ventilador impelente si dicho sistema puede suministrar a los tanques de carga protegidos el volumen total de gas prescrito en los párrafos 2.2.1.2 y 2.2.1.3, a condición de que se lleven a bordo piezas de respeto suficientes para el ventilador y su motor primario, de modo que la tripulación del buque pueda corregir los fallos de ambos.

2.2.3.2 El sistema de gas inerte estará proyectado de manera que la presión máxima que pueda ejercer en cualquier tanque de carga no exceda de la presión de prueba de ese tanque. Habrá dispositivos de cierre adecuados en las conexiones de aspiración y descarga de cada ventilador impelente. Se instalarán medios que permitan estabilizar el funcionamiento de la instalación del gas inerte antes de comenzar el desembarque de la carga. Si se han de utilizar los citados ventiladores para desgaseificar, sus tomas de aire irán provistas de obturadores.

2.2.3.3 Los ventiladores impelentes estarán situados a popa de todos los tanques de carga, las cámaras de bombas de carga y de los coferdanes que separen estos espacios de los espacios de máquinas de categoría A.

2.2.4 Cierres hidráulicos

2.2.4.1 El cierre hidráulico indicado en el párrafo 2.3.1.4.1 podrá ser alimentado por dos bombas independientes, cada una de las cuales tendrá capacidad para mantener el suministro adecuado en todo momento.

2.2.4.2 La disposición del cierre hidráulico y de sus accesorios será tal que impida todo contraflujo de los vapores hidrocarbúricos y asegure el debido funcionamiento del cierre en las condiciones de servicio.

2.2.4.3 Se dispondrá lo necesario para asegurar que el cierre hidráulico esté protegido contra el congelamiento, pero de manera que su integridad no se vea reducida por recalentamiento.

2.2.4.4 Se instalará también un sifón u otro dispositivo aprobado en cada tubería conexas de llegada y salida de agua y en cada tubería de ventilación o de medición de presión que conduzca a espacios libres de gas. Se proveerán medios que impidan que dichos sifones queden agotados porque en ellos se haga el vacío.

2.2.4.5 El cierre hidráulico de cubierta y todos los sifones deberán poder impedir el retorno de vapores hidrocarbúricos a una presión igual a la presión de prueba de los tanques de carga.

2.2.4.6 Respecto del párrafo 2.4.3.1.7, la Administración se cerciorará de que se mantiene una reserva adecuada de agua en todo momento y de que se dispone lo necesario para hacer posible la formación automática del cierre hidráulico cuando cese el flujo de gas. La alarma acústica y visual que indique un nivel de agua insuficiente en el cierre hidráulico se activará cuando deje de suministrarse gas inerte.

2.3 *Prescripciones relativas a la instalación*

2.3.1 Medidas de seguridad en el sistema

2.3.1.1 Válvulas de aislamiento de los gases de combustión

En los colectores de suministro del gas inerte se instalarán válvulas de aislamiento de los gases de combustión entre los conductos de humo de las calderas y el lavador de gases. Dichas válvulas estarán provistas de indicadores que señalen si están abiertas o cerradas y se tomarán precauciones para mantenerlas herméticas y evitar depósitos de hollín en sus asientos. Se dispondrá lo necesario para que no se puedan accionar los soplahollines de las calderas cuando la válvula de los gases de combustión correspondientes esté abierta.

2.3.1.2 Prevención de fugas de los gases de combustión

2.3.1.2.1 Se estudiarán especialmente el proyecto y la ubicación del lavador y de los ventiladores impelentes, con las tuberías y accesorios correspondientes, a fin de impedir las fugas de gases de combustión en espacios cerrados.

2.3.1.2.2 Para hacer posible el mantenimiento sin riesgos, habrá un cierre hidráulico adicional u otro medio eficaz que impida las fugas de los gases de combustión, instalado entre las válvulas de aislamiento de los gases y el lavador, o incorporado en la entrada de los gases al lavador.

2.3.1.3 Válvulas reguladoras del gas

2.3.1.3.1 En el colector de suministro del gas inerte se instalará una válvula reguladora del gas. El cierre de esta válvula será automático, según se estipula en el párrafo 2.3.1.5. También podrá regular automáticamente el flujo del gas inerte hacia los tanques de carga, a menos que se provean medios para regular automáticamente la velocidad de los ventiladores impelentes del gas inerte prescritos en el párrafo 2.2.3.

2.3.1.3.2 La válvula mencionada en el párrafo 2.3.1.3.1 estará situada en el mamparo proel del espacio a salvo del gas* más próximo a proa por el que pase el colector de suministro del gas inerte.

2.3.1.4 Dispositivos de retención de los gases de combustión

2.3.1.4.1 En el colector de suministro del gas inerte se instalarán por lo menos dos dispositivos de retención, uno de los cuales será un cierre hidráulico, que impidan el retorno de vapores hidrocarbúricos a los conductos de humos del espacio de máquinas o a cualquier espacio a salvo del gas, en todas las condiciones normales de asiento, escora y movimiento del buque. Dichos dispositivos estarán situados entre la válvula automática prescrita en el párrafo 2.3.1.3.1 y la conexión más a popa de todo tanque o tubería de carga.

2.3.1.4.2 Los dispositivos citados en el párrafo 2.3.1.4.1 estarán situados en la zona de carga de cubierta.

2.3.1.4.3 El segundo dispositivo será una válvula de retención o un dispositivo equivalente que pueda impedir el retorno de vapores o líquidos, e irá instalado adelante del cierre hidráulico de cubierta prescrito en el párrafo 2.3.1.4.1. Llevará un medio positivo de cierre. Otra posibilidad en cuanto al medio positivo de cierre será instalar adelante

* Espacio a salvo del gas es un espacio en el que la entrada de gases hidrocarbúricos produciría riesgos de inflamabilidad o de toxicidad.

de la válvula de retención, una válvula adicional que cuente con dicho medio de cierre para aislar el cierre hidráulico de cubierta del colector de suministro del gas inerte de los tanques de carga.

2.3.1.4.4 Como protección adicional contra las fugas de líquidos o vapores hidrocarbúricos que retornen desde el colector de cubierta, se proveerán medios que permitan ventilar de un modo seguro el tramo de conducto comprendido entre la válvula provista del medio positivo de cierre indicada en el párrafo 2.3.1.4.3 y la válvula mencionada en el párrafo 2.3.1.3, cuando la primera de dichas válvulas esté cerrada.

2.3.1.5 Parada automática

2.3.1.5.1 Se dispondrán medios de parada automática de los ventiladores impelentes del gas inerte y de la válvula reguladora del gas, que actuarán cuando se alcancen límites predeterminados con arreglo a lo indicado en los párrafos 2.4.3.1.1, 2.4.3.1.2 y 2.4.3.1.3.

2.3.1.5.2 El medio de parada automática de la válvula reguladora del gas estará dispuesto de modo que actúe en relación con lo indicado en el párrafo 2.4.3.1.4.

2.3.1.6 Cantidad de oxígeno en el gas

Respecto del párrafo 2.4.3.1.5, cuando el contenido de oxígeno del gas inerte exceda del 8% en volumen se tomarán medidas inmediatas para mejorar la calidad del gas. Si la calidad del gas no mejora, se suspenderán todas las operaciones relacionadas con los tanques de carga a fin de evitar que penetre aire en los tanques, y se cerrará la válvula de aislamiento indicada en el párrafo 2.3.1.4.3.

2.3.2 Tuberías de gas inerte

2.3.2.1 El colector del gas inerte se podrá dividir en dos o más ramales hacia adelante de los dispositivos de retención prescritos en los párrafos 2.2.4 y 2.3.1.4.

2.3.2.2 Los colectores de suministro del gas inerte estarán provistos de ramales de tubería conducentes a cada tanque de carga. Los ramales del gas inerte llevarán válvulas de cierre o medios reguladores equivalentes para aislar cada tanque. Cuando se instalen válvulas de cierre, éstas irán provistas de medios de bloqueo cuyo control estará a cargo de un oficial del buque. El sistema de control proporcionará información precisa sobre la posición, abierta o cerrada, de dichas válvulas.

2.3.2.3 En los buques de carga combinados, los medios utilizados para aislar los tanques de decantación que contengan hidrocarburos o residuos de hidrocarburos de otros tanques consistirán en bridas ciegas que permanezcan colocadas en posición en todo momento cuando se

transporten cargas que no sean hidrocarburos, salvo por lo que respecta a lo dispuesto en la sección pertinente de las Directrices sobre sistemas de gas inerte*.

2.3.2.4 Se proveerán medios para proteger los tanques de carga contra el efecto de sobrepresión o de vacío debido a variaciones térmicas cuando los tanques de carga estén aislados de los colectores de gas inerte.

2.3.2.5 Los sistemas de tuberías estarán proyectados de modo que en todas las condiciones normales impidan que se acumule carga o agua en los conductos.

2.3.2.6 Se proveerán medios para poder conectar el colector del gas inerte a una fuente exterior de abastecimiento de gas inerte. Dichos medios consistirán en una brida empernada para tubería de 250 mm de diámetro nominal, aislada del colector de gas inerte por medio de una válvula instalada hacia adelante de la válvula de retención a que se hace referencia en el párrafo 2.3.1.4.3. La brida debe estar proyectada de modo que se ajuste a la clase correspondiente de las normas adoptadas para el proyecto de otras conexiones externas en el sistema de tuberías de carga del buque.

2.3.2.7 Si se instala una conexión entre el colector de suministro de gas inerte y el sistema de tuberías de carga, se dispondrán medios que aseguren un aislamiento eficaz, habida cuenta de la gran diferencia de presión que puede existir entre los sistemas. Dichos medios consistirán en dos válvulas de cierre con un dispositivo para airear sin riesgos el espacio comprendido entre las válvulas, o de un dispositivo constituido por un carrete pasamamparos con las correspondientes bridas ciegas.

2.3.2.8 La válvula que separe el colector de suministro de gas inerte del colector de carga y que esté situada en el lado del colector de carga será una válvula de retención provista de un medio positivo de cierre.

2.4 *Prescripciones relativas al funcionamiento y control*

2.4.1 Dispositivos indicadores

Se proveerán medios que indiquen continuamente la temperatura y la presión del gas inerte en el lado de descarga de los ventiladores impelentes, siempre que éstos estén funcionando

2.4.2 Dispositivos indicadores y de registro

2.4.2.1 Se instalarán instrumentos que, cuando se esté suministrando gas inerte, indiquen y registren continuamente:

* Véanse las Directrices revisadas sobre sistemas de gas inerte (MSC/Circ.353), enmendadas por la circular MSC/Circ.387.

- .1 la presión existente en los colectores de suministro del gas inerte situados hacia adelante de los dispositivos de retención prescritos en el párrafo 2.3.1.4.1; y
- .2 el contenido de oxígeno del gas inerte en los colectores de suministro de dicho gas, en el lado de descarga de los ventiladores impelentes.

2.4.2.2 Los dispositivos a que se hace referencia en el párrafo 2.4.2.1 estarán situados en la cámara de control de la carga. Si no existe cámara de control de la carga, se emplazarán en un lugar fácilmente accesible para el oficial encargado de las operaciones relativas a la carga.

2.4.2.3 Además, se instalarán aparatos de medición:

- .1 en el puente de navegación, destinados a indicar en todo momento la presión a que se hace referencia en el párrafo 2.4.2.1.1 y la presión existente en los tanques de decantación de los buques de carga combinados, cuando dichos tanques estén aislados del colector del suministro del gas inerte; y
- .2 en la cámara de mando de las máquinas o en el espacio de máquinas, destinados a indicar el contenido de oxígeno a que se hace referencia en el párrafo 2.4.2.1.2.

2.4.2.4 Se proveerán instrumentos portátiles para medir la concentración de oxígeno y de vapores inflamables. Además, en cada tanque de carga se dispondrá lo necesario para poder determinar el estado de la atmósfera del tanque utilizando dichos instrumentos portátiles.

2.4.2.5 Se proveerán medios adecuados para la calibración del cero y de toda la escala de los instrumentos fijos y portátiles de medición de la concentración de gas a que se hace referencia en los párrafos 2.4.2.1 a 2.4.2.4.

2.4.3 Alarmas acústicas y visuales

2.4.3.1 En los sistemas de gas inerte, tanto a base de gas de combustión como del tipo de generador de gas inerte, habrá alarmas acústicas y visuales que se accionarán en caso de:

- .1 presión o caudal insuficientes del agua de entrada en el lavador de los gases de combustión, según se señala en el párrafo 2.2.2.1;
- .2 nivel de agua excesivo en el lavador de los gases de combustión, según se señala en el párrafo 2.2.2.1;
- .3 temperatura excesiva del gas, según se señala en el párrafo 2.4.1;

- .4 fallo de los ventiladores impelentes del gas inerte, según se señala en el párrafo 2.2.3;
- .5 contenido de oxígeno superior al 8% en volumen, según se señala en el párrafo 2.4.2.1.2;
- .6 fallos en el suministro de energía al sistema de control automático de la válvula reguladora del gas y a los dispositivos indicadores, según se señala en los párrafos 2.3.1.3 y 2.4.2.1;
- .7 nivel de agua insuficiente en el cierre hidráulico, según se señala en el párrafo 2.3.1.4.1;
- .8 presión de gas inferior a una columna de agua de 100 mm, según se señala en el párrafo 2.4.2.1.1. El dispositivo de alarma será tal que la presión en los tanques de decantación de los buques de carga combinados se pueda supervisar en todo momento; y
- .9 presión de gas elevada, según se señala en el párrafo 2.4.2.1.1.

2.4.3.2 En los sistemas de gas inerte de tipo generador de gas inerte habrá alarmas acústicas y visuales adicionales que se accionarán en caso de:

- .1 insuficiencia en el suministro de combustible líquido;
- .2 fallos en el suministro de energía al generador; y
- .3 fallos en el suministro de energía al sistema de control automático del generador.

2.4.3.3 Las alarmas prescritas en los párrafos 2.4.3.1.5, 2.4.3.1.6 y 2.4.3.1.8 irán instaladas en el espacio de máquinas y, si la hay, en la cámara de control de la carga, pero siempre en un emplazamiento tal que la alarma pueda ser percibida inmediatamente por los tripulantes responsables.

2.4.3.4 Se proveerá un sistema de alarma acústica independiente del prescrito en el párrafo 2.4.3.1.8, o un dispositivo de parada automática de las bombas de carga, que funcione cuando se alcancen límites predeterminados de presión insuficiente en los colectores de gas inerte.

2.4.4 Manuales de instrucciones

A bordo del buque se dispondrá de manuales de instrucciones pormenorizadas que abarquen los aspectos operacionales, de seguridad, mantenimiento y de riesgo para la salud relacionados con el sistema de gas inerte y su aplicación al sistema de tanques de carga*. Dichos manuales incluirán orientaciones sobre los procedimientos que se han de seguir en caso de avería o fallo del sistema de gas inerte.

* Véanse las Directrices revisadas sobre sistemas de gas inerte (MSC/Circ.353), enmendadas por la circular MSC/Circ.387.

Resolución A.602(15)
(aprobada el 19 de noviembre de 1987)

Directrices revisadas aplicables a los extintores portátiles de incendios para usos marinos

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 15 j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima,

RECORDANDO ADEMÁS que mediante la resolución A.518(13) aprobó las Directrices aplicables a los extintores portátiles de incendios para usos marinos, destinadas a complementar las prescripciones del capítulo II-2 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en su forma enmendada, así como el capítulo V del Convenio internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros, 1977,

RECONOCIENDO la necesidad de mejorar dichas directrices a la luz de la experiencia obtenida,

HABIENDO EXAMINADO la recomendación hecha por el Comité de Seguridad Marítima en su 53^o periodo de sesiones,

1. APRUEBA las Directrices revisadas aplicables a los extintores portátiles de incendios para usos marinos, cuyo texto figura en el anexo de la presente resolución y revoca las directrices que figuran en el anexo de la resolución A.518(13);
2. RECOMIENDA que todos los Gobiernos interesados apliquen las directrices revisadas que constituyen el anexo junto con las prescripciones pertinentes de los instrumentos antedichos.

Anexo

Directrices revisadas aplicables a los extintores portátiles de incendios para usos marinos

1 Ámbito de aplicación

Las presentes directrices han sido elaboradas a fin de complementar las prescripciones aplicables a los extintores portátiles de incendios para usos marinos* que establecen el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974 y el Convenio internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros, 1977. Se ofrecen a las Administraciones para ayudarles a determinar los parámetros apropiados de proyecto y construcción. Tienen sólo un carácter de asesoramiento. Se basan en las prácticas actuales y no excluyen la utilización de proyectos y materiales distintos de los indicados a continuación.

2 Definiciones

2.1 *Extintor*: aparato que contiene un agente extintor susceptible de ser expulsado mediante presión interna y dirigido hacia un fuego; dicha presión puede ser presión acumulada u obtenerse por reacción química o por salida de gas de un cartucho.

2.2 *Extintor portátil*: el proyectado para ser transportado y accionado a mano y que, en condiciones de servicio, tiene un peso total no superior a 23 kg.

2.3 *Agente extintor*: sustancia contenida en el extintor cuya acción tiene la virtud de extinguir el fuego.

2.4 *Carga del extintor*: masa o volumen del agente extintor contenido en el extintor; la cantidad que constituye la carga de los extintores de agua o de espuma se expresa normalmente en volumen (litros) y la de los otros tipos de extintores, en masa (kilogramos).

3 Clasificación

Los extintores se clasifican conforme al tipo de agente extintor que contienen. Actualmente los diversos tipos de extintores y el uso que se recomienda para cada uno de ellos son los siguientes:

* Por "extintor", siempre que aparezca esta palabra en el texto de las presentes directrices, se entenderá "extintor portátil de incendios para usos marinos".

Agente extintor	Recomendado para uso en incendios que afecten a:
Agua	madera, papel, tejidos y materiales análogos
Espuma	madera, papel, tejidos y líquidos inflamables
Polvo seco/producto químico seco (normales)	líquidos inflamables, equipo eléctrico y gases inflamables
Polvo seco/producto químico seco (fines múltiples o generales)	madera, papel, tejidos, líquidos inflamables, equipo eléctrico y gases inflamables
Polvo seco/producto químico seco (para metales)	metales combustibles
Anhídrido carbónico	líquidos inflamables, equipo eléctrico y gases inflamables
Hidrocarburos halogenados (Halones)	líquidos inflamables, equipo eléctrico y gases inflamables

En el apéndice se da un cuadro que describe las características generales de cada tipo de extintor.

4 Construcción

4.1 El extintor se proyectará y fabricará de modo que su funcionamiento sea sencillo y rápido y su manejo fácil.

4.2 Los extintores se fabricarán conforme a una norma nacional u otra norma reconocida que incluya una prescripción en el sentido de que el cuerpo de los mismos y las demás partes sometidas a presión interna sean objeto de pruebas a una presión superior a la máxima prevista durante el tiempo que estén en servicio. Al proyectar los componentes, seleccionar los materiales y determinar las relaciones de llenado y densidades máximas se tendrán en cuenta las temperaturas extremas a que puedan quedar expuestos los extintores a bordo del buque.

4.3 Los materiales de construcción de las partes expuestas y los metales desemejantes contiguos se seleccionarán cuidadosamente para conseguir el debido funcionamiento en el medio marino.

5 Clasificación de los incendios

Los incendios se clasifican por lo general en cuatro categorías, A, B, C y D. Hay dos normas por las que se definen actualmente las clases de incendios según la naturaleza del material en combustión, a saber:

Organización Internacional de Normalización (Norma 3941 de la ISO)*	Asociación Nacional de Prevención de Incendios (NFPA 10)
<p><i>Clase A:</i> incendios que afecten a materiales sólidos, por lo general de naturaleza orgánica, en los que la combustión se produce normalmente con formación de rescoldos.</p> <p><i>Clase B:</i> incendios que afecten a líquidos o a sólidos licuables.</p> <p><i>Clase C:</i> incendios que afecten a gases.</p> <p><i>Clase D:</i> incendios que afecten a metales.</p>	<p><i>Clase A:</i> incendios de materiales combustibles ordinarios tales como madera, tela, papel, caucho y numerosos plásticos.</p> <p><i>Clase B:</i> incendios de líquidos inflamables, aceites, grasas, alquitranes, pinturas a base de aceite, lacas y gases inflamables.</p> <p><i>Clase C:</i> incendios que afecten a equipo eléctrico por el que está pasando corriente cuando es importante que el agente extintor no sea conductor de la electricidad (cuando no pase corriente por el equipo eléctrico podrán utilizarse sin riesgo extintores para incendios de las clases A o B).</p> <p><i>Clase D:</i> incendios de metales combustibles, tales como magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.</p>

6 Especificaciones para las pruebas

Las especificaciones para las pruebas relativas a construcción, rendimiento y extinción de incendios habrán de ser satisfactorias a juicio de la Administración.

7 Criterios para decidir si se da cumplimiento a lo dispuesto en la regla II-2/6.1.1 del Convenio SOLAS 1974 y en la regla 81 1) del Convenio de Torremolinos, 1977

7.1 La regla II-2/6.1.1 prescribe que los extintores tengan una capacidad de extinción equivalente por lo menos a la de los de 9 l de carga líquida, que puede ser agua o espuma según prescriba la Administración. Esta equivalencia puede demostrarse mediante clasificaciones de pruebas de incendio determinadas conforme a una norma internacional, nacional o cualquier otra norma reconocida.

* La Norma EN2 del Comité Europeo de Normalización (CEN) se ciñe a la Norma 3941 de la ISO..

7.2 El tamaño y tipo de los extintores estará de acuerdo con los riesgos de incendio de los espacios que se hayan de proteger. Se tomarán las medidas necesarias para que la cantidad del agente extintor que se descargue en espacios pequeños no ponga en peligro al personal.

8 Marcado de los extintores

Todo extintor llevará marcados claramente los siguientes datos como mínimo:

- .1** nombre del fabricante;
- .2** tipos de incendios para los que el extintor es apropiado;
- .3** tipo y cantidad de agente extintor;
- .4** pormenores relativos a la aprobación del aparato;
- .5** instrucciones de empleo y para la recarga (se recomienda que para las instrucciones de manejo se utilicen ilustraciones);
- .6** año de fabricación;
- .7** gama de temperaturas en la que el extintor funcionará satisfactoriamente;
- .8** presión de prueba.

9 Inspecciones periódicas y operaciones de mantenimiento periódicas

9.1 Los extintores serán objeto de inspecciones periódicas y de operaciones de mantenimiento periódicas de conformidad con las instrucciones del fabricante. El lapso que transcurra entre esas inspecciones y entre esas operaciones de mantenimiento no excederá del que medie entre los reconocimientos de seguridad del equipo.

9.2 Se llevará un registro de las inspecciones. En este registro se consignarán la fecha de la inspección y el tipo de mantenimiento realizado, y se indicará si se efectuó o no una prueba de presión.

9.3 Las instrucciones para recargar los extintores las facilitará el fabricante y habrán de estar disponibles para ser consultadas a bordo.

Agente extintor utilizado:	TIPOS DE EXTINTOR								
	De agua		De espuma química	De espuma mecánica	De polvo	De anhídrido carbónico	De hidrocarburos halogenados		
	Agua, posiblemente con sales en solución		Solución básica acuosa	Solución básica acuosa con sustancias espumógenas	Solución acuosa que contiene sustancias espumógenas	Polvo químico seco	Anhídrido carbónico a presión	Hidrocarburos halogenados	
Carga expulsora del extintor (presión acumulada o cartucho, según esté indicado):	Un reactivo básico y uno ácido; en general el reactivo básico es una solución de bicarbonato sódico y el reactivo ácido una solución de ácido sulfúrico o de ácido clorhídrico o de sulfato aluminico	Anhídrido carbónico u otros gases inertes a presión o aire comprimido (presión acumulada o cartucho separado)	Solución de ácido sulfúrico o de ácido clorhídrico o de sulfato aluminico	Solución acuosa y reactivo ácido (por ejemplo, solución de sulfato aluminico)	Anhídrido carbónico u otros gases inertes a presión o aire comprimido (presión acumulada o cartucho separado)	Anhídrido carbónico u otros gases inertes, o aire seco (presión acumulada o cartucho separado)			
La descarga del extintor se efectúa mediante:	Apertura de la válvula. Producción de anhídrido carbónico (reacción química que tiene lugar dentro del extintor)	Apertura de la válvula. Acción del gas a presión (apertura del cartucho)	Apertura de la válvula. Producción de anhídrido carbónico (reacción química entre el ácido del cartucho y la solución básica de la carga)	Apertura de la válvula. Producción de anhídrido carbónico (reacción química entre la solución ácida del cartucho y la solución básica de la carga)	Apertura de la válvula. Acción del gas a presión (apertura del cartucho)	Apertura de la válvula. Acción del gas a presión (apertura del cartucho)	Apertura de la válvula del recipiente que constituye el extintor	Apertura de la válvula del recipiente que constituye el extintor	

	TIPOS DE EXTINTOR							
	De agua		De espuma química	De espuma mecánica	De polvo	De anhídrido carbónico	De hidrocarburos halogenados	
	El agente extintor descargado está constituido por:	Agua, posiblemente con sales en solución	Agua con sales en solución	Espuma que contiene anhídrido carbónico	Espuma que contiene el gas utilizado	Polvos químicos secos y anhídrido carbónico u otro gas	Anhídrido carbónico	Hidrocarburos halogenados
El agente extintor descargado extingue el fuego mediante:	Enfriamiento de los materiales en combustión. Evaporación de agua y formación consiguiente de una atmósfera local (vapor de agua) que aísla los productos en combustión del aire que los rodea		Formación de una capa de espuma que aísla los productos en combustión del aire que los rodea	Inhibición del proceso de combustión por interrupción de la reacción química. Cierta aislamiento de los materiales en combustión con respecto al aire que los rodea	Formación de una atmósfera inerte local (anhídrido carbónico) que aísla los materiales en combustión del aire que los rodea. Acción de sofocado y enfriado del anhídrido carbónico	Inhibición del proceso de combustión por interrupción de la reacción química		
La resistencia eléctrica del agente extintor descargado es:	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Baja	Baja	Muy elevada. Sometidos a calor intenso, algunos polvos pueden ser conductores de electricidad	Muy elevada	Muy elevada

Peculiaridades y limitaciones de utilización:	TIPOS DE EXTINTOR							
	De agua			De espuma química	De espuma mecánica	De polvo	De anhídrido carbónico	De hidrocarburos halogenados
	El chorro del extintor se dirigirá hacia			la base del incendio	La extinción del incendio se logra sólo cuando toda la superficie en combustión queda cubierta de espuma	Mezcla de polvo sujeta al efecto del viento; puede tener por lo tanto una eficacia reducida en espacios abiertos o ventilados	Gas sujeto al efecto del viento; tiene por lo tanto una eficacia limitada en espacios abiertos o ventilados	Los halones 1211 y 2402 se descargan normalmente en forma líquida, mientras que el 1301 se descarga normalmente en forma gaseosa. Cuando se descarga en forma gaseosa, sujeto al efecto del viento, tiene una eficacia limitada en espacios abiertos o ventilados. Se debe poner cuidado al seleccionar el tipo y la cantidad de hidrocarburos halogenados, especialmente si van a utilizarse en espacios de alojamiento. Evítese utilizarlos en pequeños espacios cerrados cuando haya personas en ellos

	TIPOS DE EXTINTOR					
	De agua	De espuma química	De espuma mecánica	De polvo	De anhídrido carbónico	De hidrocarburos halogenados
Inconvenientes y peligros:	No se utilizará cuando haya riesgos de origen eléctrico			Las mezclas de polvo producidas pueden tener un efecto sofocante. El polvo puede perjudicar a los contactos eléctricos	El anhídrido carbónico puede ser sofocante	Los hidrocarburos halogenados pueden ser tóxicos en concentraciones superiores a los límites estipulados en la regla II-2/5 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada, o cuando sufran descomposición por pirólisis
			El funcionamiento defectuoso de los dispositivos reductores puede tener como resultado sobrepresiones peligrosas			

	TIPOS DE EXTINTOR					
	De agua	De espuma química	De espuma mecánica	De polvo	De anhídrido carbónico	De hidrocarburos halogenados
Mantenimiento:	<p>Los extintores con cuerpo de cobre o de aleación de cobre no se pulirán con productos de naturaleza corrosiva, que pueden ocasionar una reducción del espesor de las paredes. Estos extintores deberán preferiblemente pintarse en la parte exterior.</p> <p>La carga puede congelarse a temperaturas inferiores a 0°C (a menos que dicha carga esté protegida químicamente contra ello).</p>			<p>Algunos tipos de polvos pueden sufrir alteraciones debido a la humedad; por lo tanto, evítese rellenar el extintor en lugares húmedos</p>		
	<p>No se instalará el extintor en lugares excesivamente calurosos que pudieran hacer que la presión interna del anhídrido carbónico del cartucho alcanzara valores muy elevados</p>		<p>La carga puede congelarse a temperaturas inferiores a -5°C. La carga puede sufrir alteraciones si queda sometida a temperaturas elevadas (superiores a 40°C o más). Por lo tanto, el extintor no debe instalarse en lugares que puedan quedar expuestos a temperaturas elevadas o bajas</p>	<p>Cuando el extintor lleve un recipiente de anhídrido carbónico, evítese instalarlo en lugares excesivamente calurosos que pudieran hacer que la presión interna del anhídrido carbónico del recipiente alcanzara valores muy elevados</p>		

Resolución A.752(18)
(aprobada el 4 de noviembre de 1993)

**Directrices para la evaluación, el ensayo y
la aplicación del alumbrado a baja altura
de los buques de pasaje**

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 15 j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima,

RECORDANDO TAMBIÉN que el Comité de Seguridad Marítima aprobó el 10 de abril de 1992 la resolución MSC.24(60) y el 11 de diciembre de 1992 la resolución MSC.27(61), en las que se exige, entre otras cosas, que además del alumbrado de emergencia prescrito en las reglas II-1/42 y III/11.5 del Convenio SOLAS, las vías de evacuación, incluidas escaleras y salidas, estarán marcadas mediante alumbrado o franjas indicadoras fotoluminiscentes que no se encuentren a más de 0,3 m por encima de la cubierta en todos los puntos de las vías de evacuación,

RECORDANDO ASIMISMO que en dichas resoluciones se pide a las Administraciones que se cercioren de que dicho alumbrado o equipo fotoluminiscente se ha evaluado, ensayado y aplicado de conformidad con las directrices elaboradas por la Organización,

CONSCIENTE de la necesidad de que los pasajeros puedan identificar fácilmente la vía de evacuación en caso de emergencia, cuando el alumbrado normal de emergencia es menos eficaz a causa del humo,

CONSIDERANDO que la seguridad de los pasajeros, en caso de incendio a bordo, se puede mejorar sobremedida mediante la instalación de un sistema de alumbrado a baja altura, según se describe en las Directrices mencionadas en el párrafo dispositivo 1,

HABIENDO EXAMINADO la recomendación hecha por el Comité de Seguridad Marítima en su 62° periodo de sesiones,

1. APRUEBA las Directrices para la evaluación, el ensayo y la aplicación del alumbrado a baja altura de los buques de pasaje, que figuran en el anexo de la presente resolución;

2. INVITA a los Gobiernos a que implanten dichas Directrices tan pronto como sea posible; y
3. PIDE al Comité de Seguridad Marítima que continúe examinando las Directrices y las enmiende según proceda a la luz de la experiencia obtenida en su aplicación.

Anexo

Directrices para la evaluación, el ensayo y la aplicación del alumbrado a baja altura de los buques de pasaje

1 Ámbito de aplicación

1.1 Las presentes directrices abarcan la aprobación, la instalación y el mantenimiento del alumbrado a baja altura (ABA) prescrito en el párrafo 1.10 de la regla II-2/28 y en el párrafo 4.7 de la regla II-2/41-2 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada, en todos los buques de pasaje que transporten más de 36 pasajeros, con objeto de que se puedan identificar fácilmente las vías de evacuación de los pasajeros cuando el alumbrado normal de emergencia sea menos eficaz a causa del humo.

2 Cuestiones generales

2.1 Además del alumbrado de emergencia prescrito en las reglas II-1/42 y III/11.5 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada, los medios de evacuación, incluidas las escaleras y salidas, deberán ir señalizados mediante ABA a todo lo largo de las vías de evacuación, incluidas esquinas e intersecciones. Además, todos los carteles indicadores de las vías de evacuación y las marcas de ubicación del equipo contraincendios deberán ser de material fotoluminiscente o estar señalizados mediante alumbrado, o una combinación de ambos métodos.

2.2 Se podrá permitir que el alumbrado complementario de emergencia de los buques de pasaje de transbordo rodado prescrito en la regla II-1/42-1 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada, forme parte, parcial o totalmente, del sistema de ABA, siempre que dicho sistema cumpla con las prescripciones de las presentes directrices.

2.3 El sistema de ABA deberá funcionar de forma permanente durante 60 min como mínimo después de su activación. La totalidad de los sistemas, incluidos aquellos que se activen automáticamente o que funcionen de forma continua, se podrán activar manualmente mediante una sola operación desde el puesto central de control con dotación permanente.

3 Definiciones

3.1 *Alumbrado a baja altura (ABA)*: alumbrado de alimentación eléctrica o indicadores fotoluminiscentes situados en puntos de las vías de evacuación que permitan identificarlas fácilmente en su totalidad.

3.2 *Sistema fotoluminiscente (FL)*: sistema de ABA que utiliza material FL. El material FL contiene un producto químico (por ejemplo, sulfuro de cinc) que tiene la propiedad de almacenar energía cuando se ilumina con una luz visible. El material FL emite luz que resulta visible cuando la fuente de alumbrado ambiente es menos eficaz. Sin la fuente luminosa que lo realimente, el material FL emite durante cierto tiempo la energía almacenada con luminancia decreciente.

3.3 *Sistema de alimentación eléctrica (AE)*: sistema de ABA que necesita energía eléctrica para su funcionamiento, tal como sistemas que utilicen bombillas incandescentes, diodos fotoemisores, franjas o lámparas electroluminiscentes, lámparas electrofluorescentes, etc.

4 Características

4.1 La Administración se deberá cerciorar de que todos los sistemas de ABA satisfacen las prescripciones de unas normas internacionales que sean aceptables para la Organización*.

4.2 En todos los pasillos, el ABA deberá ser continuo, salvo cuando esté interrumpido por otros pasillos o puertas de camarote, a fin de proporcionar una delineación visible a lo largo de la vía de evacuación. También se deberán aceptar sistemas que no sean continuos si se someten a una prueba que se ajuste a una norma internacional* para demostrar una delineación visible. El ABA deberá estar instalado como mínimo en un lado del pasillo, bien sobre el mamparo a menos de 300 mm de la cubierta, bien sobre la cubierta a menos de 150 mm del mamparo. En pasillos de más de 2 m de anchura, el ABA deberá estar instalado a ambos lados.

4.3 En pasillos sin salida, el ABA deberá tener flechas situadas a intervalos no superiores a 1 m, o unos indicadores de dirección equivalentes, que señalen en sentido contrario al del fondo del pasillo sin salida.

4.4 En todas las escaleras se deberá instalar ABA en uno de los lados como mínimo, a una altura inferior a 300 mm por encima de los escalones, de modo que cualquier persona que se encuentre por encima o por debajo de un escalón pueda determinar rápidamente la ubicación de éste. El ABA se deberá instalar a ambos lados si la anchura del escalón es igual o

* En espera de que se elaboren unas normas internacionales aceptables para la Organización, se deberán aplicar las normas nacionales que estipule la Administración.

superior a 2 m. Los escalones superior e inferior de cada tramo de escaleras deberán estar señalizados para indicar que no hay más escalones.

4.5 Los símbolos de la OMI deberán incorporarse en el ABA que indique a los pasajeros el trayecto hacia los puestos de reunión prescritos en la regla III/24 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada.

4.6 Se deberá colocar un cartel en el interior de la puerta de todos los camarotes de los pasajeros, explicando las características del sistema ABA. Dicho cartel deberá incluir un diagrama que indique la ubicación y dirección de las dos salidas más próximas al camarote.

4.7 Los materiales utilizados en la fabricación del ABA no deberán contener materiales radiactivos o tóxicos.

5 Puertas

5.1 El ABA deberá señalar hacia el picaporte de la puerta de salida. Para evitar confusiones, no se deberá marcar de forma análoga ninguna otra puerta.

5.2 Las puertas de corredera contraincendios y las puertas estancas deberán estar marcadas con una señal de ABA que indique cómo se abren.

6 Signos y marcas

6.1 Todos los signos de las vías de evacuación y las marcas de ubicación del equipo contraincendios deberán ser de material fotoluminiscente o estar iluminados y situados dentro de los 300 mm inferiores del mamparo. Las dimensiones de tales signos y marcas estarán en armonía con el resto del sistema de ABA.

6.2 En todas las salidas se deberán colocar signos de salida de ABA. Dichos signos deberán estar situados dentro de los 300 mm inferiores del lado de la puerta en que se encuentre el picaporte.

6.3 Todos los signos deberán ser de un color que contraste con el fondo (mamparo o cubierta) sobre el que estén instalados.

7 Sistemas fotoluminiscentes

7.1 A menos que se indique lo contrario, las franjas FL no deberán tener una anchura inferior a 75 mm. Cuando tengan una anchura inferior a la aquí especificada, solamente se deberán utilizar si se aumenta proporcionalmente su luminancia para compensar la disminución de anchura.

7.2 Los materiales FL deberán proporcionar como mínimo 15 mcd/m², medidos 10 min después de haber retirado todas las fuentes externas de iluminación. El sistema deberá continuar suministrando unos niveles de luminancia superiores a 2,0 mcd/m² durante 60 min.

7.3 Todos los materiales del sistema FL se deberán suministrar para un nivel de luz ambiente no inferior al mínimo necesario para cargar el material FL a fin de satisfacer las prescripciones anteriores sobre luminancia.

8 Sistemas de alimentación eléctrica

8.1 Los sistemas de AE deberán estar conectados al cuadro de distribución de emergencia prescrito en la regla II-1/42 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada, de modo que estén alimentados por la fuente principal de energía eléctrica en circunstancias normales, así como por la fuente de energía eléctrica de emergencia cuando ésta se halle en funcionamiento. Otra posibilidad, aplicable únicamente a los buques existentes, es que los sistemas de AE se puedan conectar al sistema principal de alumbrado siempre que las baterías independientes tengan una capacidad de reserva de 60 min como mínimo y cuya carga se efectúe mediante el sistema principal de alumbrado. El funcionamiento del sistema mientras esté alimentado por baterías deberá cumplir todas las prescripciones aquí indicadas.

8.2 Cuando se instalen sistemas de alimentación eléctrica, se aplicarán los siguientes criterios de luminancia:

- .1** las partes activas de los sistemas de alimentación eléctrica deberán tener una luminancia mínima de 10 cd/m²;
- .2** las fuentes puntuales de las microlámparas incandescentes deberán emitir una intensidad luminosa esférica media no inferior a 150 mcd con una separación entre las microlámparas no superior a 100 mm;
- .3** las fuentes puntuales de los sistemas de diodos fotoemisores deberán tener una intensidad mínima de cresta de 35 mcd. El ángulo del cono de semiintensidad deberá ser apropiado para las direcciones probables de acceso y visión del tramo. La separación entre las lámparas no deberá ser superior a 300 mm; y
- .4** por lo que respecta a los sistemas electroluminiscentes, éstos deberán funcionar durante 60 min a partir del momento en que se retire la fuente principal de energía a la que debían estar conectados según lo indicado en el párrafo 8.1.

8.3 Todos los sistemas de AE deberán estar dispuestos de modo que el fallo de una sola luz, franja de alumbrado o batería no sea motivo de que la marca quede inutilizada.

8.4 Los sistemas de AE deberán cumplir con las prescripciones pertinentes sobre luminarias de emergencia de la edición actual de la publicación 598-22-2 de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) cuando se prueben a una temperatura ambiente de referencia de 40°C.

8.5 Los sistemas de AE deberán cumplir con las prescripciones sobre vibración e interferencia electromagnética de la edición actual de la publicación 945 de la CEI.

8.6 Los sistemas de AE deberán proporcionar el grado mínimo de protección de acceso IP 55 como mínimo, de conformidad con la publicación 529 de la CEI.

9 Mantenimiento

9.1 Todos los sistemas de ABA deberán ser examinados y comprobados visualmente una vez al mes como mínimo, manteniéndose un registro. Todos los elementos de ABA dañados, que falten o que no funcionen deberán ser reemplazados.

9.2 La luminancia de todos los sistemas de ABA deberá verificarse al menos una vez cada cinco años. Deberán tomarse lecturas *in situ*. Si de una lectura determinada se desprende que la luminancia no se ajusta a las prescripciones de las presentes directrices, deberán efectuarse lecturas en 10 puntos equidistantes como mínimo del espacio de que se trate. Si más del 30% de las lecturas no se ajustan a las prescripciones de las presentes directrices, deberá reemplazarse el ABA. Si entre el 20% y el 30% de las lecturas no se ajustan a las prescripciones de las presentes directrices, se deberá comprobar el ABA de nuevo al cabo de un año o se podrá reemplazar.

Resolución A.800(19)
(aprobada el 23 de noviembre de 1995)

**Directrices revisadas para la aprobación
de sistemas de rociadores equivalentes
a los especificados en la regla II-2/12
del Convenio SOLAS**

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 15 j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima,

TOMANDO NOTA de la importancia del buen funcionamiento y de la fiabilidad de los sistemas de rociadores aprobados en virtud de las disposiciones de la regla II-2/12 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), 1974,

DESEANDO mantenerse al corriente acerca de los adelantos tecnológicos de los rociadores y seguir mejorando la prevención de incendios a bordo de los buques,

HABIENDO EXAMINADO las recomendaciones hechas por el Comité de Seguridad Marítima en su 64^o periodo de sesiones,

1. APRUEBA las Directrices revisadas para la aprobación de sistemas de rociadores equivalentes a los especificados en la regla II-2/12 del Convenio SOLAS, que figuran en el anexo de la presente resolución;
2. INVITA a los Gobiernos a que apliquen dichas Directrices cuando aprueben sistemas de rociadores equivalentes;
3. PIDE al Comité de Seguridad Marítima que continúe examinando las presentes Directrices y las enmiende cuando sea necesario;
4. REVOCA la resolución A.755(18).

Anexo

Directrices revisadas para la aprobación de sistemas de rociadores equivalentes a los especificados en la regla II-2/12 del Convenio SOLAS

1 Cuestiones generales

Los sistemas de rociadores equivalentes tendrán las mismas características que se han considerado importantes en relación con el buen funcionamiento y la fiabilidad de los sistemas automáticos de rociadores aprobados de conformidad con lo dispuesto en la regla II-2/12 del Convenio SOLAS.

2 Definiciones

2.1 *Sistema anticongelante*: sistema de rociadores de tuberías llenas que utiliza rociadores automáticos acoplados a un sistema de tuberías que contiene una solución anticongelante y que va conectado a un suministro de agua. La solución anticongelante se descarga, seguida por el agua, inmediatamente después de que se abran los rociadores por efecto del calor producido por un incendio.

2.2 *Sistema de cortina de agua*: sistema de rociadores que utiliza rociadores abiertos acoplados a un sistema de tuberías que va conectado a un suministro de agua a través de una válvula que se abre al entrar en acción un sistema de detección instalado en las mismas zonas que los rociadores. Cuando se abre dicha válvula, el agua pasa al sistema de tuberías para ser descargada a través de todos los rociadores acoplados a dicho sistema.

2.3 *Sistema de tuberías vacías*: sistema de rociadores que utiliza rociadores automáticos acoplados a un sistema de tuberías que contiene aire o nitrógeno a presión, que al ser liberado (debido, por ejemplo, a la apertura de un rociador) permite que la presión del agua abra una válvula denominada válvula de la tubería vacía. El agua pasa entonces al sistema de tuberías y sale por los rociadores abiertos.

2.4 *Sistema de acción preliminar*: sistema de rociadores que utiliza rociadores automáticos acoplados a un sistema de tuberías que contiene aire, sometido o no a presión, acompañado de un sistema de detección complementario instalado en las mismas zonas que los rociadores. La puesta en marcha del sistema de detección abre una válvula que permite al agua pasar al sistema de tuberías de los rociadores y ser descargada a través de cualquiera de éstos que esté abierto.

2.5 *Agente extintor a base de agua:* agua dulce o de mar que contiene o no aditivos destinados a mejorar la capacidad de extinción de incendios.

2.6 *Sistema de tuberías llenas:* sistema de rociadores que utiliza rociadores automáticos acoplados a un sistema de tuberías que contiene agua y que va conectado a un suministro de agua de manera que ésta se descargue inmediatamente al abrirse los rociadores por efecto del calor producido por un incendio.

3 Prescripciones principales aplicables al sistema

3.1 El sistema entrará en acción automáticamente sin necesidad de que intervenga nadie para hacerlo funcionar.

3.2 El sistema podrá detectar el incendio y ponerse en marcha para contenerlo o sofocarlo mediante un agente extintor a base de agua.

3.3 El sistema de rociadores podrá descargar continuamente el agente extintor a base de agua durante un periodo mínimo de 30 min. Se proveerá un depósito de presión que cumpla las prescripciones funcionales estipuladas en la regla II-2/12.4.1 del Convenio SOLAS.

3.4 El sistema será del tipo de tuberías llenas, aunque pequeñas secciones no protegidas podrán ser del tipo de tuberías vacías, de acción preliminar, de cortina de agua, anticongelante o de cualquier otro tipo que sea satisfactorio a juicio de la Administración cuando sea necesario.

3.5 El sistema podrá contener o sofocar el incendio en condiciones muy diversas de carga de fuego, de instalación del combustible, de configuración del local y de ventilación.

3.6 El sistema y su equipo estarán proyectados de modo que puedan soportar los cambios de temperatura ambiente, las vibraciones, la humedad, los choques, los golpes, el ensuciamiento y la corrosión que se producen normalmente en los buques.

3.7 El sistema y sus componentes estarán proyectados e instalados de conformidad con normas internacionales aceptables para la Organización*, y fabricados y sometidos a prueba de manera satisfactoria a juicio de la Administración, de conformidad con las prescripciones que figuran en los apéndices 1 y 2 de las presentes directrices.

3.8 El sistema estará provisto de una fuente de energía eléctrica principal y otra de emergencia.

* En espera de que se elaboren normas internacionales aceptables para la Organización, se aplicarán las normas nacionales que estipule la Administración.

3.9 El sistema estará provisto de medios duplicados para bombear o suministrar de otro modo un agente extintor a base de agua al sistema de rociadores.

3.10 El sistema estará dotado de una entrada de mar permanente y podrá funcionar continuamente utilizando agua de mar.

3.11 Las dimensiones del sistema de tuberías se determinarán de acuerdo con una técnica de cálculo hidráulico*.

3.12 Los rociadores estarán agrupados en secciones separadas. Ninguna sección de rociadores servirá para más de dos cubiertas de una zona vertical principal.

3.13 Cada sección de rociadores podrá quedar aislada mediante una sola válvula de cierre. La válvula de cierre de cada sección será fácilmente accesible y su ubicación se indicará de modo claro y permanente. Se dispondrán los medios necesarios para impedir el accionamiento de las válvulas de cierre por personas no autorizadas.

3.14 Las tuberías de rociadores no se utilizarán para ningún otro fin.

3.15 Los componentes de suministro del sistema de rociadores estarán fuera de los espacios de categoría A para máquinas.

3.16 Se dispondrán medios para comprobar el funcionamiento automático del sistema a fin de garantizar la presión y el caudal requeridos.

3.17 Cada sección de rociadores contará con los medios necesarios para enviar señales de alarma visuales y acústicas a un puesto central de control con dotación permanente en menos de un minuto a partir del momento en que uno o más rociadores hayan comenzado a proyectar agua, así como con una válvula de retención, un manómetro y una conexión de prueba con dispositivo de desagüe.

3.18 En cada puesto central de control con dotación permanente habrá un plano del sistema de rociadores.

3.19 Se facilitarán al buque los planos de instalación y los manuales de funcionamiento, que estarán fácilmente disponibles a bordo. Se exhibirá una lista o plano que indique los espacios protegidos y el emplazamiento de las zonas con respecto a cada sección. También se dispondrá a bordo de instrucciones para el ensayo y mantenimiento del sistema.

* Cuando se utilice el método de Hazen-Williams, se aplicarán para los distintos tipos de tuberías consideradas los valores del coeficiente de fricción C que se indican seguidamente:

<i>Tipo de tubería</i>	<i>C</i>
Acero dulce sin pulir o galvanizado	120
Cobre y aleaciones de cobre	150
Acero inoxidable	150
Plástico	150

3.20 Los rociadores tendrán las características de reacción rápida definidas en la norma ISO-6182-1.

3.21 En los espacios de alojamiento y de servicio, los rociadores tendrán una temperatura nominal comprendida entre 57°C y 79°C, pero en lugares tales como los cuartos de secado, en que cabe esperar una temperatura ambiente alta, se podrá aumentar dicha temperatura nominal en no más de 30°C por encima de la temperatura máxima del techo.

3.22 Las dimensiones de las bombas y demás componentes de suministro serán tales que puedan proporcionar el caudal requerido a la zona que necesite más agua, cuya extensión no será inferior a 280 m². Para su aplicación a un buque pequeño con una zona protegida de extensión total inferior a 280 m², la Administración podrá especificar cuál es la zona apropiada para determinar las dimensiones de las bombas y demás componentes de suministro.

Apéndice 1

Normas para la fabricación de los elementos de las boquillas de nebulización de agua

ÍNDICE

- 1 Introducción**
- 2 Definiciones**
- 3 Calidad homogénea del producto**
- 4 Prescripciones relativas a las boquillas de nebulización de agua**
 - 4.1 Dimensiones
 - 4.2 Temperaturas nominales de accionamiento
 - 4.3 Temperaturas de funcionamiento
 - 4.4 Flujo y distribución del agua
 - 4.5 Funcionamiento
 - 4.6 Resistencia del cuerpo
 - 4.7 Resistencia del elemento de accionamiento
 - 4.8 Resistencia a las fugas y resistencia hidrostática
 - 4.9 Exposición al calor
 - 4.10 Choque térmico
 - 4.11 Corrosión
 - 4.12 Integridad de los revestimientos de las boquillas
 - 4.13 Golpe de ariete
 - 4.14 Calentamiento dinámico
 - 4.15 Resistencia al calor
 - 4.16 Resistencia a la vibración
 - 4.17 Prueba de choque
 - 4.18 Descarga lateral
 - 4.19 Resistencia a las fugas durante 30 días
 - 4.20 Resistencia al vacío
 - 4.21 Pantalla contra el agua
 - 4.22 Obstrucción

5 Métodos de prueba

- 5.1 Generalidades
- 5.2 Examen visual
- 5.3 Prueba de resistencia del cuerpo
- 5.4 Pruebas de resistencia a las fugas y de resistencia hidrostática
- 5.5 Prueba de funcionamiento
- 5.6 Características de funcionamiento del elemento termorreactor
- 5.7 Pruebas de exposición al calor
- 5.8 Prueba de choque térmico para las boquillas con ampolla de vidrio
- 5.9 Pruebas de resistencia de los elementos de accionamiento
- 5.10 Prueba del caudal de agua
- 5.11 Pruebas de distribución del agua y tamaño de la gota
- 5.12 Pruebas de corrosión
- 5.13 Pruebas del revestimiento de las boquillas
- 5.14 Prueba de resistencia al calor
- 5.15 Prueba del golpe de ariete
- 5.16 Prueba de vibración
- 5.17 Prueba de choque
- 5.18 Prueba de descarga lateral
- 5.19 Prueba de resistencia a las fugas durante 30 días
- 5.20 Prueba de vacío
- 5.21 Prueba de obstrucción

6 Marcado de la boquilla de nebulización de agua

- 6.1 Generalidades
- 6.2 Envuelta de las boquillas

Figura 1 Límites de ITR y de C para la orientación normal

Figura 2 Aparato para la prueba de choque

Figura 3 Aparato para la prueba de obstrucción

Cuadro 1 Temperatura nominal de accionamiento

Cuadro 2 Condiciones de la prueba de inmersión en un horno

Cuadro 3 Condiciones de la prueba de inmersión en un horno para la determinación de la conductividad

Cuadro 4 Temperaturas de prueba para boquillas con y sin revestimiento

Cuadro 5 Contaminantes para la prueba del ciclo de agua contaminada

1 Introducción

1.1 El presente documento se refiere a las características mínimas de protección contra incendios y a las prescripciones de construcción y marcado, excluida la resistencia al fuego, de las boquillas de nebulización de agua.

1.2 Los números que aparecen entre corchetes en cada sección o subsección se refieren a la pertinente sección o párrafo de las normas para los sistemas automáticos de rociadores (Parte 1: Prescripciones y métodos de prueba de los rociadores, norma ISO 6182-1).

2 Definiciones

2.1 *Factor de conductividad (C)*: es la medida de la conductancia entre el elemento sensible al calor de la boquilla y la guarnición, expresada en $(m/s)^{0,5}$.

2.2 *Presión de trabajo nominal*: es la presión máxima de servicio a la que está previsto que funcione un dispositivo hidráulico.

2.3 *Índice del tiempo de reacción (ITR)*: es la medida de la sensibilidad de la boquilla expresada mediante la fórmula $ITR = tu^{0,5}$, en la que t es la constante de tiempo del elemento termorreactor en segundos, y u es la velocidad del gas expresada en metros por segundo. ITR puede usarse junto con el factor de conductividad (C) para prever la reacción de una boquilla en caso de incendio, definida en términos de temperatura del gas y velocidad con respecto al tiempo. El ITR se mide en $(m \cdot s)^{0,5}$.

2.4 *Orientación normal*: en el caso de boquillas con elementos termorreactores simétricos sostenidos por brazos de un armazón, la orientación normal es la del flujo de aire perpendicular tanto al eje de la entrada de la boquilla como al plano del armazón. En el caso de elementos termorreactores no simétricos, la orientación normal es la del flujo de aire perpendicular tanto al eje de entrada como al plano del armazón que produzca el tiempo de reacción más corto.

2.5 *Orientación más desfavorable*: es la orientación que produce el tiempo de reacción más largo con el eje de la entrada de la boquilla perpendicular a la corriente de aire.

3 Calidad homogénea del producto

3.1 Será responsabilidad del fabricante implantar un programa de control de calidad con objeto de garantizar que la producción cumple las prescripciones de manera continua, del mismo modo que las muestras sometidas originalmente a pruebas.

3.2 La carga a la que se ajuste el elemento termorreactor en las boquillas automáticas será regulada y protegida por el fabricante de manera que no se pueda ajustar o sustituir una vez instaladas.

4 Prescripciones relativas a las boquillas de nebulización de agua

4.1 Dimensiones

Las boquillas tendrán una rosca nominal de entrada de 6 mm ($\frac{1}{4}$ pulgadas) como mínimo o equivalente. Las dimensiones de todas las conexiones de rosca se ajustarán a las normas internacionales toda vez que éstas se apliquen. De no ser así, podrán usarse normas nacionales.

4.2 Temperaturas nominales de accionamiento [6.2]*

4.2.1 Las temperaturas nominales de accionamiento de las boquillas automáticas de ampolla de vidrio serán las indicadas en el cuadro 1.

4.2.2 El fabricante especificará por adelantado las temperaturas nominales de accionamiento de las boquillas con elementos fusibles automáticos, que se verificarán de conformidad con lo estipulado en 4.3. Las temperaturas nominales de accionamiento estarán comprendidas entre los límites indicados en el cuadro 1.

4.2.3 La temperatura nominal de accionamiento que se marque en la boquilla será la determinada durante las pruebas de la boquilla, según lo estipulado en 5.6.1, teniendo en cuenta las especificaciones indicadas en 4.3.

Cuadro 1 – Temperatura nominal de accionamiento

Boquillas de ampolla de vidrio		Boquillas de elemento fusible	
Temperatura nominal de accionamiento (°C)	Código de color del líquido	Temperatura nominal de accionamiento (°C)	Código de color del armazón¹
57	naranja	57 a 77	inoloro
68	rojo	80 a 107	blanco
79	amarillo	121 a 149	azul
93 a 100	verde	163 a 191	rojo
121 a 141	azul	204 a 246	verde
163 a 182	malva	260 a 343	naranja
204 a 343	negro		

¹ No se exigirá en el caso de boquillas decorativas.

* Las cifras entre corchetes remiten a la norma 6182-1 de la ISO.

4.3 *Temperaturas de funcionamiento* (véase 5.6.1) [6.3]

Las boquillas automáticas empezarán a funcionar en el intervalo de temperaturas siguiente:

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

donde X es la temperatura nominal de accionamiento.

4.4 *Flujo y distribución del agua***4.4.1** Constante de flujo (véase 5.10) [6.4.1]

4.4.1.1 La constante de flujo K para las boquillas viene dada por la fórmula:

$$K = \frac{Q}{P^{0,5}}$$

donde:

P es la presión en bares;

Q es la velocidad de flujo en litros por minuto.

4.4.1.2 El valor de la constante de flujo K publicado en las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante se verificará usando el método de prueba indicado en el párrafo 5.10. El valor medio de la constante de flujo K estará comprendido en un margen de $\pm 5\%$ del valor indicado por el fabricante.

4.4.2 Distribución del agua (véase 5.11)

Las boquillas que han cumplido con las prescripciones relativas a la prueba de exposición al fuego se usarán con objeto de determinar las características de descarga efectiva de la boquilla cuando se sometan a prueba de conformidad con lo estipulado en 5.11.1. Estas características se publicarán en las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante.

4.4.3 Tamaño y velocidad de la gota de agua (véase 5.11.2)

La distribución de los tamaños de la gota de agua y de su velocidad se determinará de conformidad con lo estipulado en 5.11.2 para cada proyecto de boquilla a las presiones máxima y mínima de funcionamiento, y a las velocidades máxima y mínima de circulación del aire (cuando se usen) como parte de la determinación de las características de descarga de las boquillas que han superado la prueba de exposición al fuego. Las mediciones se harán en dos lugares distintos:

- .1** de forma perpendicular al eje central de la boquilla, exactamente 1 m por debajo del orificio de descarga o del deflector, y
- .2** en forma radial hacia fuera del primer lugar a 0,5 m ó 1 m de distancia, según el diagrama de distribución.

4.5 *Funcionamiento* (véase 5.5) [6.5]

4.5.1 Cuando se someta a prueba de conformidad con lo establecido en 5.5, la boquilla se abrirá y, 5 s como máximo después del accionamiento del elemento termorreactor, funcionará satisfactoriamente cumpliendo las prescripciones indicadas en 5.10. Todo atasco de los elementos accionados se desalojará 60 s como máximo después del accionamiento en el caso de elementos sensibles al calor normales y 10 s como máximo después del accionamiento en el caso de elementos termorreactores de reacción rápida o especial, o la boquilla cumplirá las prescripciones estipuladas en 5.11.

4.5.2 Los componentes de descarga de la boquilla no sufrirán daños significativos como resultado de la prueba de funcionamiento especificada en 5.5 y presentarán los mismos valores de la constante de flujo y del tamaño y velocidad de la gota de agua que los determinados previamente en virtud de lo estipulado en 4.4.1 y 4.4.3 con un margen del 5%.

4.6 *Resistencia del cuerpo* (véase 5.3) [6.6]

El cuerpo de la boquilla no sufrirá un alargamiento permanente de más del 0,2% entre los puntos que soportan la carga tras haber estado sometido a una carga igual al doble de la carga media de servicio determinada según el método descrito en 5.3.1.

4.7 *Resistencia del elemento de accionamiento* [6.7]

4.7.1 *Ampollas de vidrio* (véase 5.9.1)

El límite de tolerancia inferior para la resistencia de la ampolla será más del doble del límite de tolerancia superior para la carga de proyecto de la ampolla, sobre la base de cálculos con un grado de exactitud del 0,99 para el 99% de las muestras, según se indica en 5.9.1. Los cálculos se basarán en la distribución normal o de Gauss, excepto cuando se demuestre que otra distribución resulta más conveniente debido a factores de fabricación o proyecto.

4.7.2 *Elementos fusibles* (véase 5.9.2)

Los elementos fusibles sensibles al calor en la gama ordinaria de temperaturas se diseñarán de modo que:

- .1** soporten una carga de 15 veces su carga de proyecto correspondiente a la carga de servicio máxima indicada en 5.3.1 por un periodo de 100 h; o
- .2** demuestren que son capaces de soportar la carga de proyecto.

4.8 *Resistencia a las fugas y resistencia hidrostática*
(véase 5.4) [6.8]

4.8.1 Las boquillas no presentarán señal alguna de fuga cuando se sometan a las pruebas especificadas en 5.4.1.

4.8.2 Las boquillas no se romperán, ni empezarán a funcionar ni se accionarán ninguna de sus partes cuando se sometan a las pruebas especificadas en 5.4.2.

4.9 *Exposición al calor* [6.9]

4.9.1 Boquillas con ampolla de vidrio (véase 5.7.1)

El elemento de la ampolla de vidrio no sufrirá daño alguno cuando se someta la boquilla a las pruebas especificadas en 5.7.1.

4.9.2 Todas las boquillas sin revestimiento (véase 5.7.2)

Las boquillas resistirán una exposición a una temperatura ambiente más alta sin presentar señales de debilitamiento o fallo cuando se las someta a las pruebas especificadas en 5.7.2.

4.9.3 Boquillas con revestimiento (véase 5.7.3)

Además de cumplir las prescripciones de 5.7.2 para un ejemplar sin revestimiento, las boquillas con revestimiento resistirán una exposición a temperaturas ambiente sin mostrar señales de debilitamiento o fallo del revestimiento, cuando se sometan a prueba según lo especificado en 5.7.3.

4.10 *Choque térmico* (véase 5.8) [6.10]

Las boquillas con ampolla de vidrio no sufrirán daños cuando se sometan a las pruebas especificadas en 5.8. El funcionamiento normal no se considera daño.

4.11 *Corrosión* [6.11]

4.11.1 Tensocorrosión (véase 5.12.1 y 5.12.2)

Las boquillas de latón, al ser sometidas a las pruebas especificadas en 5.12.1, no sufrirán fracturas que puedan afectar su capacidad de funcionar de la manera prevista y satisfacer otras prescripciones.

Las partes de acero inoxidable de las boquillas de nebulización de agua, al ser sometidas a las pruebas especificadas en 5.12.2, no sufrirán fracturas o roturas que afecten su capacidad de funcionar de la manera prevista y satisfacer otras prescripciones.

4.11.2 Corrosión por dióxido de azufre (véase 5.12.3)

Las boquillas serán lo suficientemente resistentes al dióxido de azufre saturado con vapor de agua cuando se acondicionen de conformidad con lo estipulado en 5.12.3. Tras su exposición, cinco boquillas deberán funcionar cuando se sometan a prueba a su presión de circulación mínima (véase 4.5.1 y 4.5.2). Las cinco boquillas restantes cumplirán con las prescripciones relativas al calentamiento dinámico prescritas en 4.14.2.

4.11.3 Corrosión por niebla salina (véase 5.12.4)

Las boquillas con y sin revestimiento serán resistentes a la niebla salina cuando se acondicionen de conformidad con lo estipulado en 5.12.4. Tras su exposición a la niebla salina, las muestras deberán cumplir las prescripciones relativas al calentamiento dinámico prescritas en 4.14.2.

4.11.4 Exposición al aire húmedo (véase 5.12.5)

Las boquillas serán lo suficientemente resistentes a la exposición al aire húmedo y cumplirán las prescripciones estipuladas en 4.14.2 tras haber sido sometidas a prueba de conformidad con las prescripciones de 5.12.5.

4.12 *Integridad de los revestimientos de las boquillas* [6.12]**4.12.1** Evaporación de la cera y el alquitrán usados para la protección de las boquillas contra la intemperie (véase 5.13.1)

Las ceras y alquitranes usados para los revestimientos de boquillas no contendrán sustancias volátiles en cantidades que puedan causar contracción, endurecimiento, fisuración o descascarillamiento del revestimiento aplicado. La pérdida de masa no excederá el 5% de la de la muestra original cuando se la someta a la prueba prescrita en 5.13.1.

4.12.2 Resistencia a temperaturas bajas (véase 5.13.2)

Ninguno de los revestimientos usados en las boquillas se agrietará o descascarillará cuando sea sometido a bajas temperaturas según el método descrito en 5.13.2.

4.12.3 Resistencia a temperaturas altas (véase 4.9.3)

Las boquillas con revestimientos cumplirán las prescripciones estipuladas en 4.9.3.

4.13 *Golpe de ariete* (véase 5.15) [6.13]

Las boquillas no presentarán fugas cuando sean sometidas a aumentos bruscos de presión de 4 bares a cuatro veces la presión nominal para las presiones de trabajo de hasta 100 bares, y a dos veces la presión nominal para las presiones superiores a 100 bares. No presentarán señal de daños mecánicos cuando se sometan a prueba de conformidad con lo estipulado en 5.15 y funcionarán dentro de los límites prescritos en 4.5.1 a la presión mínima de proyecto.

4.14 *Calentamiento dinámico* (véase 5.6.2) [6.14]

4.14.1 Las boquillas automáticas destinadas a ser instaladas en espacios que no sean de alojamiento o públicos cumplirán las prescripciones indicadas en la figura 1 por lo que respecta a los límites de ITR y de C. Las boquillas automáticas destinadas a ser instaladas en espacios de alojamiento o públicos cumplirán las prescripciones de reacción rápida indicadas en la figura 1 por lo que respecta a los límites de ITR y de C. Los valores máximos y mínimos de ITR para todos los puntos de datos calculados usando C para las boquillas de reacción rápida y normal, estarán comprendidos en la categoría oportuna que aparece en la figura 1. Las boquillas de reacción especial tendrán un valor de ITR medio, calculado usando C, de entre 50 y 80, con ningún valor inferior a 40 ni superior a 100. Cuando se sometan a prueba con una desviación angular respecto de la orientación más desfavorable, tal como se describe en 5.6.2, el ITR no superará $600 (m \cdot s)^{0,5}$ ó 250% del valor de ITR en la orientación normal, si éste es menor. La desviación angular será de 15° para la reacción normal, 20° para la reacción especial y 25° para la reacción rápida.

4.14.2 Tras haber sido sometidas a la prueba de corrosión descrita en 4.11.2, 4.11.3 y 4.11.4, las boquillas serán sometidas a prueba con la orientación normal que se describe en 5.6.2.1, con objeto de determinar el ITR posterior a la exposición. Ninguno de los valores de ITR posteriores a la exposición excederá los límites que aparecen en la figura 1 para la categoría pertinente. Además, el valor medio de ITR no excederá el 130% del valor medio anterior a la exposición. Todos los valores del ITR posteriores a la exposición se calcularán como se indica en 5.6.2.3, usando el factor de conductividad (C) anterior a la exposición.

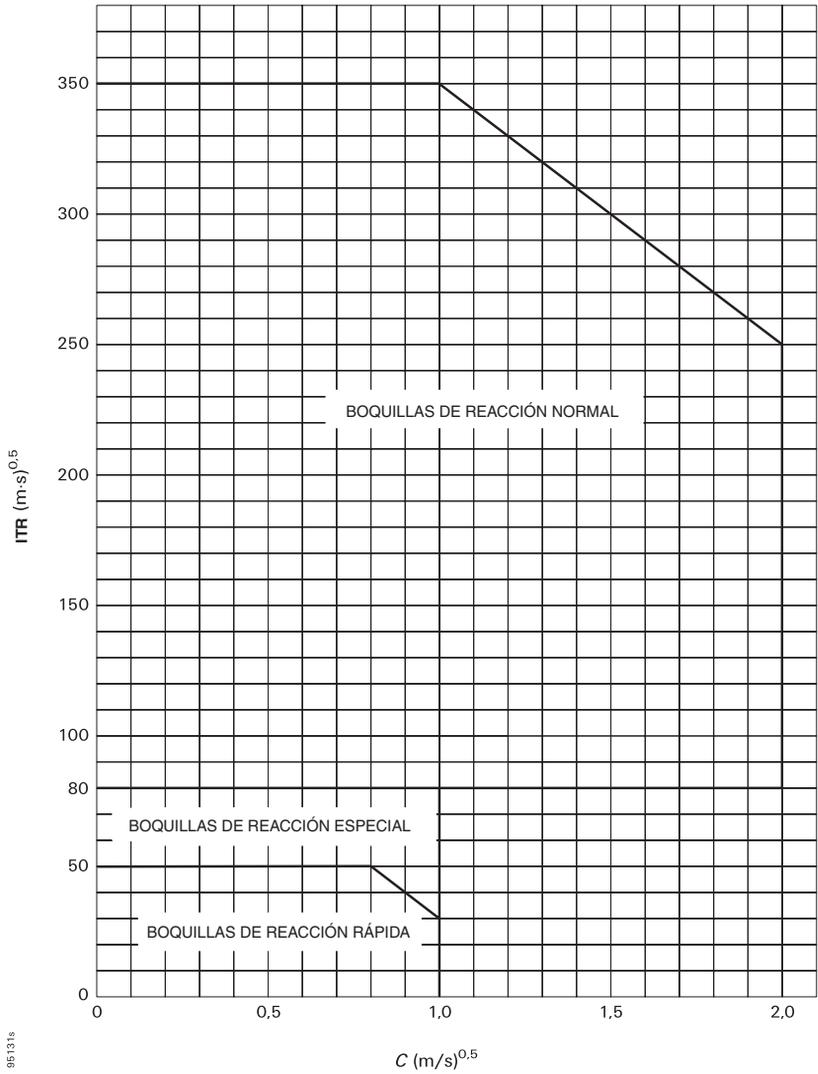
4.15 *Resistencia al calor* (véase 5.14) [6.15]

Las boquillas abiertas serán lo suficientemente resistentes a altas temperaturas cuando se sometan a prueba de conformidad con 5.14. Tras su exposición, la boquilla no presentará:

- .1 roturas o deformaciones visibles;
- .2 un cambio en la constante de circulación K superior al 5%; y
- .3 ningún cambio en las características de descarga de la prueba de distribución de agua (véase 4.4.2) que exceda del 5%.

4.16 *Resistencia a la vibración* (véase 5.16) [6.16]

Las boquillas estarán en condiciones de resistir los efectos de las vibraciones sin menoscabo de sus características de rendimiento, cuando se sometan a prueba de conformidad con lo estipulado en 5.16. Tras la prueba de vibración indicada, las boquillas no presentarán señales de deterioro visibles y cumplirán las prescripciones estipuladas en 4.5 y 4.8.



851318

Figura 1 - Límites de ITR y de C para la orientación normal

4.17 Prueba de choque (véase 5.17) [6.17]

Las boquillas serán lo suficientemente resistentes como para soportar los impactos asociados con la manipulación, transporte e instalación sin menoscabo de su funcionamiento o fiabilidad. La resistencia a los impactos se determinará de conformidad con lo estipulado en 5.17.

4.18 Descarga lateral (véase 5.18) [6.19]

Las boquillas no impedirán el funcionamiento de boquillas automáticas contiguas cuando se sometan a prueba de conformidad con lo estipulado en 5.18.

4.19 Resistencia a las fugas durante 30 días (véase 5.19) [6.20]

Las boquillas no presentarán fugas, no se distorsionarán o sufrirán otros daños de carácter mecánico cuando se sometan al doble de la presión nominal durante 30 días. Tras su exposición, las boquillas cumplirán las prescripciones de prueba estipuladas en 5.4.

4.20 Resistencia al vacío (véase 5.20) [6.21]

Las boquillas no presentarán señales de distorsión, daño mecánico o fugas tras haber sido sometidas a la prueba especificada en 5.20.

4.21 Pantalla contra el agua [6.22 y 6.23]**4.21.1 Generalidades**

Toda boquilla automática que se use en niveles intermedios o por debajo de rejillas abiertas estará provista de una pantalla contra el agua que cumpla lo dispuesto en 4.21.2 y 4.21.3.

4.21.2 Ángulo de protección

Las pantallas contra el agua proporcionarán un “ángulo de protección” igual o inferior a 45° al elemento termorreactor contra el impacto directo del agua procedente de boquillas situadas a mayor altura que escurre de la pantalla.

4.21.3 Rotación (véase 5.21.2)

La rotación de la pantalla contra el agua no alterará la carga de servicio de la boquilla.

4.22 Obstrucción (véase 5.21) [6.28.3]

Las boquillas de nebulización de agua no presentarán señales de obstrucción durante 30 min de flujo continuo a la presión nominal de trabajo con agua que ha sido contaminada de conformidad con lo prescrito en 5.21.3. Tras esos 30 min, el caudal de agua a la presión nominal de la boquilla y del depurador o filtro estará comprendido entre $\pm 10\%$ del valor obtenido antes de llevar a cabo la prueba de obstrucción.

5 Métodos de prueba [7]

5.1 Generalidades

Se llevarán a cabo las siguientes pruebas para cada tipo de boquilla. Antes de realizar las pruebas, se presentarán dibujos de las partes y del montaje, junto con las oportunas especificaciones (usando unidades SI). Las pruebas se llevarán a cabo a una temperatura ambiente de $20 \pm 5^\circ\text{C}$, a menos que se indiquen otras temperaturas.

5.2 Examen visual [7.2]

Antes de someterlas a prueba, las boquillas se examinarán visualmente para comprobar lo siguiente:

- .1 el marcado;
- .2 la conformidad de las boquillas con las especificaciones y dibujos del fabricante; y
- .3 los defectos obvios.

5.3 Prueba de resistencia del cuerpo [7.3]

5.3.1 La carga de proyecto se medirá en 10 boquillas automáticas mediante la instalación de cada boquilla, a temperatura ambiente, en una máquina de pruebas de tracción/compresión y aplicando una fuerza equivalente a la presión nominal de trabajo.

Se usará un indicador capaz de medir la deformación con un grado de exactitud de 0,01 mm con objeto de medir cualquier cambio de longitud de la boquilla entre los puntos que soportan la carga. Se evitará o se tendrá en cuenta el movimiento de la rosca de la espiga de la boquilla en la guía roscada de la máquina de pruebas.

A continuación se liberará la presión y carga hidráulica, y se retirará el elemento termorreactor usando un método apropiado. Cuando la boquilla se encuentre a la temperatura ambiente, se hará una segunda medición usando el indicador.

A continuación se aplicará una carga mecánica creciente en la boquilla a un régimen que no exceda de 500 N/min, hasta que la lectura del indicador en el punto que soporta carga inicialmente medido vuelve al valor inicial alcanzado con carga hidrostática. La carga mecánica necesaria para obtener este resultado se registrará como carga de servicio. Se calculará la carga media de servicio.

5.3.2 Progresivamente se incrementará la carga aplicada a un régimen que no exceda de 500 N/min en cada una de las cinco muestras hasta aplicar el doble de la carga media de servicio. Se mantendrá esta carga durante 15 ± 5 s.

A continuación, se suspenderá la carga y se registrará cualquier alargamiento permanente tal como se define en 4.6.

5.4 *Pruebas de resistencia a las fugas y de resistencia hidrostática (véase 4.8) [7.4]*

5.4.1 Se someterán 20 boquillas a una presión hidráulica igual al doble de su presión nominal de trabajo, pero no menor que 34,5 bares. La presión se incrementará de 0 bar hasta la presión de prueba, manteniéndola al doble de la presión nominal de trabajo durante 3 min, y luego se reducirá hasta 0 bar. Una vez que la presión vuelva a 0 bar, se aumentará hasta la presión mínima de funcionamiento especificada por el fabricante, en no más de 5 s. Esta presión se mantendrá durante 15 s y luego se aumentará hasta alcanzar la presión nominal de trabajo, que se mantendrá durante 15 s.

5.4.2 Una vez efectuada la prueba indicada en 5.4.1, las 20 boquillas se someterán a una presión hidrostática interna de cuatro veces la presión nominal de trabajo. La presión se incrementará de 0 bar hasta cuatro veces la presión nominal de trabajo, manteniendo ese valor durante 1 min. La boquilla de prueba no se romperá, ni empezará a funcionar, ni se accionará ninguna de sus partes durante el aumento de presión ni mientras se la mantiene a cuatro veces la presión nominal de trabajo durante 1 min.

5.5 *Prueba de funcionamiento (véase 4.5) [7.5]*

5.5.1 Las boquillas cuya temperatura nominal de accionamiento sea inferior a 78°C se calentarán en un horno hasta alcanzar la temperatura de accionamiento. Mientras se calientan serán sometidas a cada una de las presiones hidráulicas especificadas en 5.5.2, que se aplicarán en su orificio de entrada. Se aumentará la temperatura del horno hasta $400 \pm 20^\circ\text{C}$ en 3 min, midiendo la temperatura muy cerca de la boquilla. Las boquillas cuya temperatura nominal de accionamiento sea superior a 78°C se calentarán usando una fuente térmica apropiada. El calentamiento continuará hasta que la boquilla se ponga en funcionamiento.

5.5.2 Se someterán ocho boquillas a prueba en cada una de las posiciones normales de montaje y a presiones equivalentes a la presión mínima de funcionamiento, la presión nominal de trabajo y la presión media de funcionamiento. La presión de flujo será como mínimo el 75% de la presión inicial de funcionamiento.

5.5.3 Si se produce un atasco en el mecanismo de accionamiento a cualquier presión de funcionamiento y posición de montaje, se someterán a prueba 24 boquillas adicionales en dicha posición de montaje y a la misma presión. El número total de boquillas en las que se produzca un atasco no excederá de una para las 32 boquillas sometidas a prueba a dicha presión y en dicha posición de montaje.

5.5.4 Se considera que ha tenido lugar un atasco cuando una o más de las partes accionadas se alojan en el montaje de descarga de modo que alteran la distribución del agua tras el tiempo indicado en 4.5.1.

5.5.5 Con objeto de comprobar la resistencia de la guarnición del deflector/orificio, se someterán a la prueba de funcionamiento tres boquillas, en cada posición normal de montaje, al 125% de la presión nominal de trabajo. Se hará que el agua fluya al 125% de la presión nominal de trabajo durante 15 min.

5.6 *Características de funcionamiento del elemento termorreactor*

5.6.1 Prueba de la temperatura de funcionamiento (véase 4.3) [7.6]

Se calentarán 10 boquillas a partir de la temperatura ambiente hasta 20°C ó 22°C por debajo de su temperatura nominal de accionamiento. El régimen de incremento de la temperatura no excederá de 20°C/min y la temperatura final se mantendrá durante 10 min. La temperatura se incrementará a un régimen comprendido entre 0,4°C/min y 0,7°C/min hasta que la boquilla se ponga en funcionamiento.

La temperatura nominal de funcionamiento se determinará con un equipo cuyo grado de fiabilidad sea de $\pm 0,35\%$ de la temperatura nominal o de $\pm 0,25^\circ\text{C}$, si este valor es mayor.

La prueba se llevará a cabo en un baño de agua para las boquillas o las ampollas de vidrio individuales cuya temperatura nominal de accionamiento sea igual o inferior a 80°C. Se usará un aceite apropiado para los elementos de accionamiento que reaccionan a una temperatura mayor. El baño líquido se construirá de modo que la variación de temperatura en la zona de pruebas no exceda de 0,5% o de 0,5°C, si este valor es mayor.

5.6.2 Prueba de calentamiento dinámico (véase 4.14)

5.6.2.1 Prueba de inmersión

Se llevarán a cabo pruebas con objeto de determinar las orientaciones normal y más desfavorable definidas en 2.4 y 2.5. Se llevarán a cabo 10 pruebas de inmersión adicionales para ambas orientaciones. La orientación más desfavorable será la definida en 4.14.1. ITR se calculará de la manera descrita en 5.6.2.3 y 5.6.2.4 por lo que respecta a cada orientación. Las pruebas de inmersión se llevarán a cabo usando una guarnición de boquilla de latón proyectada de manera que el aumento de la temperatura de la guarnición o del agua no exceda de 2°C durante cada prueba de inmersión hasta alcanzar un tiempo de reacción de 55 s. (La temperatura se medirá mediante un termopar empotrado por calor en la guarnición en un radio no superior a 8 mm respecto del diámetro del pie de la rosca interior o por un termopar inmerso en el agua en el centro del orificio de

entrada de la boquilla.) Si el tiempo de reacción es superior a 55 s, la temperatura de la guarnición o del agua en grados Celsius no aumentará más de 0,036 veces el tiempo de reacción en segundos durante cada prueba de inmersión.

La boquilla sometida a prueba llevará una capa o una capa y media de cinta obturadora de politetrafluoroetileno sobre la rosca. Se atornillará a una guarnición con un par de 15 ± 3 N·m. Cada boquilla se montará en una tapa de la sección de prueba de un túnel y se mantendrá en una cámara de acondicionamiento con objeto de permitir que la boquilla y la tapa alcancen la temperatura ambiente durante un periodo no inferior a 30 min.

Antes de iniciar la prueba, se introducirán en el orificio de entrada de la boquilla 25 ml de agua por lo menos a la temperatura ambiente. Para medir el tiempo de reacción se utilizará un cronómetro con una precisión de $\pm 0,01$ s que tenga dispositivos apropiados para medir el lapso de tiempo entre la introducción de la boquilla en el túnel y el momento en que se pone en funcionamiento.

El flujo de aire y las condiciones* de temperatura en la sección de prueba del túnel (donde está emplazada la boquilla) se escogerán entre la gama apropiada de condiciones que figura en el cuadro 2. Con objeto de reducir al mínimo el intercambio de radiación entre el elemento sensor y las paredes que limitan el flujo, la sección de prueba del aparato se proyectará de modo que limite los efectos de la radiación a $\pm 3\%$ de los valores de ITR calculados†.

En el cuadro 2 figura la gama de condiciones de funcionamiento admisibles del túnel. Las condiciones de funcionamiento elegidas se mantendrán durante toda la prueba, con las tolerancias indicadas en las notas 1 y 2 del cuadro 2.

5.6.2.2 Determinación del factor (C) de conductividad [7.6.2.2]

El factor (C) de conductividad se determinará usando la prueba de inmersión prolongada (véase 5.6.2.2.1) o la prueba de exposición prolongada en rampa (véase 5.6.2.2.2).

5.6.2.2.1 Prueba de inmersión prolongada [7.6.2.2.1]

La prueba de inmersión prolongada es un proceso iterativo para determinar C y puede exigir hasta 20 muestras de boquillas. Se usará una muestra de boquilla para cada prueba descrita en esta sección, aun en el caso de que la muestra no funcione durante la prueba de inmersión prolongada.

* Las condiciones en el túnel se elegirán de manera que el error máximo previsto debido al equipo se limite al 3%.

† Un método que se sugiere para determinar los efectos de la radiación es llevar a cabo pruebas de inmersión comparadas con una muestra metálica de prueba ennegrecida (de alta emisividad) y una muestra metálica pulida (de baja emisividad).

Cuadro 2 – Condiciones de la prueba de inmersión en un horno

Temperatura normal °C	Gama de temperaturas del aire ¹			Gama de velocidades ²		
	Reacción normal °C	Reacción especial °C	Reacción rápida °C	Reacción normal m/s	Reacción especial m/s	Boquilla de reacción rápida m/s
57 a 77	191 a 203	129 a 141	129 a 141	2,4 a 2,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85
79 a 107	282 a 300	191 a 203	191 a 203	2,4 a 2,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85
121 a 149	382 a 432	282 a 300	282 a 300	2,4 a 2,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85
163 a 191	382 a 432	382 a 432	382 a 432	3,4 a 3,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85

¹ La temperatura del aire elegida se conocerá y mantendrá constante en la sección de prueba durante toda la prueba con un grado de exactitud de $\pm 1^\circ\text{C}$ para las temperaturas del aire comprendidas entre 129°C y 141°C en la sección de prueba y de $\pm 2^\circ\text{C}$ para todas las otras temperaturas del aire.

² La velocidad del aire elegida se conocerá y mantendrá constante durante toda la prueba con un grado de exactitud de $\pm 0,03$ m/s para las velocidades comprendidas entre 1,65 y 1,85 m/s y entre 2,4 y 2,6 m/s y de $\pm 0,04$ m/s para las velocidades comprendidas entre 3,4 y 3,6 m/s.

La boquilla sometida a prueba llevará una capa o una capa y media de cinta obturadora de politetrafluoroetileno sobre la rosca. Se atornillará a una guarnición con un par de 15 ± 3 N·m. Cada boquilla se montará en una tapa de la sección de prueba de un túnel y se mantendrá en una cámara de acondicionamiento con objeto de permitir que la boquilla y la tapa alcancen la temperatura ambiente durante un periodo no inferior a 30 min. Antes de iniciar la prueba, se introducirán en el orificio de entrada de la boquilla 25 ml por lo menos de agua a la temperatura ambiente.

Para medir el tiempo de reacción se utilizará un cronómetro con una precisión de $\pm 0,01$ s que tenga dispositivos apropiados para medir el lapso de tiempo entre la introducción de la boquilla en el túnel y el momento en que se pone en funcionamiento.

La temperatura de la guarnición se mantendrá a $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ durante cada prueba. La velocidad del aire en la sección de prueba del túnel donde está emplazada la boquilla se mantendrá dentro de un margen de $\pm 2\%$ de la velocidad elegida. Se elegirá y mantendrá la temperatura del aire durante la realización de la prueba, de conformidad con lo indicado en el cuadro 3.

En el cuadro 3 figura la gama de condiciones admisibles de funcionamiento del túnel. La condición de funcionamiento elegida se mantendrá durante toda la prueba con las tolerancias señaladas en el cuadro 3.

Cuadro 3 – Condiciones de la prueba de inmersión en un horno para la determinación de la conductividad

Temperatura nominal de la boquilla $^\circ\text{C}$	Temperatura del horno $^\circ\text{C}$	Variación máxima de la temperatura del aire durante la prueba $^\circ\text{C}$
57	85 a 91	$\pm 1,0$
58 a 77	124 a 130	$\pm 1,5$
78 a 107	193 a 201	$\pm 3,0$
121 a 149	287 a 295	$\pm 4,5$
163 a 191	402 a 412	$\pm 6,0$

Para determinar C, se introduce la boquilla en la corriente de prueba a diversas velocidades del aire durante un periodo máximo de 15 min*. Las velocidades se elegirán de modo que el accionamiento se produzca entre dos velocidades de prueba sucesivas. Es decir, se establecerán dos velocidades tales que a la velocidad menor (u_l) el accionamiento no se produzca en el intervalo de 15 min, mientras que a la siguiente velocidad más alta (u_h), se produzca el accionamiento dentro del límite de tiempo

* Si se determina que el valor de C es inferior a $0,5 \text{ (m}\cdot\text{s)}^{0,5}$, se supondrá que el valor de C es $0,25 \text{ (m}\cdot\text{s)}^{0,5}$ para calcular el valor de ITR.

de 15 min. Si la boquilla no se pone en funcionamiento a la velocidad más alta, se elegirá una temperatura del aire indicada en el cuadro 3 como temperatura más alta siguiente.

Al seleccionar las velocidades de prueba habrá que cerciorarse de que:

$$(u_h/u_l)^{0,5} \leq 1,1$$

El valor de prueba de C es el promedio de los valores calculados para las dos velocidades usando la siguiente ecuación:

$$C = (\Delta T_g / \Delta T_{ea} - 1) u^{0,5}$$

donde:

ΔT_g = temperatura real del gas (aire) menos la temperatura de la guarnición (T_m), en °C;

ΔT_{ea} = temperatura media de funcionamiento del baño líquido menos la temperatura de la guarnición (T_m), en °C;

u = velocidad real del aire en la sección de prueba, en m/s.

El valor de C para la boquilla se determina repitiendo tres veces el procedimiento entre paréntesis y calculando el promedio numérico de los tres valores de C. El valor de C para la boquilla se usa para calcular todos los valores de ITR con la orientación normal para determinar el cumplimiento de lo prescrito en 4.14.1.

5.6.2.2.2 Prueba de exposición prolongada en rampa [7.6.2.2.2]

La prueba de exposición prolongada en rampa usada para determinar el parámetro C se llevará a cabo en la sección de prueba de un túnel de viento cumpliendo los requisitos de temperatura de la guarnición de la boquilla descritos en la prueba de calentamiento dinámico. No es necesario acondicionar previamente la boquilla.

Se someterán a prueba 10 muestras de cada tipo de boquilla, todas ellas con la orientación normal. La boquilla se introducirá en una corriente de aire cuya velocidad constante será de 1 m/s \pm 10% y cuya temperatura será igual a la temperatura nominal de la boquilla al comienzo de la prueba.

La temperatura del aire se aumentará a razón de 1 \pm 0,25°C/min hasta que se ponga en funcionamiento la boquilla. La temperatura del aire, la velocidad y la temperatura de la guarnición se controlarán desde que se empiece a aumentar la temperatura y se medirán y registrarán en el momento en que empiece a funcionar la boquilla. El valor de C se determinará usando la misma ecuación que se indica en el párrafo 5.6.2.2.1 como el promedio de los 10 valores de prueba.

5.6.2.3 Cálculo del valor de ITR [7.6.2.3]

La ecuación usada para determinar el valor de ITR es la siguiente:

$$ITR = \frac{-t_r(u)^{0,5}(1 + C/(u)^{0,5})}{\ln[1 - \Delta T_{ea}(1 + C/(u)^{0,5})/\Delta T_g]}$$

donde:

- t_r = tiempo de reacción de las boquillas, en segundos;
- u = velocidad real del aire en la sección de prueba del túnel, en m/s, tomada del cuadro 2;
- ΔT_{ea} = temperatura media de accionamiento de la boquilla menos la temperatura ambiente, en °C;
- ΔT_g = temperatura del aire en la sección de prueba menos la temperatura ambiente, en °C;
- C = factor de conductividad determinado de conformidad a lo prescrito en 5.6.2.2.

5.6.2.4 Determinación de ITR con la orientación más desfavorable

La ecuación usada para calcular ITR con la orientación más desfavorable es la siguiente:

$$ITR_{md} = \frac{-t_{r-md}(u)^{0,5} [1 + C(ITR_{md}/ITR)/(u)^{0,5}]}{\ln\{1 - \Delta T_{ea}[1 + C(ITR_{md}/ITR)/(u)^{0,5}]/\Delta T_g\}}$$

donde:

- t_{r-md} = tiempo de reacción de las boquillas en segundos, con la orientación más desfavorable.

Todas las variables se conocen en esta etapa gracias a la ecuación que figura en el párrafo 5.6.2.3, excepto ITR_{md} (Índice del tiempo de reacción con la orientación más desfavorable), que puede resolverse de forma iterativa mediante la ecuación que figura en el párrafo anterior.

En el caso de las boquillas de reacción rápida, si no puede obtenerse la solución para ITR con la orientación más desfavorable, se repetirá la prueba de inmersión con la orientación más desfavorable usando las condiciones de la prueba de inmersión que figuran en el cuadro 2 bajo el epígrafe "Reacción especial".

5.7 Pruebas de exposición al calor [7.7]

5.7.1 Boquillas con ampolla de vidrio (véase 4.9.1)

Las boquillas con ampolla de vidrio cuya temperatura nominal de accionamiento es igual o inferior a 80°C se calentarán en un baño de agua a partir de una temperatura de $20 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta $20 \pm 2^\circ\text{C}$ por debajo de su temperatura nominal de accionamiento. La tasa de incremento de temperatura no excederá de $20^\circ\text{C}/\text{min}$. Se usará aceite a alta temperatura, como aceite de silicona, para los elementos de accionamiento que reaccionan a temperaturas mayores.

Esa temperatura se aumentará a continuación a razón de $1^\circ\text{C}/\text{min}$ hasta la temperatura a la que se disuelve la burbuja de gas, o una temperatura 5°C por debajo de la temperatura nominal de funcionamiento, si ésta es

inferior. Se sacará la boquilla del baño líquido y se enfriará en el aire hasta que se vuelva a formar la burbuja de gas. Durante el periodo de enfriamiento, el extremo más fino de la ampolla de vidrio (extremo sellado) apuntará hacia abajo. Esta prueba se realizará cuatro veces para cada una de las cuatro boquillas.

5.7.2 Boquillas sin revestimiento (véase 4.9.2) [7.7.2]

Se expondrán 12 boquillas sin revestimiento durante un periodo de 90 días a una temperatura ambiente alta que sea 11°C inferior a la temperatura nominal o a la que aparece en el cuadro 4, si ésta es inferior, pero no inferior a 49°C. Si la carga de servicio depende de la presión de servicio, se someterán a prueba las boquillas a la presión nominal de trabajo. Tras dicha exposición, cuatro de las boquillas se someterán a las pruebas especificadas en 5.4.1, otras cuatro a la señalada en 5.5.1, dos a la presión mínima de accionamiento y dos a la presión nominal de trabajo, y otras cuatro a las pruebas prescritas en 4.3. Si las boquillas no cumplen los requisitos aplicables de una de las pruebas, se someterán a prueba otras ocho boquillas de la forma anteriormente descrita y se someterán también a la prueba que ha resultado infructuosa. Las ocho boquillas deberán cumplir los requisitos de la prueba.

5.7.3 Boquillas con revestimiento (véase 4.9.3) [7.7.3]

Además de la prueba de exposición señalada en 5.7.2 efectuada con un ejemplar sin revestimiento, 12 boquillas con revestimiento serán sometidas a la prueba especificada en dicho párrafo, usando las temperaturas que figuran en el cuadro 4 para las boquillas con revestimiento.

La prueba se realizará durante 90 días. Durante este periodo, la muestra se sacará del horno a intervalos de aproximadamente 7 días y se dejará enfriar de 2 h a 4 h. Durante este periodo de enfriamiento, se examinarán las muestras. Tras la exposición, cuatro de las boquillas se someterán a las pruebas especificadas en 5.4.1, otras cuatro a la indicada en 5.5.1, dos de ellas a la presión mínima de funcionamiento y las otras dos a la presión nominal de trabajo, y otras cuatro boquillas serán sometidas a los requisitos señalados en 4.3.

5.8 *Prueba de choque térmico para las boquillas con ampolla de vidrio* (véase 4.10) [7.8]

Antes de iniciar la prueba, se acondicionarán por lo menos 24 boquillas a una temperatura ambiente de 20°C a 25°C como mínimo durante 30 min.

Las boquillas se sumergirán en un baño líquido, cuya temperatura estará a $10 \pm 2^\circ\text{C}$ por debajo de la temperatura nominal de accionamiento de las boquillas. Tras 5 min, se retirarán las boquillas del baño y se sumergirán inmediatamente en otro baño líquido, con el sello de la ampolla hacia abajo, a una temperatura de $10 \pm 1^\circ\text{C}$. A continuación se someterán las boquillas a la prueba especificada en 5.5.1.

Cuadro 4 – Temperaturas de prueba para boquillas con y sin revestimiento

Valores en °C		
Temperatura nominal de accionamiento	Temperatura de prueba de las boquillas sin revestimiento	Temperatura de prueba de las boquillas con revestimiento
57 a 60	49	49
61 a 77	52	49
78 a 107	79	66
108 a 149	121	107
150 a 191	149	149
192 a 246	191	191
247 a 302	246	246
303 a 343	302	302

5.9 Pruebas de resistencia de los elementos de accionamiento [7.9]

5.9.1 Ampollas de vidrio (véase 4.7.1) [7.9.1]

Se colocarán en un dispositivo de pruebas por lo menos 15 muestras de ampollas de la temperatura nominal más baja para cada tipo de ampolla, usándose las piezas de montaje de los rociadores. Cada ampolla se someterá en la máquina de pruebas a una fuerza que aumentará de manera uniforme a razón de 250 N/s como máximo, hasta que la ampolla se rompa.

Cada prueba se llevará a cabo sujetando la ampolla con nuevas piezas de montaje. El dispositivo de montaje podrá reforzarse exteriormente para impedir que se desprenda, pero de manera que no interfiera con la rotura de la ampolla.

Se registrará la carga de rotura de cada ampolla. Se calculará el límite de tolerancia inferior (LT1) para la resistencia de la ampolla. Usando los valores de la carga de servicio que figura en 5.3.1, se calculará el límite de tolerancia superior (LT2) para la carga de proyecto de la ampolla. Se verificará el cumplimiento de los requisitos de 4.7.1.

5.9.2 Elementos fusibles (véase 4.7.2)

5.10 Prueba del caudal de agua (véase 4.4.1) [7.10]

Se montarán la boquilla y un manómetro en una tubería de suministro. El caudal de agua se medirá a presiones que varíen de la presión mínima de funcionamiento a la presión nominal de trabajo, a intervalos de aproximadamente 10% de la gama de presiones de servicio, en dos boquillas de muestra. En una serie de pruebas, la presión se aumentará de

zero hasta cada valor y en la serie siguiente se reducirá la presión partiendo de la presión nominal hasta cada valor. Se calculará la constante de flujo K sacando la media de cada serie de lecturas, es decir, para la presión creciente y para la presión decreciente. Durante la prueba, se corregirán las presiones teniendo en cuenta la diferencia de altura entre el manómetro y el orificio de salida de la boquilla.

5.11 *Pruebas de distribución del agua y tamaño de la gota*

5.11.1 Distribución del agua (véase 4.4.2)

Las pruebas se llevarán a cabo en una cámara de pruebas cuyas dimensiones mínimas serán de 7 m × 7 m o el 300% de la zona máxima de proyecto sometida a prueba, si este valor es mayor. En el caso de las boquillas automáticas normales, se instalará una sola boquilla abierta y luego se instalarán cuatro boquillas del mismo tipo formando un cuadrado, a la distancia máxima especificada por el fabricante, en tuberías preparadas a este fin. Por lo que respecta a las boquillas de tipo piloto, se instalará una boquilla y a continuación el número máximo de boquillas subsidiarias a la distancia máxima especificada en las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante.

La distancia entre el cielo raso y la placa de distribución será de 50 mm para las boquillas rectas y de 275 mm para las boquillas suspendidas. Por lo que respecta a las boquillas sin placa de distribución las distancias se medirán desde el cielo raso hasta el orificio de salida de la boquilla más alta.

Las boquillas empotradas, rasas o escondidas se montarán en un cielo raso falso de 6 m × 6 m como mínimo y se distribuirán simétricamente en la cámara de pruebas. Las boquillas se instalarán directamente en las tuberías horizontales mediante empalmes en "T" o de codo.

Se recogerá la descarga de agua y se medirá su distribución en las zonas protegidas por una sola boquilla y por las boquillas múltiples mediante contenedores cuadrados de medición, cuyas dimensiones nominales serán de 300 mm de lado. La distancia entre las boquillas y el borde superior de los contenedores de medición será la máxima especificada por el fabricante. Los contenedores de medición se colocarán en el centro, debajo de la boquilla única y debajo de las boquillas múltiples.

Las boquillas descargarán tanto a la presión mínima de funcionamiento y a la presión nominal de trabajo especificadas por el fabricante como a las alturas mínima y máxima de instalación especificadas por éste.

El agua se recogerá por lo menos durante 10 min con objeto de determinar las características de funcionamiento de las boquillas.

5.11.2 Tamaño de la gota de agua (véase 4.4.3)

El valor medio del diámetro, la velocidad, la distribución de las gotas por tamaño, su densidad y el flujo volumétrico se determinarán para los caudales máximo y mínimo especificados por el fabricante. Una vez

recogida la información, se usará el “Método normalizado para determinar los criterios y el procesamiento de los datos relativos al análisis del tamaño de las gotas de líquido” (ASTM E799-92) con objeto de determinar el tamaño de muestra apropiado, los diámetros correspondientes a las clases de tamaño, los tamaños característicos de gota y la dispersión medida de la distribución de las gotas. Esta información se recogerá en diversos puntos de la zona de aspersión, como se describe en 4.4.3.

5.12 Pruebas de corrosión [7.12]

5.12.1 Prueba de tensocorrosión de las partes de latón de las boquillas (véase 4.11.1)

Se someterán cinco boquillas a la siguiente prueba con solución acuosa amoniacal. El orificio de entrada de cada boquilla se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo, de plástico.

Las muestras se desengrasarán y se expondrán durante 10 días a una mezcla húmeda de aire y amoníaco en un contenedor de vidrio de un volumen igual a $0,02 \pm 0,01 \text{ m}^3$.

En el fondo del contenedor se mantendrá una solución acuosa amoniacal de una densidad de $0,94 \text{ g/cm}^3$, a 40 mm aproximadamente de la base de las muestras. Un volumen de solución acuosa amoniacal correspondiente a $0,01 \text{ ml/cm}^3$ del volumen del contenedor dará aproximadamente las siguientes concentraciones atmosféricas: 35% de amoníaco, 5% de vapor de agua y 60% de aire. El orificio de entrada de cada muestra se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo, de plástico.

La mezcla húmeda de amoníaco y aire se mantendrá lo más cerca posible de la presión atmosférica, y la temperatura se mantendrá a $34 \pm 2^\circ\text{C}$. Se dispondrán los medios para que la cámara respire a través de un tubo capilar con objeto de evitar un aumento de presión. Las muestras estarán protegidas contra el goteo resultante de la condensación.

Tras la exposición, las boquillas se enjuagarán y secarán y se examinarán cuidadosamente. En caso de observarse fisuras, exfoliación o fallo de alguna de las partes funcionales, se someterá(n) la(s) boquilla(s) a una prueba de resistencia a las fugas a la presión nominal durante 1 min y a la prueba de funcionamiento a la presión mínima de flujo (véase 4.5.1).

Las boquillas en las que se haya producido fisuración, exfoliación o fallo de cualquiera de las partes no funcionales no deberán presentar señales de separación de las partes permanentemente unidas cuando se las someta a un flujo de agua a la presión nominal de trabajo durante 30 min.

5.12.2 Fisuración por tensocorrosión de las partes de acero inoxidable de las boquillas (véase 4.11.1)

5.12.2.1 Se expondrán a una solución de cloruro de magnesio cinco muestras previamente desengrasadas.

5.12.2.2 Las partes que se usan en las boquillas se colocarán en un frasco de 500 ml provisto de un termómetro y de un condensador húmedo, de aproximadamente 760 mm de longitud. Se llenará el frasco aproximadamente hasta la mitad con una solución de cloruro de magnesio al 42% en peso, colocándolo en una camisa calentadora eléctrica controlada por termostato y se mantendrá a una temperatura de ebullición de $150 \pm 1^\circ\text{C}$. Las partes estarán sueltas, es decir, no formarán parte de un ensamblaje de boquilla. La exposición se hará durante 500 h.

5.12.2.3 Una vez finalizado el periodo de exposición las muestras de prueba deberán retirarse de la solución de cloruro de magnesio en ebullición y se enjuagarán en agua desionizada.

5.12.2.4 A continuación se examinarán las muestras de prueba usando un microscopio de 25 aumentos para detectar toda fisuración, exfoliación, o degradación resultante de la prueba. Las muestras en que sea aparente alguna degradación serán sometidas a las pruebas descritas en 5.12.2.5 ó 5.12.2.6, según sea oportuno. Las muestras de prueba en que no sea visible degradación alguna se considerarán aceptables y no serán sometidas a otras pruebas.

5.12.2.5 Las partes funcionales en que sea aparente alguna degradación serán sometidas a las siguientes pruebas. Cinco conjuntos nuevos de partes se montarán en armazones de boquilla construidos con materiales que no alteren los efectos corrosivos de la solución de cloruro de magnesio sobre las partes de acero inoxidable. Estas muestras de pruebas se desengrasarán y expondrán a la solución de cloruro de magnesio que se especifica en 5.12.2.2. Una vez finalizada la exposición, las muestras de prueba serán sometidas a una prueba de presión hidrostática igual a la presión nominal de trabajo durante 1 min, tras la cual no deberán presentar fugas, y a continuación serán sometidas a la prueba de funcionamiento, a la presión mínima de funcionamiento, de conformidad con 5.5.1.

5.12.2.6 Las partes no funcionales en que sea aparente alguna degradación serán sometidas a las siguientes pruebas. Cinco conjuntos nuevos de partes se montarán en armazones de boquilla construidos con materiales que no alteren los efectos corrosivos de la solución de cloruro de magnesio sobre las partes de acero inoxidable. Estas muestras de prueba se desengrasarán y se expondrán a la solución de cloruro de magnesio que se especifica en 5.12.2.1. Una vez finalizada la exposición, las muestras de prueba serán sometidas a una presión de flujo igual a la presión nominal de trabajo durante 30 min, sin que se separe ninguna pieza permanentemente unida.

5.12.3 Prueba de corrosión por dióxido de azufre
(véase 4.11.2 y 4.14.2)

Se someterán 10 boquillas a la siguiente prueba de corrosión por dióxido de azufre. El orificio de entrada de cada muestra se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo de plástico.

El equipo de prueba consistirá en un recipiente de 5 l (se podrá usar otro recipiente con capacidad de hasta 15 l, en cuyo caso se aumentará proporcionalmente la cantidad de sustancias químicas que se indica a continuación) de vidrio termorresistente, con una tapa resistente a la corrosión cuya forma impida el goteo resultante de la condensación sobre las boquillas. El recipiente se calentará eléctricamente por la base, y tendrá un serpentín de enfriamiento alrededor de las paredes. Un sensor de temperatura colocado en el centro del recipiente a 160 ± 20 mm del fondo regulará el calor de modo que la temperatura en el interior del recipiente de vidrio sea de $45 \pm 3^\circ\text{C}$. Durante la prueba, el agua fluirá por el serpentín de enfriamiento con un caudal suficiente para mantener la temperatura del agua a la salida por debajo de los 30°C . Esta combinación de calentamiento y enfriamiento fomentará la condensación en la superficie de las boquillas. Las boquillas de muestra estarán protegidas contra el goteo resultante de la condensación.

Las boquillas sometidas a prueba se suspenderán en su posición normal de montaje debajo de la tapa dentro del recipiente y se someterán a una atmósfera corrosiva de dióxido de azufre durante ocho días. La atmósfera corrosiva se obtendrá introduciendo una solución de 20 g de cristales de tiosulfato sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) en 500 ml de agua.

Durante seis días como mínimo del periodo de exposición de ocho días, se agregarán a un régimen constante 20 ml de ácido sulfúrico diluido, consistente en 156 ml de H_2SO_4 normal (0,5 mol/l) diluido en 844 ml de agua. Tras ocho días, se retirarán las boquillas del recipiente y se secarán de cuatro a siete días a una temperatura que no exceda de 35°C y con una humedad relativa inferior al 70%.

Tras el periodo de secado, se someterán cinco boquillas a una prueba de funcionamiento a la presión mínima de funcionamiento de conformidad con 5.5.1 y otras cinco boquillas se someterán a la prueba de calentamiento dinámico de conformidad con 4.14.2.

5.12.4 Prueba de corrosión por niebla salina (véase 4.11.3 y 4.14.2) [7.12.3]

5.12.4.1 Boquillas para atmósferas normales

Se expondrán 10 boquillas a una niebla salina dentro de una cámara de nebulización. El orificio de entrada de cada muestra se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo de plástico.

Durante la exposición a la corrosión, el orificio roscado de entrada se obturará con una tapa de plástico una vez que las boquillas se hayan llenado con agua desionizada. La solución salina será una solución de cloruro de sodio en agua destilada al 20% en masa. El pH estará comprendido entre 6,5 y 3,2 y la densidad entre 1,126 g/ml y 1,157 g/ml para la solución atomizada a 35°C . Se proporcionarán medios adecuados para controlar la atmósfera en la cámara. Las muestras estarán sostenidas

en su posición normal de funcionamiento y se expondrán a la niebla salina en una cámara cuyo volumen será como mínimo de $0,43 \text{ m}^3$ y en la cual la zona de exposición se mantendrá a una temperatura de $35 \pm 2^\circ\text{C}$. La temperatura se registrará como mínimo una vez al día, a 7 h de intervalo por lo menos (excepto los fines de semana y feriados en que normalmente no se abrirá la cámara). La solución salina será suministrada desde un depósito de recirculación a través de boquillas aspiradoras de aire, a una presión comprendida entre 0,7 bar (0,07 MPa) y 1,7 bar (0,17 MPa). La solución salina que se escurra de las muestras expuestas será recogida y no volverá al depósito para su recirculación. Las boquillas de muestra estarán protegidas contra el goteo resultante de la condensación.

Se recogerá niebla de dos puntos como mínimo de la zona de exposición con objeto de determinar el régimen de aplicación y la concentración de sal. La niebla será tal que por cada 80 cm^2 de zona de recolección se recojan entre 1 ml y 2 ml de solución por hora durante un periodo de 16 h, y la concentración salina será del $20 \pm 1\%$ en masa.

Las boquillas se expondrán a la niebla salina por un periodo de 10 días. Tras este periodo, se retirarán las boquillas de la cámara de nebulización y se secarán durante 4 a 7 días a una temperatura de 20°C a 25°C en una atmósfera que tenga una humedad relativa inferior al 70%. Tras este periodo de secado, se someterán cinco boquillas a la prueba de funcionamiento con la presión mínima de funcionamiento, de conformidad con 5.5.1 y otras cinco boquillas se someterán a la prueba de calentamiento dinámico de conformidad con 4.14.2.

5.12.4.2 Boquillas para atmósferas corrosivas [7.12.3.2]

Se someterán cinco boquillas a las pruebas señaladas en 5.12.4.1 pero la duración de la exposición a la niebla salina se prolongará de 10 a 30 días.

5.12.5 Prueba de exposición al aire húmedo (véase 4.11.4 y 4.14.2) [7.12.4]

Se expondrán 10 boquillas a una atmósfera de temperatura y humedad altas, a saber, una humedad relativa del $98 \pm 2\%$ y una temperatura de $95 \pm 4^\circ\text{C}$. Las boquillas se instalarán en un colector de tubería que contenga agua desionizada. El colector se colocará en el recinto con temperatura y humedad altas durante 90 días. Tras este periodo, se retirarán las boquillas del recinto y se las secará durante 4 a 7 días a una temperatura de $25 \pm 5^\circ\text{C}$ en una atmósfera con una humedad relativa inferior al 70%. Tras este periodo de secado, se someterán cinco boquillas a la prueba de funcionamiento con la presión mínima de funcionamiento, de conformidad con 5.5.1 y otras cinco boquillas se someterán a la prueba de calentamiento dinámico de conformidad con 4.14.2*.

* El fabricante podrá optar por proporcionar muestras adicionales para esta prueba con objeto de facilitar la comprobación temprana de fallos. Las muestras adicionales podrán retirarse de la cámara de pruebas a intervalos de 30 días, para ser objeto de comprobaciones.

5.13 Pruebas del revestimiento de las boquillas [7.13]**5.13.1 Prueba de evaporación (véase 4.12.1) [7.13.1]**

Se colocará una muestra de 50 cm³ de cera o alquitrán en un recipiente cilíndrico de metal o vidrio, de fondo plano, con un diámetro interior de 55 mm y una altura interior de 35 mm. El recipiente, sin tapa, se colocará en un horno eléctrico de temperatura ambiente constante, controlada automáticamente y con circulación de aire. La temperatura del horno se regulará a 16°C por debajo de la temperatura nominal de accionamiento de la boquilla, pero a una temperatura no inferior a 50°C. La muestra se pesará antes y después de los 90 días de exposición con objeto de determinar cualquier pérdida de materia volátil. La muestra deberá cumplir las prescripciones indicadas en 4.12.1.

5.13.2 Prueba de baja temperatura (véase 4.12.2) [7.13.2]

Se someterán cinco boquillas, revestidas por los métodos de producción normales, con cera, alquitrán o metal, a una temperatura de -10°C durante un periodo de 24 h. Al retirarlas de la vitrina de baja temperatura, las boquillas se expondrán a la temperatura ambiente durante 30 min como mínimo antes de examinar su revestimiento con objeto de comprobar que cumple los requisitos de 4.12.2.

5.14 Prueba de resistencia al calor (véase 4.15) [7.14]

Se calentará un cuerpo de boquilla en un horno a 800°C durante un periodo de 15 min, con la boquilla en su posición normal de instalación. El cuerpo de la boquilla se retirará del horno, manipulándosela por el tubo roscado del orificio de entrada y se sumergirá rápidamente en un baño de agua a una temperatura de aproximadamente 15°C. Deberá cumplir los requisitos indicados en 4.15.

5.15 Prueba del golpe de ariete (véase 4.13) [7.15]

Se conectarán cinco boquillas, en su posición normal de funcionamiento, al equipo de prueba. Una vez purgado el aire de las boquillas y del equipo de pruebas, se generarán 3 000 ciclos de presión, que varíen de 4 ± 2 bar ($0,4 \pm 0,2$ MPa) al doble de la presión nominal de trabajo. La presión se aumentará de 4 bar al doble de la presión nominal a razón de 60 ± 10 bar/s. Se generarán por lo menos 30 ciclos de presión por minuto. La presión se medirá con un transductor eléctrico de presión.

Durante la prueba se examinará visualmente cada boquilla para comprobar si presenta fugas. Una vez finalizada la prueba, cada boquilla cumplirá con los requisitos de resistencia a las fugas de 4.8.1 y el requisito de funcionamiento de 4.5.1, a la presión mínima de funcionamiento.

5.16 Prueba de vibración (véase 4.16) [7.16]

5.16.1 Se instalarán verticalmente cinco boquillas en una mesa de vibración. Se someterán a vibraciones sinusoidales a temperatura ambiente. La vibración estará dirigida a lo largo del eje de la rosca de conexión.

5.16.2 Las boquillas serán sometidas a vibraciones de forma continua de 5 Hz a 40 Hz a razón de 5 min/octava y con una amplitud de 1 mm (la mitad del valor de cresta a cresta). Si se detectan uno o varios puntos de resonancia tras haber alcanzado los 40 Hz, se someterán las boquillas a vibraciones correspondientes a cada una de estas frecuencias de resonancia durante 120 h/número de resonancias. Si no se detectan resonancias, se continuarán las vibraciones de 5 Hz a 40 Hz durante 120 h.

5.16.3 A continuación se someterán las boquillas a la prueba de resistencia a las fugas de conformidad con 4.8.1 y a la prueba de funcionamiento de conformidad con 4.5.1, a la presión mínima de funcionamiento.

5.17 Prueba de choque (véase 4.17) [7.17]

Se someterán a prueba cinco boquillas sobre las cuales se dejará caer una masa a lo largo de la línea axial del conducto de agua. La energía cinética de la masa en el punto de impacto será equivalente a una masa igual a la de la boquilla de prueba si se deja caer desde una altura de 1 m (véase la figura 2). Se impedirá que la masa golpee más de una vez cada boquilla.

Tras la prueba, se examinará visualmente cada boquilla, y éstas no deberán presentar señales de fractura, deformación u otra deficiencia. Si no se detecta ninguna deficiencia, las boquillas serán sometidas a la prueba de resistencia a las fugas, descrita en el párrafo 5.4.1. Tras la prueba, cada muestra deberá cumplir los requisitos de la prueba de funcionamiento indicada en 5.5.1, a una presión igual a la presión mínima de flujo.

5.18 Prueba de descarga lateral (véase 4.18) [7.19]

Se descargará agua de una boquilla de rociador a la presión mínima de funcionamiento y a la presión nominal de trabajo. Una segunda boquilla automática ubicada a la distancia mínima indicada por el fabricante se montará en una tubería paralela a la tubería que descarga agua.

Los orificios o láminas de distribución de la boquilla (en caso de usarse estas últimas) se colocarán a 550 mm, 356 mm y 152 mm por debajo de un cielo raso plano y liso con objeto de llevar a cabo tres pruebas distintas, respectivamente a cada presión de prueba. Se colocará la parte superior de una bandeja cuadrada de 305 mm de lado y 102 mm de profundidad a 152 mm por debajo del elemento termorreactor en cada una de las pruebas. Se llenará la bandeja con 0,47 l de heptano. Una vez producida su ignición la boquilla automática funcionará antes de que se consuma el heptano.

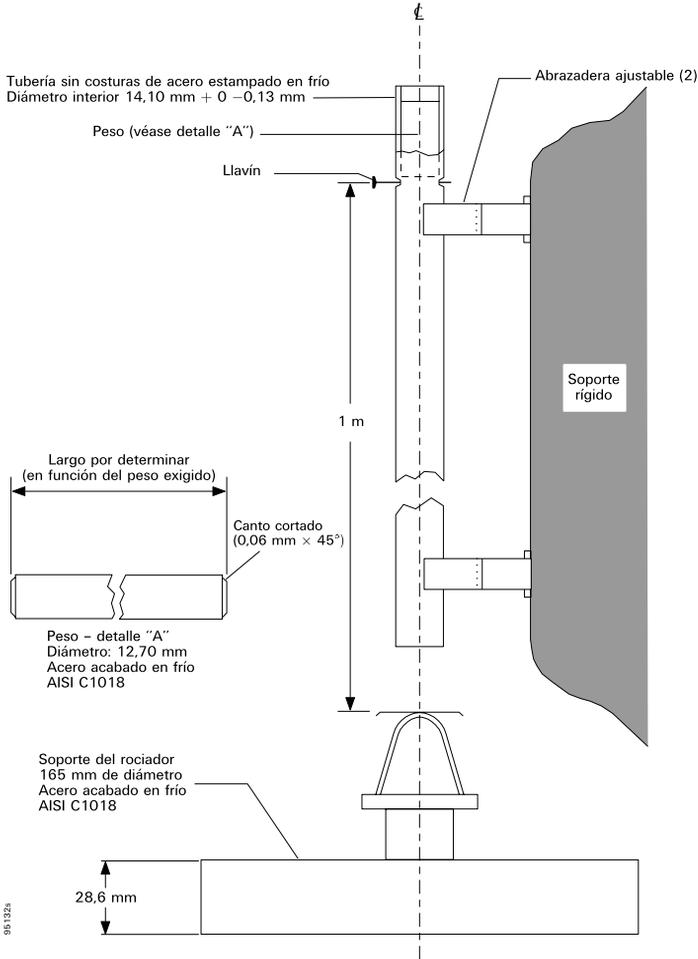


Figura 2 - Aparato para la prueba de choque

5.19 Prueba de resistencia a las fugas durante 30 días
(véase 4.19) [7.20]

Se instalarán cinco boquillas en una tubería de prueba llena de agua que se mantendrá a una presión constante igual al doble de la presión nominal de trabajo durante 30 días y a una temperatura ambiente de $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

Se inspeccionarán visualmente las boquillas por lo menos una vez por semana para comprobar si presentan fugas. Una vez finalizada esta prueba de 30 días, todas las muestras cumplirán los requisitos de resistencia a las fugas que se especifican en 4.8 y no presentarán señales de distorsión u otro daño mecánico.

5.20 Prueba de vacío (véase 4.20) [7.21]

Se someterán tres boquillas a un vacío de 460 mm de mercurio aplicado a la entrada de la boquilla durante 1 min, a una temperatura ambiente de $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Una vez finalizada esta prueba, se examinará cada muestra con objeto de verificar que no se ha producido distorsión o daño mecánico alguno y que en consecuencia cumple los requisitos de resistencia a las fugas especificados en 5.4.1.

5.21 Prueba de obstrucción (véase 4.22) [7.28]

5.21.1 Se medirá el caudal de agua en una boquilla de nebulización de agua abierta con su tamiz o filtro a la presión nominal de trabajo. La boquilla y el tamiz o filtro se instalarán en el aparato de prueba descrito en la figura 3, y se someterán durante 30 min a una corriente continua a la presión nominal de trabajo de agua contaminada preparada de conformidad con lo estipulado en 5.21.3.

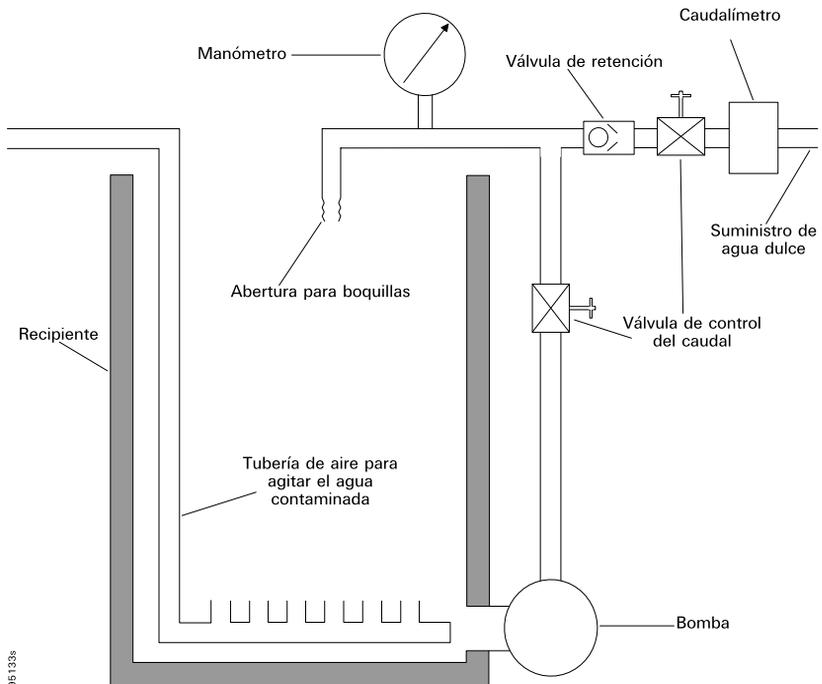


Figura 3 - Aparato para la prueba de obstrucción

5.21.2 Inmediatamente finalizado el periodo de 30 min de corriente continua con agua contaminada, se medirá la presión hidráulica de la boquilla y del tamiz o filtro a la presión nominal de trabajo. Durante la prueba no se permitirá retirar, limpiar ni descargar la boquilla, el filtro o el tamiz.

5.21.3 El agua usada durante los 30 min de corriente continua a la presión nominal de trabajo especificados en 5.21.1 consistirá en 60 l de agua corriente en la que se ha mezclado 1,58 kg de contaminantes cuyo granulado se describe en el cuadro 5. Durante la prueba, se agitará continuamente la solución.

Cuadro 5 – Contaminantes para la prueba del ciclo de agua contaminada

Clasificación del tamiz ¹	Apertura nominal del tamiz, en mm	Gramos de contaminante ($\pm 5\%$) ²		
		Óxido de tuberías	Tierra	Arena
No. 25	0,706	-	456	200
No. 50	0,297	82	82	327
No. 100	0,150	84	6	89
No. 200	0,074	81	-	21
No. 325	0,043	153	-	3
	TOTAL	400	544	640

¹ La clasificación del tamiz corresponde a la señalada en la norma para los tamices de prueba de tela metálica, ASTM E11-87. Los tamices CENCO-MEINZEN de malla de 25, 50, 100, 200 y 325, que corresponden con la clasificación numérica del cuadro, cumplen la norma ASTM E11-87.

² Podrá reducirse en un 50% la cantidad de contaminante en el caso de boquillas que solamente se usan con tuberías de cobre o acero inoxidable y en un 90% en el caso de boquillas que tienen una presión nominal de 50 bar o más y que se usan solamente con tuberías de acero inoxidable.

6 Marcado de la boquilla de nebulización de agua

6.1 Generalidades

Toda boquilla que cumpla con las prescripciones de la presente norma estará marcada de forma permanente con:

- .1 la marca de fábrica o el nombre del fabricante;
- .2 la identificación del modelo;
- .3 la identificación de la fábrica. Esto se exigirá solamente si el fabricante tiene más de una fábrica de boquillas;

- .4 el año de fabricación (solamente boquillas automáticas)*;
- .5 la temperatura nominal de accionamiento (solamente boquillas automáticas)[†]; y
- .6 el factor *K*. Esto solamente se exige si un modelo de boquilla existe con distintos tamaños de orificio.

En aquellos países donde se exija la codificación con un color de los brazos de la horquilla de las boquillas de ampolla de vidrio, se usará el código de colores utilizado para las boquillas con elementos fusibles.

6.2 *Envuelta de las boquillas*

Las envueltas empotradas, de haberlas, estarán marcadas para ser usadas con las boquillas correspondientes, a menos que la envuelta sea una parte inamovible de la boquilla.

* El año de fabricación puede incluir los últimos tres meses del año precedente y los primeros seis meses del año siguiente. Sólo será necesario indicar las últimas dos cifras.

[†] Excepto por lo que se refiere a las boquillas con revestimiento y laminadas, la gama de temperaturas nominales de activación estará codificada con un color en la boquilla con objeto de identificar su valor nominal. El código de colores será visible en los brazos de la horquilla que sostiene la placa de distribución de las boquillas de elemento fusible y estará indicado por el color del líquido en las ampollas de vidrio. El valor nominal de la temperatura se acuñará o moldeará en el elemento fusible de las boquillas que los utilicen. Todas las boquillas estarán acuñadas, moldeadas o grabadas o llevarán un código de color de manera que se reconozca la temperatura nominal aun en caso de que la boquilla haya funcionado. Esto será conforme con lo estipulado en el cuadro 1.

Apéndice 2

Procedimientos de ensayo de exposición al fuego de los sistemas de rociadores equivalentes a los instalados en espacios de alojamiento y públicos y zonas de servicio de los buques de pasaje

1 Ámbito

1.1 Los presentes procedimientos de ensayo describen un método de ensayo de exposición al fuego para evaluar la eficacia de los sistemas de rociadores equivalentes a los sistemas especificados en la regla II-2/12 del Convenio SOLAS [1*] en espacios de alojamiento y zonas de servicio de a bordo. Debe señalarse que el método de ensayo está limitado a probar la eficacia de los sistemas contra los incendios y no tiene por fin comprobar los parámetros de calidad y proyecto de los componentes individuales del sistema.

1.2 Con objeto de cumplir con los requisitos indicados en 3.5 de las directrices, el sistema deberá poder contener o sofocar el incendio en condiciones muy diversas de carga de fuego, instalación del combustible, configuración del local y ventilación.

1.3 Los productos en que se emplean materiales o que adoptan formas de construcción que difieren de los requisitos contenidos en el presente documento serán examinados y sometidos a prueba de conformidad con la intención de los requisitos y, de comprobarse que son sustancialmente equivalentes, podrá considerarse que cumplen lo estipulado en el presente documento.

1.4 No se considerará que los productos que cumplen lo estipulado en el presente documento son necesariamente aceptables si, cuando se examinan y someten a prueba, se comprueba que presentan otras características que menoscaban el nivel de seguridad previsto en este documento.

2 Clasificaciones de riesgos y espacios

Con el fin de identificar la clasificación de los diferentes riesgos de incendio, se presenta el siguiente cuadro, que relaciona los ensayos contra incendios con la clasificación de los espacios definidos en la regla 26 del capítulo II-2 del Convenio SOLAS [1]:

* Las cifras entre corchetes que figuran en el texto indican las publicaciones de referencia que se enumeran al final de este documento.

Cuadro 1 – Correlación entre los ensayos contra incendios y la clasificación de espacios definidos en la regla 26.2.2 del capítulo II-2 del Convenio SOLAS

Clasificación de espacios	Prueba contra incendios correspondiente				
	Sección 5 camarote	Sección 5 pasillo	Sección 6 camarote de lujo	Sección 7 espacios públicos	Sección 8 compras y almacenamiento
1) Puestos de control				X	
2) Escaleras		X ¹			
3) Pasillos		X ¹			
6) Alojamientos con escaso riesgo de incendio	X ²		X ³	X ⁴	
7) Alojamientos con riesgo moderado de incendio	X ²		X ³	X ⁴	
8) Alojamientos con considerable riesgo de incendio				X	
9) Espacios para fines sanitarios y similares	X ²		X ³	X ⁴	
13) Gambuzas o pañoles, talleres, despensas, etc.					X
14) Otros espacios en que se almacenan líquidos inflamables					X

Nota: Véase la regla 26 del capítulo II-2 del Convenio SOLAS [1] por lo que respecta a ejemplos de espacios en cada categoría.

¹ Tratándose de escaleras y pasillos de anchura superior a 1,5 m úsese el ensayo contra incendios de la sección 7 – espacios públicos en vez del ensayo de la sección 5 – pasillos.

² Para espacios de hasta 12 m².

³ Para espacios de entre 12 m² y 50 m².

⁴ Para espacios superiores a 50 m².

3 Definiciones

3.1 *Sofocación del incendio:* Reducción rápida del régimen de desprendimiento de calor de un incendio y prevención de su reavivamiento mediante la aplicación directa y suficiente de agua, a través del penacho de llamas, sobre la superficie del combustible ardiente [2].

3.2 *Control del incendio:* Limitación de las proporciones de un incendio mediante la distribución de agua de modo que se reduzca el régimen de desprendimiento de calor y se humedezcan los combustibles adyacentes, mientras se controla la temperatura de los gases a la altura del cielo raso con objeto de evitar daños estructurales [2].

3.3 *Fuente de incendio:* Material combustible en el que se inicia el incendio y material combustible que cubre paredes y cielos rasos.

3.4 *Ignitor:* Dispositivo usado para encender la fuente del incendio.

4 Prescripciones generales

4.1 *Colocación de las boquillas*

La organización responsable de los ensayos se asegurará de que las boquillas se instalan de conformidad con las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante en cada uno de los ensayos de exposición al fuego. Los ensayos se realizarán al máximo espaciamiento especificado, y a la altura de instalación y la distancia del cielo raso máximas. Además, si la organización encargada de los ensayos lo considera necesario, también se llevarán a cabo ciertos ensayos de exposición al fuego a las distancias de espaciamiento, altura y distancia del cielo raso mínimas.

4.2 *Presión y caudal del agua*

La organización encargada de los ensayos se asegurará de que todos los ensayos se realizan a la presión de funcionamiento y con los caudales especificados por el fabricante.

4.3 *Mediciones de temperaturas*

Las temperaturas se medirán siguiendo las instrucciones de cada capítulo. Se usará un termopar de cromel y alumel soldado que no exceda de 0,5 mm de diámetro y otro de 0,8 mm. Los alambres del termopar de 0,8 mm se torcerán tres veces, se cortará el extremo sobrante y se calentarán con un soplete de oxiacetileno para derretirlos y formar una pequeña bola. La temperatura se medirá de forma continua durante las pruebas, por lo menos una vez cada 2 s.

4.4 *Condiciones ambientales*

Los ensayos se desarrollarán en una sala a una temperatura ambiente comprendida entre 10°C y 30°C al comienzo de cada prueba.

4.5 Tolerancias

A menos que se indique lo contrario se aplicarán las siguientes tolerancias:

- | | | |
|----|-------------|---------------------|
| .1 | Longitud | $\pm 2\%$ del valor |
| .2 | Volumen | $\pm 5\%$ del valor |
| .3 | Presión | $\pm 3\%$ del valor |
| .4 | Temperatura | $\pm 5\%$ del valor |

Estas tolerancias se ajustan a la norma ISO 6182-1, edición de febrero de 1994 [4].

4.6 Observaciones

Durante la realización de cada ensayo, y tras haber finalizado los mismos, se realizarán las siguientes observaciones:

- .1 hora de la ignición;
- .2 hora a que se pone en funcionamiento cada boquilla;
- .3 hora a que se corta el flujo de agua;
- .4 daños sufridos por la fuente de incendio;
- .5 registro de temperaturas;
- .6 caudal y presión del sistema;
- .7 número total de boquillas en funcionamiento.

4.7 Fuentes de incendio

En caso de que no se cumplan los requisitos relativos a las fuentes de incendio especificados en las secciones siguientes del presente método de ensayo, será responsabilidad del laboratorio de ensayos demostrar que los materiales alternativos tienen características de combustión similares a las de los materiales especificados.

4.8 Requisitos relativos al producto y a la documentación

Se facilitará una copia del manual de instrucciones de funcionamiento, instalación y proyecto para usarlo como guía durante las pruebas de los dispositivos del sistema de protección contra incendios.

Las instrucciones harán referencia a las limitaciones de cada dispositivo e incluirán, como mínimo, los siguientes puntos:

- .1 Descripción y pormenores del funcionamiento de cada dispositivo y de su equipo auxiliar, incluida la identificación de los componentes del sistema de extinción o equipo auxiliar por número de parte o modelo.
- .2 Recomendación relativa al proyecto de las boquillas y sus limitaciones según el tipo de incendio.

- .3 Tipo y presión nominal de las tuberías y accesorios que se usarán.
- .4 Valores equivalentes de extensión de todos los accesorios y componentes de sistemas a través de los cuales fluye agua.
- .5 Limitaciones de descarga de las boquillas, incluida la cobertura máxima dimensional y de zona, limitaciones de altura mínima y máxima de instalación, y ubicación autorizada de boquillas en el volumen protegido.
- .6 Gama de capacidades de llenado para cada recipiente de almacenamiento de distinto tamaño.
- .7 Pormenores para la instalación correcta de cada dispositivo, incluidos todos los componentes del equipo.
- .8 Indicación de los tipos específicos de consolas de detección y control (si procede) que hay que conectar al equipo.
- .9 Gama de presiones de funcionamiento del sistema.
- .10 Método de dimensionamiento de las tuberías.
- .11 Orientación recomendada de los accesorios en T y división de los flujos a través de las T.
- .12 Diferencia máxima de presión de funcionamiento (flujo) entre las boquillas hidráulicamente más próxima y más alejada.

5 Ensayos de exposición al fuego en camarotes y pasillos

5.1 Organización de las pruebas

5.1.1 Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo en un camarote de 3 m x 4 m y 2,4 m de altura conectado al centro de un pasillo de 1,5 m x 12 m, con una altura de 2,4 m y con ambos extremos abiertos.

5.1.2 El camarote estará provisto de un vano de puerta de 0,8 m de anchura y 2,2 m de altura, y tendrá un dintel de 0,2 m por encima del vano.

5.1.3 Las paredes del camarote consistirán en una placa mural interior incombustible de 12 mm de espesor nominal con un revestimiento de lana mineral de 45 mm de espesor. Las paredes y el cielo raso del pasillo y el cielo raso del camarote estarán contruidos con placas murales incombustibles de 12 mm de espesor. Durante las pruebas de exposición al fuego el camarote dispondrá de una ventana en la pared opuesta al pasillo, que se usará con fines de observación.

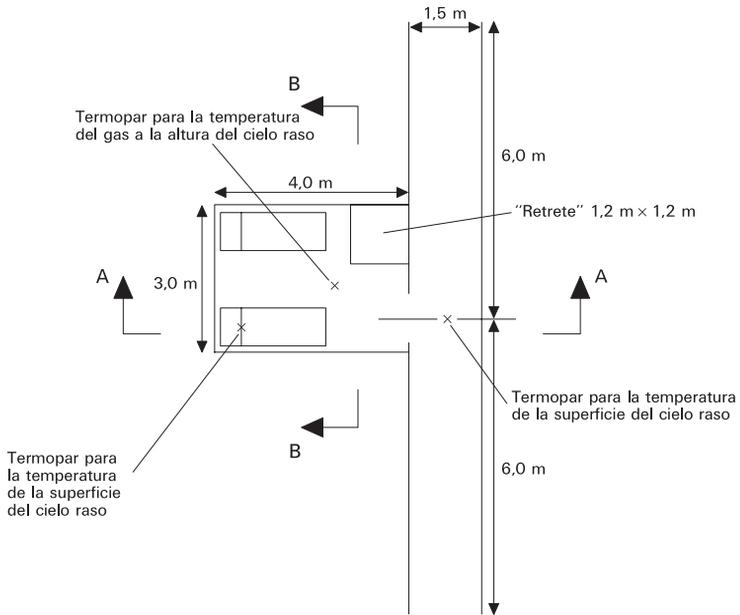
5.1.4 El cielo raso del camarote y del pasillo estarán recubiertos de paneles acústicos de celulosa. Los paneles acústicos serán de 12 mm a 15 mm de espesor y no se inflamarán al someterlos a prueba conforme a lo indicado en la resolución A.653(16) de la OMI.

5.1.5 Se colocarán paneles de madera contrachapada en las paredes del camarote y del pasillo. Los paneles serán de aproximadamente 3 mm de espesor. El tiempo de inflamación del panel no será superior a 35 s y el tiempo de propagación de la llama a 350 mm no será superior a 100 s, medidos con arreglo a lo indicado en la resolución A.653(16) de la OMI.

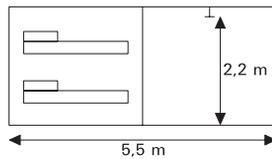
5.2 Instrumentos

Durante los ensayos de exposición al fuego se medirán las siguientes temperaturas usando termopares de diámetro no superior a 0,5 mm:

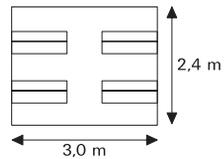
- .1 la temperatura de la superficie del cielo raso encima de la fuente de incendio en el camarote se medirá con un termopar empotrado desde arriba en el material del cielo raso de modo que la cabeza del termopar esté a ras de la superficie del cielo raso;



Planta



A-A



B-B

Figura 1

95134s

- .2 la temperatura del gas a la altura del cielo raso se medirá con un termopar ubicado a 75 ± 1 mm por debajo del cielo raso, en el centro del camarote;
- .3 la temperatura de la superficie del cielo raso en el centro del pasillo, en un lugar directamente opuesto al vano de la puerta del camarote, se medirá con un termopar empotrado en el material del cielo raso de modo que la cabeza del termopar esté a ras del cielo raso (véase la figura 1).

5.3 Colocación de las boquillas

Las boquillas se instalarán con objeto de proteger el camarote y el pasillo de conformidad con las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante, y cumplirán las siguientes condiciones:

- .1 si se instala solamente una boquilla en el camarote, no se colocará en la zona sombreada de la figura 2; y
- .2 las boquillas del pasillo no se colocarán a menos de la mitad de la distancia máxima entre boquillas recomendada por el fabricante con respecto al eje del vano de la puerta del camarote. Se exceptuarán los sistemas en los que se requiere que las boquillas se instalen al exterior de cada vano.

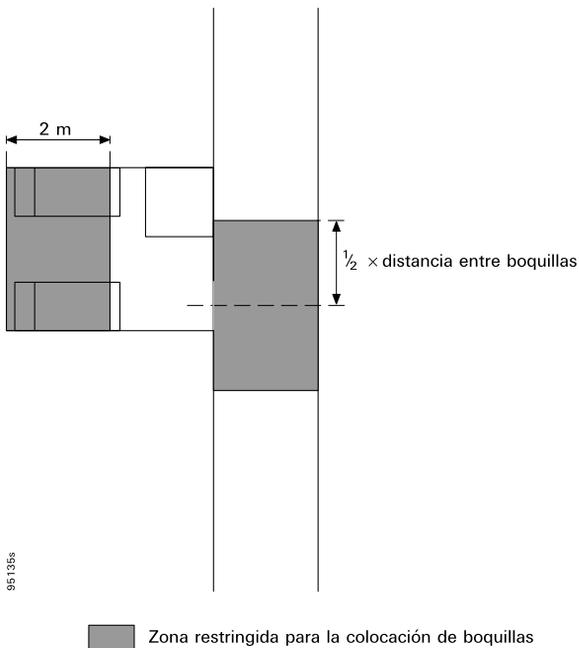


Figura 2

5.4 Fuentes de incendio

5.4.1 Fuente de incendio del ensayo de camarote

Se instalarán en dos lados opuestos del camarote dos literas de tipo diván-cama, una superior y otra inferior (véase la figura 1). Cada litera contará con un colchón de poliéster de 2 m x 0,8 m x 0,1 m recubierto de tela de algodón. Se cortará en los colchones dos "almohadas" de 0,5 m x 0,8 m x 0,1 m. El borde cortado mirará hacia el vano de la puerta. En la litera inferior habrá un tercer colchón de respaldo. El colchón de respaldo estará en posición vertical y se asegurará que no pueda caerse (véase la figura 3).

Los colchones serán de poliéster no pirorretardante y tendrán una densidad aproximada de 33 kg/m^3 . La tela de algodón no tendrá un tratamiento pirorretardante y tendrá un peso por superficie de 140 g/m^2 a 180 g/m^2 . Al someter a prueba la espuma de poliéster de acuerdo con la norma ISO 5660-1[5] (ASTM E-1354) se deberán obtener los resultados que se indican en el siguiente cuadro. El armazón de las literas será de acero de un espesor nominal de 2 mm.

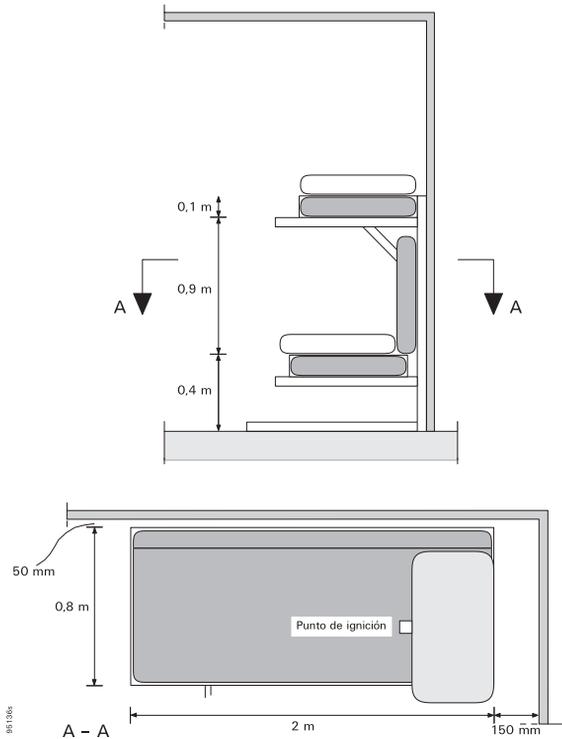


Figura 3

ISO 5660, ensayo con calorímetro cónico

Condiciones de ensayo: Irradiancia 35 kW/m².
 Posición horizontal.
 Espesor de la muestra 50 mm.
 No se usará marco.

Resultados del ensayo	Espuma
Tiempo de inflamación (s)	2-6
Régimen de desprendimiento de calor en promedio en 3 min, q_{180} (kW/m ²)	270 ± 50
Calor efectivo de la combustión (MJ/kg)	28 ± 3
Desprendimiento total de calor (MJ/m ²)	50 ± 12

5.4.2 Fuente de incendio de la prueba de pasillo

El ensayo de exposición al fuego de pasillo se llevará a cabo usando ocho pedazos de colchones de poliéster de 0,4 m x 0,4 m x 0,1 m, como se especifica en 5.4.1, sin las fundas de tela. Se apilarán en un banco de pruebas de 0,25 m de alto, y en una canasta de pruebas de acero con objeto de impedir que se derrumbe la pila (véase la figura 4).

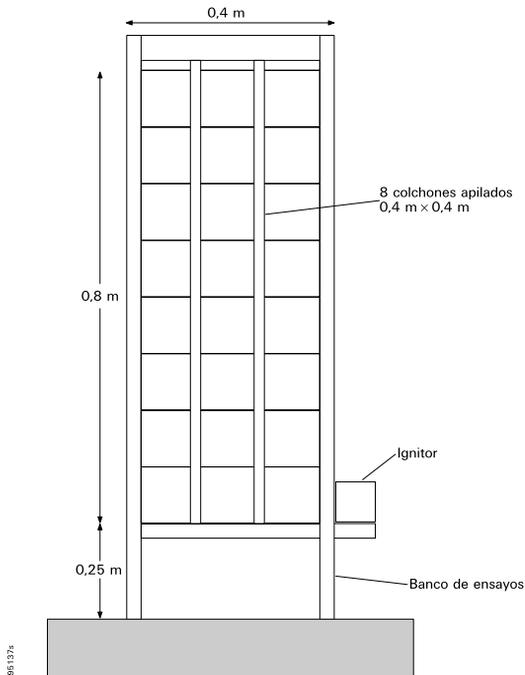


Figura 4

5.5 Método de prueba

Se llevarán a cabo los siguientes ensayos de exposición al fuego con accionamiento automático de las boquillas instaladas en el camarote o en el pasillo, según se indique. Cada incendio se iniciará con un fósforo encendido usando como ignitor algún material poroso, por ejemplo pedazos de cartón aislante. El ignitor puede ser cuadrado o cilíndrico, de 60 mm de lado o 75 mm de diámetro. Tendrá 75 mm de largo. Antes de iniciarse la prueba se impregnará el ignitor en 120 ml de heptano y se le envolverá en una bolsa de plástico y se colocará según se indica. Por lo que respecta a la prueba de exposición al fuego en el pasillo el ignitor se colocará en el centro del mismo y en la base de los pedazos de colchón apilados, y a un lado del banco de pruebas y en la base de los pedazos de colchón apilados.

- .1 Ensayo de la litera inferior. El incendio se iniciará en una litera inferior y se encenderá colocando el ignitor en el eje central de la almohada (próxima a la puerta).
- .2 Ensayo de la litera superior. El incendio se iniciará en una litera superior colocando el ignitor en el eje central de la almohada (próxima a la puerta).
- .3 Ensayo de incendio intencional. El incendio se iniciará rociando por igual con 1 l de aguarrás la litera inferior y el respaldo, 30 s antes de la ignición. El ignitor se colocará en la litera inferior en el eje central de la almohada (próxima a la puerta).
- .4 Ensayo con la boquilla inutilizada. Se inutilizará(n) la(s) boquilla(s) del camarote. El incendio se iniciará en la litera inferior con el ignitor colocado en el eje central de la almohada (próxima a la puerta).
Si la(s) boquilla(s) del camarote está(n) conectada(s) con la(s) boquilla(s) del pasillo de modo que un funcionamiento defectuoso afecte a todas, se inutilizarán todas las boquillas conectadas del camarote y el pasillo.
- .5 Ensayo del pasillo. La fuente de incendio se colocará contra la pared del pasillo debajo de una boquilla.
- .6 Ensayo del pasillo. La fuente de incendio se colocará contra la pared del pasillo entre dos boquillas.

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo durante 10 min tras el accionamiento de la primera boquilla, y cualquier rescoldo se extinguirá manualmente.

5.6 Criterios de aceptación

Basándose en las mediciones, se calculará un valor promedio máximo de 30 s para cada punto de medición, que constituirá el criterio de aceptación de la temperatura.

Crterios de aceptaci3n de los ensayos en camarotes y pasillo

		Temperatura media (°C) de la superficie del cielo raso en el camarote, máx. 30 s	Temperatura media (°C) del gas a la altura del cielo raso del camarote, máx. 30 s	Temperatura media (°C) de la superficie del cielo raso en el pasillo, máx. 30 s	Daño máximo admisible sufrido por los colchones (%)		Otros criterios
					Litera inferior	Litera superior	
Ensayos en camarotes	litera inferior	360	320	120	40	10	No se permitirá que funcionen boquillas en el pasillo ³
	litera superior				N.A.	40	
	incendio intencional	N.A.	N.A.	120	N.A.	N.A.	N.A.
Pasillo		N.A.	N.A.	120 ¹	N.A.		Sólo se permitirá que funcionen dos boquillas independientes en el pasillo ⁴
Boquilla dañada		N.A.	N.A.	400 ²	N.A.		N.A.

¹ En cada uno de los ensayos la temperatura se medirá por encima de la fuente del incendio.

² No se permitirá que el incendio se propague por el pasillo más allá de las boquillas más cercanas a la abertura de la puerta.

³ No aplicable si la(s) boquilla(s) del camarote está(n) conectada(s) con la(s) del pasillo.

⁴ No aplicable si las boquillas del pasillo están conectadas entre sí.

N.A. No aplicable.

Nota: Se examinarán visualmente las fuentes de incendio con objeto de determinar que cumplen los requisitos relativos a los daños máximos admisibles. Dichos daños se calcularán usando la siguiente fórmula:

Daños causados a la litera inferior = (daños causados al colchón horizontal (%) + 0,25 × daños causados a la almohada (%) + daños causados al respaldo (%))/2,25

Daños causados a la litera superior = (daños causados al colchón horizontal (%) + 0,25 × daños causados a la almohada (%))/1,25

En caso de que no resulte obvio mediante el examen visual si se cumplen o no los criterios, se repetirá la prueba.

6 Ensayos de exposición al fuego de camarote de lujo

6.1 Organización de los ensayos

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo en un camarote de 2,4 m de altura, de lados iguales y de una superficie mínima de 25 m², pero que no excederá de 80 m². El camarote contará con dos vanos de puerta diametralmente opuestos a la fuente de incendio. Cada vano medirá 0,8 m de anchura y 2,2 m de altura, y tendrá un dintel de 0,2 m por encima del vano. Las paredes y el cielo raso estarán contruidos de placas murales incombustibles de 12 mm de espesor nominal.

El cielo raso del camarote de ensayo estará recubierto de paneles acústicos de celulosa que se extenderán 2,4 m a partir de la esquina. Los paneles acústicos serán de 12 mm a 15 mm de espesor y no se inflamarán al someterlos a ensayo conforme a lo indicado en la resolución A.653(16) de la OMI.

Se colocarán paneles de madera contrachapada en dos de las paredes del camarote de ensayo, que se extenderán 2,4 m a partir de la esquina en la que se coloca la fuente de incendio. Los paneles serán de aproximadamente 3 mm de espesor. El tiempo de inflamación del panel no será superior a 35 s y el tiempo de propagación de la llama a 350 mm no será superior a 100 s, medidos conforme a lo indicado en la resolución A.653(16) de la OMI (véase la figura 5).

6.2 Instrumentos

Durante los ensayos de exposición al fuego se medirán las siguientes temperaturas. Los instrumentos podrán ser diferentes, según el tipo de fuente de incendio que se use.

- .1** La temperatura del material del cielo raso por encima de la fuente de incendio se medirá usando un termopar de 0,8 mm empotrado en el cielo raso a aproximadamente $6,5 \pm 0,5$ mm de la superficie.

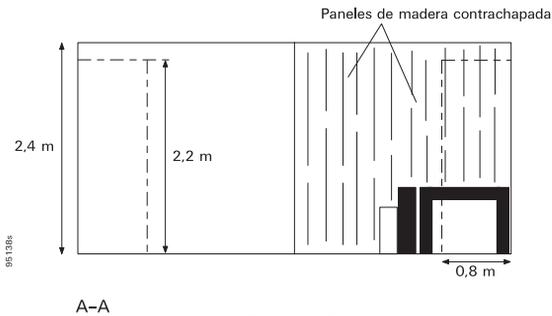
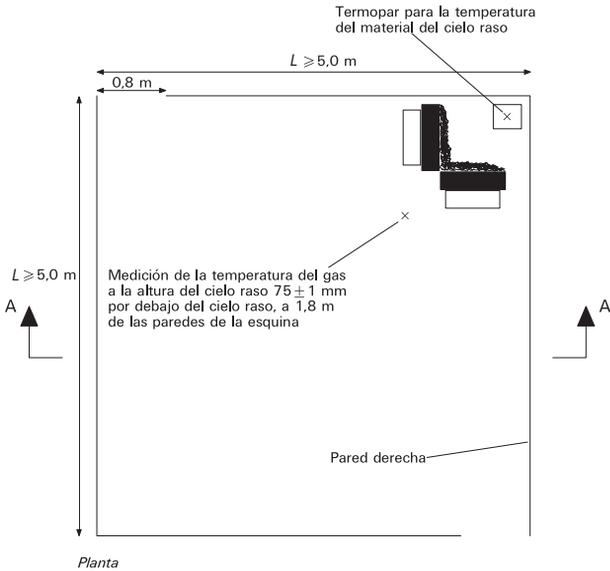


Figura 5
(armazón de madera y muebles simulados)

- .2 La temperatura del gas a la altura del cielo raso se medirá usando un termopar de 0,8 mm colocado a $75 \pm 1 \text{ mm}$ por debajo del cielo raso, a 0,2 m horizontalmente de la boquilla más cercana de la esquina.
- .3 La temperatura de la superficie del cielo raso por encima de la fuente de incendio se medirá usando un termopar con un diámetro que no exceda de 0,5 mm empotrado en el material del cielo raso de modo que la cabeza del termopar esté a ras del cielo raso.
- .4 La temperatura del gas a la altura del cielo raso se medirá usando un termopar de 0,5 mm colocado a $75 \pm 1 \text{ mm}$ por debajo del cielo raso, a 0,2 m horizontalmente de la boquilla más cercana de la esquina.

Las mediciones realizadas de conformidad con .1 y .2 se usarán con una fuente de incendio que cumpla los requisitos señalados en 6.4.1 y las mediciones indicadas en .3 y .4 cuando se utilice una fuente de incendio de conformidad con lo indicado en 6.4.2 (véase la figura 5).

6.3 *Colocación de las boquillas*

La distancia entre la boquilla exterior y las paredes será la mitad de la distancia máxima entre boquillas especificada por el fabricante. La distancia entre las boquillas será igual a la distancia máxima estipulada por el fabricante.

Las boquillas se colocarán con los brazos de la montura paralelos y perpendiculares a las paredes del camarote, o, en el caso de boquillas sin brazos de montura, de modo que la descarga de menor densidad se dirija hacia la zona del incendio.

Si el fabricante elige una instalación no uniforme, se establecerá la distancia máxima con arreglo al caso de espacio público abierto.

6.4 *Fuente de incendio*

La fuente de incendio consistirá en un armazón de madera y muebles simulados (por ejemplo, UL 1626, módulo combustible para rociadores residenciales [7]) o, en su lugar, una silla tapizada (por ejemplo, FM 2030, módulo combustible residencial [8]).

6.4.1 Descripción del armazón de madera y de los muebles simulados

El armazón de madera pesará aproximadamente 6 kg y tendrá unas dimensiones de 0,3 m x 0,3 m x 0,3 m. El armazón consistirá en ocho capas alternas de tablas de abeto o pino de 0,3 m de largo secadas en horno, de tamaño comercial cuatro y dimensiones nominales de 38 mm x 38 mm. Cada capa alterna de tablas se colocará en ángulos rectos con relación a la anterior. Las tablas de cada capa se espaciarán regularmente a lo largo de la capa previa y se graparán entre sí.

Una vez montado el armazón, se someterá a una temperatura de $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 16 h como mínimo. Tras este acondicionamiento se medirá el contenido de humedad en distintos puntos del armazón con un higrómetro tipo sonda. El contenido de humedad del armazón no excederá de 5% antes de la prueba de exposición al fuego. Se colocará el armazón encima de una bandeja de pruebas de acero de 0,3 m x 0,3 m x 0,1 m de altura y a 25 mm de las paredes.

Los muebles simulados consistirán en dos colchones de espuma de poliéster sin revestimiento, de 76 mm de espesor, con una densidad de 16 kg/m^3 a 20 kg/m^3 , una resistencia a la compresión de 147 N a 160 N, de dimensiones de 0,9 m x 1,0 m, sujetos a un marco de madera. El

marco de madera tendrá una cara rectangular de madera contrachapada de aproximadamente 810 mm x 760 mm, contra la cual se aplicarán los almohadones de espuma. Los almohadones se estirarán y graparán a los paneles de madera contrachapada que se extienden aproximadamente 180 mm perpendicularmente a la cara que mira al extremo opuesto del marco. Cada almohadón sobresaldrá aproximadamente 150 mm del extremo superior del marco de madera y aproximadamente 180 mm de los lados.

El módulo de combustible tendrá un índice t^2 ultrarrápido de crecimiento del fuego, un desprendimiento de calor máximo superior a 2,5 MW y un tiempo de crecimiento (necesario para alcanzar 1 MW) de 80 ± 10 s (véase la figura 5).

6.4.2 Descripción de la silla tapizada

El módulo combustible consistirá de los siguientes artículos (véase la figura 6):

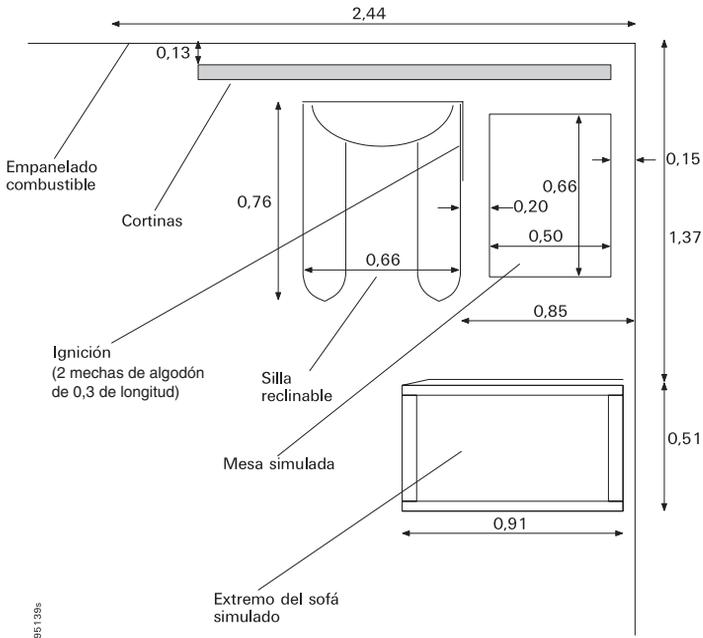


Figura 6 - Módulo combustible de silla tapizada (medida en metros)

Artículo	Código	N° de unidades	Dimensiones y descripción
Extremo del sofá simulado	S	1	Estructura de madera contrachapada, 19 mm de espesor, abierta por los extremos, 610 mm x 914 mm, y 610 mm de altura.
Silla (reclinable) ¹	C	1	Silla reclinable hecha a medida, de aproximadamente 760 mm x 914 mm, y 990 mm de altura. Todos los materiales nuevos consistentes en recubrimiento de vinilo con forro de algodón (4,54 kg); espuma de poliuretano (asiento 2,27 kg, 127 mm de espesor); poliuretano (brazos 1,36 kg, 25 mm de espesor); estructura de pino; peso total 23,8 kg, construida por "Old Brussels of Sturbridge, Massachussetts".
Mesa al lado del sofá	E	1	Medidas de la mesa: tablero aglomerado de partículas de 19 mm, 660 mm x 495 mm; patas de la mesa de madera blanda, por ejemplo pino, abeto, etc.; 38 mm x 38 mm, 514 mm de altura.
Cortinas	CW	4	2 paneles para varillas (1016 mm x 1829 mm), tela: 50% poliéster, 50% algodón. 2 paneles para varillas finas (1016 mm x 1829 mm), batista de 100% poliéster.

¹Podrá especificarse una silla equivalente como fuente de incendio con un régimen de desprendimiento de calor máximo de 1,5 MW, una densidad de descarga necesaria de 5 mm/min y un tiempo de crecimiento (necesario para alcanzar 1 MW, suponiendo un segundo crecimiento en el tiempo) de 75 s a 125 s.

6.5 Método de ensayo

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo durante 10 min tras el accionamiento de la primera boquilla, y cualquier rescoldo se extinguirá manualmente.

6.5.1 Armazón de madera y muebles simulados

Se colocarán 0,2 l de heptano en una bandeja de pruebas con una base de 5 mm de agua, colocada directamente debajo del armazón de madera. Se colocarán aproximadamente 120 g en total de excelsior (lana de viruta fina) suelta y extendida sobre el piso, a razón de 60 g aproximadamente cerca de cada sección de los muebles simulados.

Se encenderá el heptano y 40 s más tarde también se encenderá el excelsior.

6.5.2 Silla tapizada

La ignición se realizará usando un fósforo encendido en el centro de dos mechas largas de algodón paralelas y adyacentes de 0,3 m de largo, y de 9,3 mm de diámetro cada una, saturadas con 25 cl de alcohol etílico. Las mechas se colocarán en la base de la silla como se describe en la figura 6, 2 min antes de la ignición.

6.6 Criterios de aceptación

Basándose en las mediciones, se calculará un valor promedio máximo de 30 s para cada punto de medición, que constituirá el criterio de aceptación de la temperatura.

Fuente de incendio	Temperatura media (°C) del material de la superficie del cielo raso, máx. 30 s	Temperatura media (°C) del gas a la altura del cielo raso, máx. 30 s
Con arreglo a 6.4.1	260	320
Con arreglo a 6.4.2	260	320

7 Ensayos de exposición al fuego en espacios públicos

7.1 Instalaciones de ensayo

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo en un edificio bien ventilado bajo un cielo raso de por lo menos 80 m² de superficie y con lados no inferiores a 8 m. Habrá por lo menos un espacio de 1 m entre los perímetros del cielo raso y de cualquier pared del edificio de prueba. La altura del cielo raso será de 2,5 m y 5 m respectivamente.

Se llevarán a cabo dos ensayos diferentes según lo indicado en 7.1.1 y 7.1.2.

7.1.1 Ensayo en espacio público abierto

La fuente de incendio se colocará bajo el centro del cielo raso abierto de modo que haya un flujo libre de gases a la altura del cielo raso. Éste se construirá con material incombustible.

7.1.2 Ensayo en esquina de espacio público

Este ensayo se llevará a cabo en una esquina construida con dos placas murales incombustibles de por lo menos 3,6 m de anchura y de 12 mm de espesor nominal.

Se colocarán paneles de madera contrachapada en las paredes. Los paneles tendrán aproximadamente 3 mm de espesor. El tiempo de inflamación del panel no será superior a 35 s y el tiempo de propagación de la llama a 350 mm no será superior a 100 s, medidos conforme a lo indicado en la resolución A.653(16) de la OMI.

El cielo raso se recubrirá hasta 3,6 m de la esquina con paneles acústicos de celulosa. Estos tendrán de 12 mm a 15 mm de espesor y no se inflamarán al someterlos a ensayo conforme a lo indicado en la resolución A.653(16) de la OMI.

7.2 Instrumentos

Durante los ensayos de exposición al fuego, se medirán las siguientes temperaturas usando termopares de 0,5 mm de diámetro máximo.

7.2.1 Ensayo en espacio público abierto

- .1 Se medirá la temperatura de la superficie del cielo raso encima de la fuente de incendio usando un termopar empotrado en el material del cielo raso de modo que la cabeza del termopar esté a ras de la superficie del cielo raso.
- .2 La temperatura del gas a la altura del cielo raso se medirá usando un termopar colocado a 75 ± 1 mm por debajo del cielo raso, a 1,8 m de la fuente de incendio.

7.2.2 Ensayo en esquina de espacio público

- .1 La temperatura de la superficie del cielo raso encima de la fuente de incendio se medirá usando un termopar empotrado en el material del cielo raso de modo que la cabeza del termopar esté a ras de la superficie del cielo raso.
- .2 La temperatura del gas a la altura del cielo raso se medirá usando un termopar colocado a 75 ± 1 mm por debajo del cielo raso, a 0,2 m horizontalmente de la boquilla más cercana de la esquina.

7.3 Colocación de las boquillas

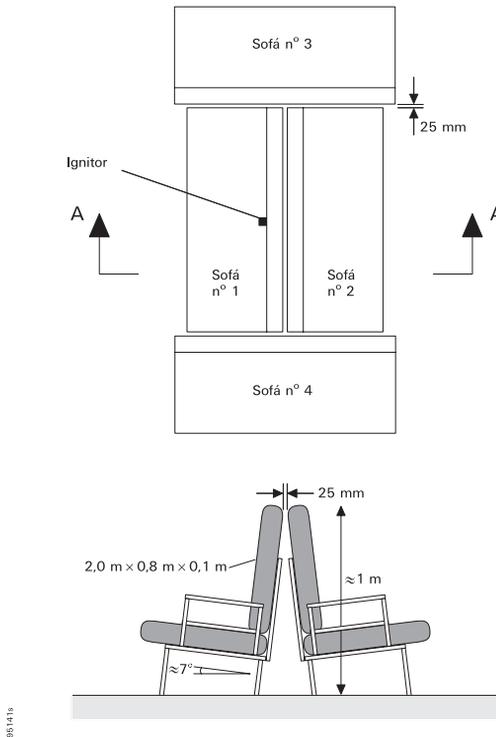
En el caso de las boquillas con brazos de montura, los ensayos se llevarán a cabo con dichos brazos colocados tanto perpendicularmente como paralelos a los bordes del cielo raso o de las paredes de la esquina. En el caso de las boquillas sin brazos de montura, éstas se colocarán de modo que la descarga de menor densidad se dirija hacia la zona del incendio.

7.4 Fuentes de incendio

7.4.1 Espacio público abierto

La fuente de incendio consistirá en cuatro sofás hechos con colchones, tal como se especifica en 5.4.1, colocados en sofás de armazón de acero. Los sofás se colocarán como se muestra en la figura 7, a distancias de 25 mm entre sí.

Uno de los sofás del medio se encenderá con un ignitor, tal como se describe en 5.5, en la parte central y al fondo del respaldo.

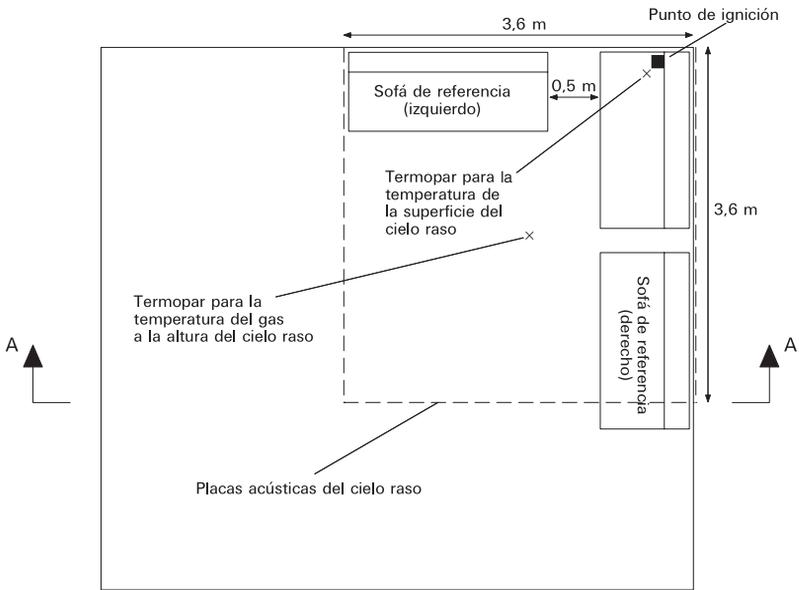


A - A

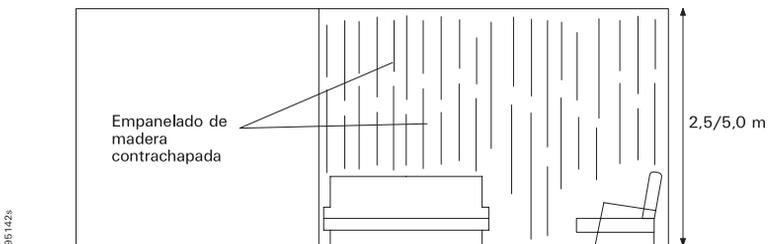
Figura 7

7.4.2 Ensayo en una esquina de espacio público

La fuente de incendio consistirá en un sofá como se describe en 7.4.1, colocado con el respaldo a 25 mm de la pared derecha y cerca de la pared izquierda. Se colocará un sofá de referencia a lo largo de la pared derecha con el almohadón del asiento a 0,1 m del primer sofá y otro sofá de referencia a 0,5 m del anterior, en el lado izquierdo. Se encenderá el sofá con el ignitor descrito en 5.5, que se colocará en la parte extrema izquierda del sofá ubicado en la esquina, en la base del respaldo, cerca de la pared izquierda (véase la figura 8).



Planta



A-A

Figura 8

7.5 Método de ensayo

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo durante 10 min tras el accionamiento de la primera boquilla, y cualquier rescoldo se extinguirá manualmente.

7.5.1 Ensayos en espacio público abierto

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo con la fuente de incendio centrada bajo una boquilla, entre dos boquillas y debajo de cuatro boquillas respectivamente.

7.5.2 Ensayo en esquina de espacio público

Se llevarán a cabo dos ensayos de exposición al fuego por lo menos con cuatro boquillas dispuestas en una matriz de 2 × 2. En el segundo ensayo de exposición al fuego se inutilizará la boquilla más cercana a la esquina.

7.6 Criterios de aceptación

Basándose en las mediciones, se calculará un valor promedio máximo de 30 s para cada punto de medición, que constituirá el criterio de aceptación de la temperatura.

7.6.1 Criterios de aceptación para los ensayos en espacios públicos

		Temperatura media de la superficie del cielo raso, máx. 30 s (°C)	Temperatura media del gas a la altura del cielo raso, máx. 30 s (°C)	Daño máximo admisible sufrido por los colchones (%)
Espacio abierto		360	220 ²	50/35 ¹
Esquina	Normal	360	220	50/35 ¹ (sofá de ignición) No se permitirá la carbonización de los sofás de referencia
	Boquilla dañada	N.A.	N.A.	50 (sofás de referencia)

¹ 50% es el límite superior para cualquier ensayo. 35% es el límite superior para el promedio de los ensayos en espacios públicos especificados en 7 y 9 en cada altura de cielo raso (excluyendo el ensayo con el rociador averiado).

² La temperatura del gas deberá medirse en cuatro lugares distintos y la evaluación de los resultados se basará en la medición más alta.

N.A. No aplicable.

8 Ensayos de exposición al fuego en la zona de tiendas y de almacenamiento

8.1 Instalaciones de ensayo

Según se indica en 7.1 pero con una altura de cielo raso de 2,5 m.

8.2 Instrumentos

No es necesario medir las temperaturas.

8.3 Colocación de las boquillas

Según lo estipulado en 7.3.

8.4 Fuente de incendio

La fuente de incendio consistirá en dos pilas sólidas de 1,5 m de alto de cajas de cartón llenas de vasos de poliestireno sin expandir con un conducto de humos de 0,3 m. Cada pila de cajas será de aproximadamente 1,6 m de longitud y de 1,1 m a 1,2 m de anchura.

Un producto de plástico adecuado es el plástico normalizado FMRC [9]. Podrán usarse productos similares si están proyectados de igual manera y si se ha comprobado que tienen las mismas características de combustión y extinción.

La fuente de incendio estará rodeada de 6 pilas sólidas de 1,5 m de altura de cajas de cartón vacías que formen un dispositivo de referencia para determinar si el fuego se extiende más allá del pasillo. Las cajas estarán unidas entre sí, por ejemplo con grapas, para impedir que se caigan (véase la figura 9).

8.5 Método de ensayo

Cada prueba se realizará con la fuente de incendio centrada debajo de una boquilla, entre dos boquillas y debajo de cuatro boquillas respectivamente.

Cada fuego se encenderá con un fósforo encendido usando dos ignitores como los descritos en 5.5. Los ignitores se colocarán en el piso, cada uno de ellos contra la base de una de las dos pilas centrales y se encenderán simultáneamente.

Las pruebas de exposición al fuego se llevarán a cabo durante 10 min tras el accionamiento de la primera boquilla, y cualquier rescoldo se extinguirá manualmente.

8.6 Criterios de aceptación

- .1** No se permitirá que las cajas de referencia entren en combustión o se chamusquen.
- .2** No se permitirá que el fuego consuma más del 50% de las cajas llenas de vasos de plástico.

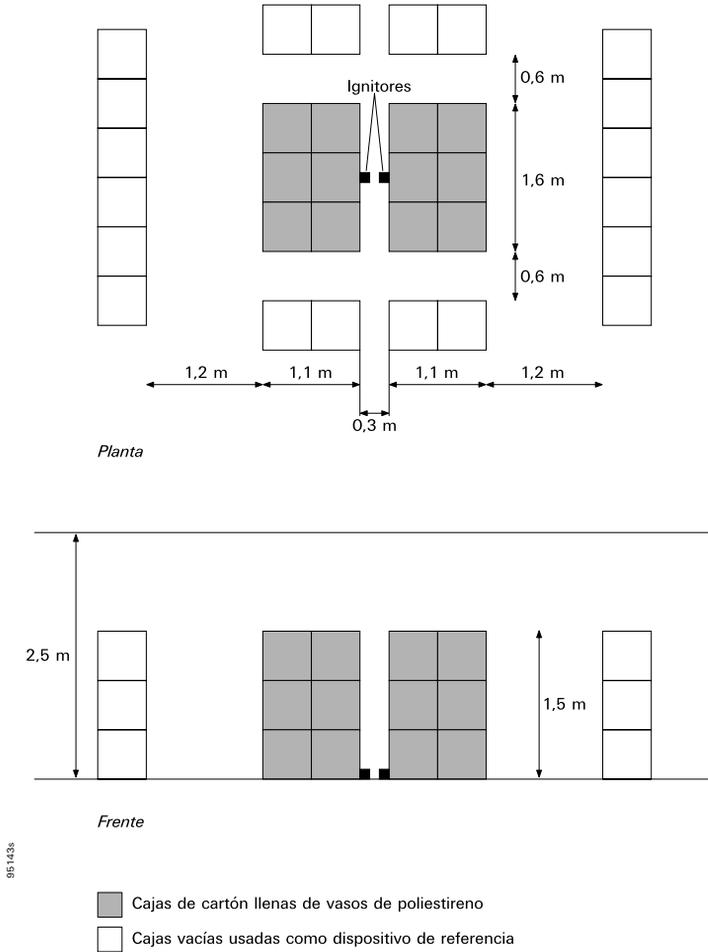


Figura 9

9 Ensayo de ventilación

Uno de los ensayos en esquina de espacio público que figura en 7, y el ensayo en el pasillo que ha presentado el peor resultado de los que figuran en 5.4.2 se repetirán con aire ambiente cuya velocidad mínima será de 0,3 m/s.

La velocidad del aire ambiente durante los ensayos en espacio público se medirá a 1 m por encima del piso y a 1 m por debajo del cielo raso, en un lugar a 5 m de la esquina, en la mitad de las paredes del recinto. La velocidad del aire en el pasillo se medirá a media altura.

9.1 Criterios de aceptación

El incendio no sobrepasará el borde de la pared o cielo raso.

10 Publicaciones de referencia

- [1] SOLAS – *Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar*, Organización Marítima Internacional, Londres.
- [2] Solomon, Robert E., *Automatic Sprinkler Systems Handbook*, National Fire Protection Association, Batterymarch Park, Quincy, MA, EE.UU., 5th edition, 1991.
- [3] ANSI/UL 723, *Surface Burning Characteristics of Building Materials*.
- [4] ISO 6182/1, February 1994 edition.
- [5] ISO 5660-1, *Fire Tests – Reaction to Fire – Rate of Heat Release from Building Products (Cone Calorimeter Method)*, 1st edition, 1993.
- [6] Babrauskas, V. and Wetterlund, I., *Instructions for Cone Calorimeter Testing of Furniture Samples*, CBUF Consortium, SP-AR 1993: 65, Borås, Suecia, 1993.
- [7] *Standard for Residential Sprinklers for Fire-Protection Service*, UL 1626, Underwriters Laboratories Inc., Northbrook, IL, EE.UU., December 28, 1990 revision.
- [8] *Approval Standard for Residential and Limited Water Supply Automatic Sprinklers, Class 2030*, Factory Mutual Research Corporation, Norwood, MA, EE.UU., January 27, 1993.
- [9] Chicarello, Peter J. and Troup, Joan, M. A., *Fire Products Collector Test Procedure for Determining the Commodity Classification of Ordinary Combustible Products*, Factory Mutual Research Corporation, Norwood, MA, EE.UU., August 1990.

MSC/Circ.582
(23 abril 1992)

Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de baja expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios

- 1 En su 60º periodo de sesiones, el Comité de Seguridad Marítima aprobó las "Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de baja expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios".
- 2 Se recomienda a los Gobiernos Miembros que se aseguren de que los ensayos de homologación y las verificaciones periódicas de los concentrados de espuma de baja expansión se llevan a cabo de conformidad con las directrices adjuntas.

Anexo

Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de baja expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios

1 Generalidades

1.1 *Ámbito de aplicación*

Las presentes directrices son aplicables a los concentrados de espuma que se utilizan en los sistemas de extinción de incendios a base de espuma de baja expansión, prescritos para los petroleros en la regla II-2/61 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada en 1983. Las directrices son también aplicables a los concentrados de espuma que se utilizan en los sistemas de extinción de incendios a base de espuma de baja expansión en los espacios de máquinas, de conformidad con lo dispuesto en el regla II-2/8 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada en 1983.

1.2 Definiciones

A los efectos de las presentes directrices, regirán las definiciones siguientes:

- a) *Espuma (para la lucha contra incendios)*: conglomerado de burbujas de aire en una solución acuosa de un concentrado de espuma adecuado.
- b) *Solución de espuma*: solución de concentrado de espuma y agua.
- c) *Concentrado de espuma*: líquido que al mezclarlo con agua en la concentración adecuada, produce una solución de espuma.
- d) *Relación de expansión*: relación entre el volumen de espuma y el volumen de solución con que se obtuvo la espuma.
- e) *Coefficiente de dispersión*: medida de la aptitud de un líquido para extenderse espontáneamente a través de otro.
- f) *Tiempo de desecación del 25% (50%)*: tiempo necesario para que el 25% (50%) del contenido líquido de una espuma se deseque.
- g) *Aplicación suave*: aplicación de espuma a la superficie de un combustible líquido por medio de un tablero, pared de tanque u otra superficie.
- h) *Sedimento*: partículas insolubles en el concentrado de espuma.

2 Procedimiento de muestreo

El método de muestreo habrá de garantizar muestras representativas que se guardarán en contenedores llenos.

La muestra tendrá el siguiente volumen:

- 30 l para los ensayos de homologación (véase la sección 3)
- 2 l para las verificaciones periódicas (véase la sección 4).

3 Ensayos de homologación de los concentrados de espuma

Para obtener la homologación de un concentrado de espuma se realizarán los ensayos que se indican en los párrafos 3.1 a 3.11. Dichos ensayos se llevarán a cabo en laboratorios que sean aceptables a juicio de la Administración.

3.1 Congelación y descongelación

3.1.1 No se verá en el concentrado de espuma signo alguno de estratificación, falta de homogeneidad o sedimentación, ya sea antes o después de acondicionar la temperatura conforme a lo dispuesto en 3.1.2.

3.1.2 Ensayo de congelación y descongelación

a) Aparato:

- cámara de congelación, en la que se puedan obtener las temperaturas requeridas, según se indica en b.1);
- tubo de polietileno, de aproximadamente 10 mm de diámetro y 400 mm de largo, sellado y ponderado en un extremo, en el que se hayan colocado los debidos distanciadores. En la figura 1 se ilustra una forma típica de tubo de polietileno;
- probeta graduada de 500 ml de capacidad, de aproximadamente 400 mm de altura y 65 mm de diámetro.

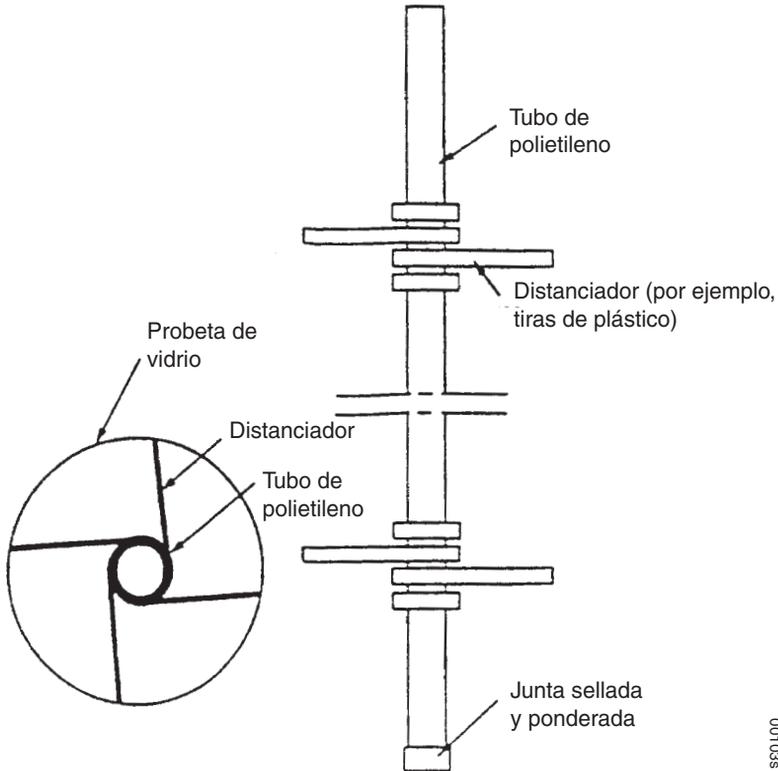
b) Procedimiento:

- b.1)** Fíjese la temperatura de la cámara de congelación 10°C por debajo del punto de congelación de la muestra, medida de conformidad con la norma BS 5117: sección 1.3 (excluyendo el punto 5.2 de la norma).

Para evitar que se rompa la probeta debido a la expansión del concentrado de espuma al congelarse, colóquese el tubo dentro de la probeta con el extremo sellado hacia abajo, ponderado en caso necesario para evitar que flote y con los distanciadores dispuestos de forma que permanezca aproximadamente en el eje central de la probeta.

Colóquese la muestra dentro del cuerpo de la probeta, enfríese y manténgase durante 24 h a la temperatura prescrita. Al cabo de dicho periodo, descongélese la muestra durante como mínimo 24 h y como máximo 96 h a una temperatura ambiente de entre 20°C y 25°C.

- b.2)** Repítase el procedimiento indicado en b.1) tres veces a fin de que haya cuatro ciclos de congelación y descongelación.
- b.3)** Compruébese si la muestra presenta signos de estratificación o falta de homogeneidad.
- b.4)** Acondiciónese la muestra durante 7 días a 60°C y luego un día a temperatura ambiente.



001038

Figura 1 - Forma típica de un tubo de polietileno

3.2 Estabilidad térmica

Se mantendrá un recipiente de 20 l sin abrir (u otro recipiente estándar para usos marítimos) que suministre el fabricante de una misma partida, durante 7 días a 60°C y luego un día a temperatura ambiente. Una vez realizado este acondicionamiento, el líquido de espuma, tras haber sido agitado/sacudido, se someterá al ensayo de exposición al fuego que se describe en 3.9 y se ajustará a las prescripciones que figuran en las presentes directrices.

3.3 Sedimentación

3.3.1 Los sedimentos del concentrado preparado de conformidad con la sección 2 podrán pasar a través de un tamiz de 180 μm y el volumen porcentual del sedimento no será superior a 0,25% cuando sea sometido a ensayo de conformidad con lo dispuesto en 3.3.2.

3.3.2 El ensayo se llevará a cabo de la manera siguiente:

a) Aparato:

- tubos centrífugos graduados;
- centrifugadora que funcione a $6\,000 \pm 100 \text{ m/s}^2$;
- tamiz de $180 \mu\text{m}$ que cumpla con la norma ISO 3310-1;
- matraz de lavado de plástico.

Nota: Podrán usarse una centrifugadora y tubos que cumplan con la norma ISO 3734.

b) Procedimiento:

Centrifúguese cada muestra durante 10 min. Determínese el volumen de sedimento y el porcentaje de ese volumen con respecto al de la muestra centrifugada.

Lávese el contenido del tubo centrífugo a través del tamiz y compruébese si el sedimento puede o no pasar por éste al aplicarle el chorro del matraz de lavado de plástico.

Nota: Es posible que este método de ensayo no sea adecuado para algunos concentrados de espuma no newtonianos. En dicho caso, podrá aplicarse otro método que la Administración juzgue satisfactorio, de modo que pueda comprobarse el cumplimiento de esta prescripción.

3.4 Viscosidad cinemática

3.4.1 El ensayo se llevará a cabo con arreglo a las normas ASTM D 445-86 o ISO 3104. La viscosidad cinemática no excederá de $200 \text{ mm}^2/\text{s}$.

3.4.2 El método para determinar la viscosidad de concentrados de espuma no newtonianos será satisfactorio a juicio de la Administración.

3.5 Valor del pH

El pH del concentrado de espuma preparado de conformidad con lo dispuesto en la sección 2 no será inferior a 6,0 ni superior a 9,5 a $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

3.6 Formación de película de la solución de espuma

3.6.1 El coeficiente de difusión se determinará mediante la fórmula siguiente:

$$S = T_c - T_s - T_i$$

donde:

S es el coeficiente de difusión (N/m)

T_c es la tensión superficial del ciclohexano (N/m)

T_s es la tensión superficial de la solución de espuma (N/m)

T_i es la tensión interfacial entre la solución de espuma y el ciclohexano (N/m)

T_c , T_s y T_i se determinarán de conformidad con el párrafo 3.6.2.

El coeficiente de difusión S será superior a 0.

3.6.2 Determinación de T_c , T_s y T_i

a) Materiales:

- solución de concentrado de espuma, a la concentración en agua destilada recomendada de conformidad con la norma ISO 3696.

Nota: La solución podrá formarse en un matraz aforado de 100 ml usando una pipeta para medir el concentrado de espuma.

- por lo que respecta a T_c y a T_i , se requiere ciclohexano con una pureza no inferior al 99%.

b) Procedimiento para determinar la tensión superficial:

Determinese T_s a una temperatura de $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ mediante el método de anillo o plato descrito en la norma ISO 304.

c) Procedimiento para determinar la tensión interfacial:

Una vez medida la tensión superficial conforme a lo dispuesto en b), introdúzcase una capa de ciclohexano a $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ en la solución de espuma, procurando evitar todo contacto entre el anillo o el plato y el ciclohexano. Espérense (6 ± 1) min y mídase la T_i .

3.7 Relación de expansión

3.7.1 El ensayo se realizará según lo estipulado en el párrafo 3.7.2 y con agua de mar a 20°C aproximadamente. También podrá emplearse agua de mar artificial que tenga las características indicadas en el párrafo 3.7.3.

La relación de expansión obtenida con las lanzas utilizadas a bordo deberá ser similar a la relación de expansión obtenida con las lanzas durante el ensayo de exposición al fuego.

3.7.2 Determinación de la relación de expansión

a) Aparatos:

- un recipiente de plástico de un volumen dado (V), cuyo margen de error es de ± 16 ml como se ilustra en la figura 2, con un dispositivo en su parte inferior para descargar la espuma;

- un colector de espuma como el que se ilustra en la figura 3;
- equipo para obtener espuma provisto de una lanza, como se ilustra en la figura 4, que al someterse a ensayo con agua tenga un caudal de 11,4 l/min siendo la presión de la lanza de $(6,3 \pm 0,3)$ bar.

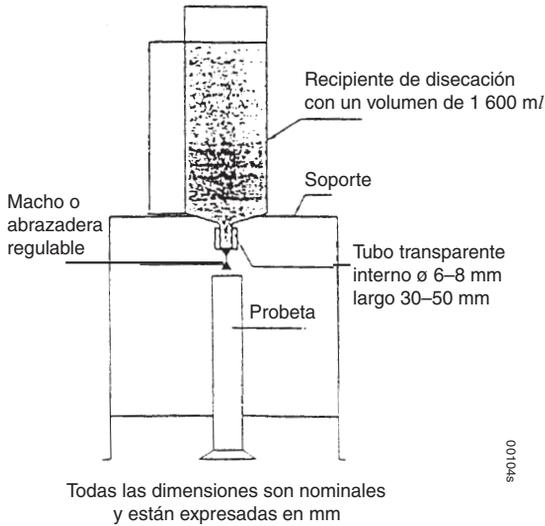


Figura 2 - Recipiente para determinar el tiempo de expansión y de disecación

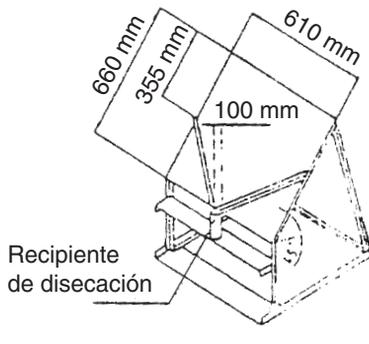


Figura 3 - Colector de espuma para medir la expansión y la disecación
 Nota: Son materiales adecuados para la superficie en que se colecta la espuma, el acero inoxidable, el aluminio, el bronce o el plástico.

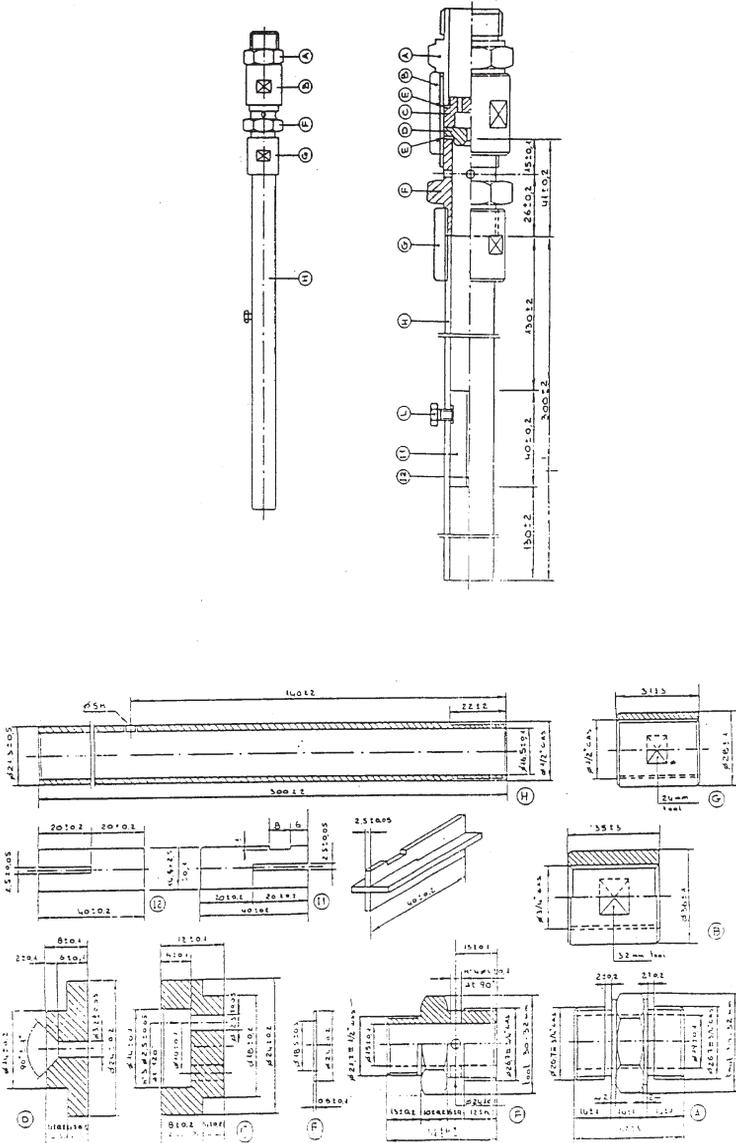


Figura 4 - Lanza de producción de espuma*

Todas las dimensiones están expresadas en mm.

* El UNI-8b, suministrado por SABO, Via Caravaggi 9, I-24040 Levate BG, Italia, constituye un aparato adecuado y disponible comercialmente. Esta información se da para comodidad de los usuarios de esta norma internacional, lo cual no quiere decir que la ISO haya aprobado el aparato en cuestión.

b) Procedimiento:

- b.1)** Compruébese que las tuberías y la manguera que van desde el recipiente con solución de espuma hasta la lanza están completamente llenas de solución. Colóquese la lanza en posición horizontal y directamente enfrente del colector de espuma, con la parte anterior de la lanza a $(3 \pm 0,3)$ m del borde superior del colector. Mójese el recipiente por dentro y pésese (W_1). Instálese el equipo para producir espuma y regúlese la presión de la lanza a fin de que suministre un caudal de 6 l/min. Descárguese la espuma y regúlese la altura de la lanza de modo que la descarga dé contra la parte central del colector. Manténgase la lanza en posición horizontal. Interrúmpase la descarga de espuma y lávese toda la espuma del colector. Compruébese que el recipiente de solución de espuma está lleno. Iníciase la descarga de espuma y, una vez transcurridos (30 ± 5) s a fin de que pueda estabilizarse, colóquese el recipiente de plástico, con el dispositivo de descarga cerrado, sobre el colector.

Tan pronto como el recipiente esté lleno, sáquese del colector, emparéjese el nivel de la superficie de la espuma con el borde y póngase en marcha el reloj. Pésese el recipiente (W_2).

- b.2)** Calcúlese la expansión (E) según la siguiente ecuación:

$$E = \frac{V}{W_2 - W_1}$$

donde se supone que la densidad de la solución de espuma es de 1,0 y donde:

V es el volumen del recipiente (ml)

W_1 es la masa del recipiente vacío (g)

W_2 es la masa del recipiente lleno (g).

- b.3)** Ábrase el dispositivo de desecación y recójase la solución de espuma en la probeta para medir el tiempo de desecación del 25% (véase el párrafo 3.8.1 *infra*).

3.7.3 Podrá obtenerse agua de mar artificial disolviendo lo siguiente:

25,0 g de cloruro de sodio (NaCl)

11,0 g de cloruro de magnesio ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$)

1,6 g de cloruro de calcio ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$)

4,0 g de sulfato sódico (Na_2SO_4)

por cada litro de agua potable.

3.8 *Tiempo de desecación*

3.8.1 El tiempo de desecación se determinará de conformidad con el párrafo 3.7.2 b.3) *supra*, una vez que se haya determinado la relación de expansión.

3.8.2 El ensayo se llevará a cabo con agua de mar a aproximadamente 20°C. Podrá emplearse agua de mar artificial que tenga las características indicadas en el párrafo 3.7.3.

3.8.3 El tiempo de desecación obtenido con las lanzas utilizadas a bordo deberá ser similar al tiempo de desecación obtenido con las lanzas durante el ensayo de exposición al fuego.

3.9 *Ensayos de exposición al fuego*

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo de conformidad con los párrafos 3.9.1 a 3.9.7.

Nota: Los ensayos de exposición al fuego de esta sección 3.9 resultan más costosos y requieren más tiempo que los otros ensayos descritos en las presentes directrices. Se recomienda que los ensayos de exposición al fuego se lleven a cabo al final del programa de ensayos para obviar los gastos que supone someter innecesariamente a prueba concentrados de espuma que no se ajustan a lo prescrito en otros aspectos.

3.9.1 Condiciones ambientales

- Temperatura del aire $(15 \pm 5)^{\circ}\text{C}$
- Velocidad máxima del viento 3 m/s cerca de la bandeja de ensayo.

Nota: En caso necesario podrá usarse algún tipo de mamparo.

3.9.2 Registro de datos

Durante el ensayo de exposición al fuego, regístrese lo siguiente:

- si el ensayo se realiza bajo techo o al aire libre
- la temperatura del aire
- la temperatura del combustible
- la temperatura del agua
- la temperatura de la solución de espuma
- la velocidad del viento
- el tiempo de extinción
- el tiempo de reignición del 25%.

Nota: El tiempo de reignición podrá determinarse ya sea visualmente por una persona experimentada o mediante mediciones de la radiación térmica.

3.9.3 Solución de espuma

- a) Prepárese una solución de espuma siguiendo las recomendaciones del abastecedor en lo que respecta a la concentración, el tiempo máximo de mezcla preliminar, la compatibilidad con el equipo de ensayo, las medidas destinadas a evitar la contaminación por otros tipos de espuma, etc.
- b) El ensayo se llevará a cabo con agua de mar a 20°C aproximadamente. Podrá emplearse agua de mar artificial que tenga las características indicadas en el párrafo 3.7.3.

3.9.4 Aparato

- a) Bandeja de ensayo:

Bandeja de ensayo cuadrada cuyas dimensiones sean las siguientes:

 - área 4,5 m²
 - profundidad 200 mm
 - espesor de la pared de acero 2,5 mm

con un tablero de acero vertical de (1 + 0,05) m de altura y (1 + 0,05) m de largo.
- b) Equipo para obtener espuma:

Según el subpárrafo 3.7.2 a).
- c) Recipiente para la reignición:

Recipiente circular de las siguientes dimensiones:

 - diámetro (300 ± 5) mm
 - altura (150 ± 5) mm
 - espesor de la pared de acero 2,5 mm.

3.9.5 Combustible

Utilícese una mezcla de hidrocarburos alifáticos cuyas propiedades se ajusten a la siguiente especificación:

- gama de destilación 84°C - 105°C
- diferencia máxima entre los puntos de ebullición inicial y final 10°C
- máximo contenido aromático 1%
- densidad a 15°C (707,5 ± 2,5) kg/m³
- temperatura 20°C aproximadamente

Nota: Combustibles típicos que cumplen con esa especificación son el heptano normal y determinadas fracciones de disolventes que a veces se denominan heptano comercial.

La Administración podrá exigir que se realicen ensayos adicionales de exposición al fuego utilizando otro combustible de prueba.

3.9.6 Procedimiento de ensayo

- a) Colóquese la bandeja directamente sobre el suelo y asegúrese de que está a nivel. Añádase aproximadamente 90 l de agua de mar o de agua de mar artificial que tenga las características indicadas en el párrafo 3.7.3 y compruébese que la base de la bandeja está totalmente cubierta. Colóquese la lanza de espuma en posición horizontal a aproximadamente 1 m del suelo de forma que la parte central de la descarga de espuma pegue contra el eje central del tablero, esto es $(0,35 \pm 0,1)$ m por encima del borde de la bandeja (aplicación suave). Añádase (144 ± 5) l de combustible de modo que haya un francobordo nominal de 150 mm.
- b) Enciéndase la bandeja no más de 5 min después de haber añadido el combustible y déjese arder por un periodo de (60 ± 5) s una vez que toda la superficie del combustible esté en ignición, aplicando acto seguido la espuma.
- c) Aplíquese la espuma durante (300 ± 2) s. Interrúmpase esta operación y al cabo de otros (300 ± 10) s colóquese el recipiente de reignición, en el que habrá $(2 \pm 0,1)$ l de combustible, en el centro de la bandeja y enciéndase. Regístrese el tiempo de reignición para el 25% de la superficie.

3.9.7 Límites admisibles

- a) tiempo de extinción: no más de 5 min;
- b) tiempo de reignición: no menos de 15 min para el 25% de la superficie.

3.10 Corrosividad

El recipiente de almacenamiento será compatible con el concentrado de espuma que contenga, a lo largo de la vida de servicio de la espuma, de manera que las propiedades químicas y físicas de la espuma no desciendan por debajo de los valores iniciales aceptados por la Administración.

3.11 Masa volúmica

De conformidad con la norma ASTM D 1298-85.

4 Verificación periódica de los concentrados de espuma estibados a bordo

Se advierte a la Administración que en determinadas condiciones de instalación (temperatura ambiente excesiva, tanques sin llenar completamente, etc.) puede producirse un envejecimiento anormal de los concentrados.

A fin de verificar periódicamente el concentrado de espuma, se realizarán los ensayos indicados en los párrafos 4.1 a 4.5. Dichos ensayos se llevarán a cabo en laboratorios que sean aceptables a juicio de la Administración.

Las desviaciones de los valores obtenidos en tales ensayos con respecto a los obtenidos durante los ensayos de homologación tendrán una amplitud aceptable a juicio de la Administración.

Los ensayos indicados en 4.1, 4.3 y 4.4 se realizarán con muestras mantenidas a 60°C durante 24 h y que seguidamente se hayan enfriado hasta alcanzar la temperatura de ensayo.

4.1 Sedimentación

De conformidad con el párrafo 3.3 *supra*.

4.2 Valor del pH

De conformidad con el párrafo 3.5 *supra*.

4.3 Relación de expansión

De conformidad con el párrafo 3.7 *supra*.

4.4 Tiempo de desecación

De conformidad con el párrafo 3.8 *supra*.

4.5 Masa volúmica

De conformidad con el párrafo 3.11 *supra*.

5 Intervalos entre las verificaciones periódicas

La primera verificación periódica de los concentrados de espuma almacenados a bordo se realizará después de un periodo de 3 años y, seguidamente, cada año.

Se mantendrá a bordo un registro de la edad de los concentrados de espuma y las subsiguientes verificaciones.

MSC/Circ.582/Corr.1
(10 julio 2000)

Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de baja expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios

- 1 En su 72° periodo de sesiones (17 a 26 de mayo de 2000), el Comité de Seguridad Marítima aprobó, a petición del Subcomité de Protección contra Incendios en su 44° periodo de sesiones, una corrección a la circular MSC/Circ.582 sobre las Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de baja expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios, corrección que figura en el anexo.
- 2 Se invita a los Gobiernos Miembros a que tengan en cuenta las modificaciones a la antedicha circular, que figuran en el anexo, y a que las pongan en conocimiento de todas las partes interesadas.

Anexo

Modificaciones a las directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de baja expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios (MSC/Circ.582)

Correcciones

- 1 *La modificación del título de la circular MSC/Circ.582 no afecta al texto español.*
- 2 *Se introducen las siguientes modificaciones en el texto del anexo de la circular MSC/Circ.582:*
 - .1 *el texto actual del párrafo 3.7.1 se sustituye por el texto nuevo que figura a continuación:*
"3.7.1 El ensayo se realizará según lo estipulado en el párrafo 3.7.2 y con agua de mar artificial a 20°C aproximadamente que tenga las características indicadas en el párrafo 3.7.3.";

- .2** *en la décima línea del párrafo 3.7.2 b.1) el valor del caudal, “6 l/min”, se sustituye por “11,4 l/min”;*
- .3** *el texto actual del párrafo 3.8.2 se sustituye por el texto nuevo que figura a continuación:*
“3.8.2 El ensayo se llevará a cabo con agua de mar artificial a 20°C aproximadamente que tenga las características indicadas en el párrafo 3.7.3.”;
- .4** *el texto actual del párrafo 3.9.3 b) se sustituye por el texto nuevo que figura a continuación:*
“b) El ensayo se llevará a cabo con agua de mar artificial a 20°C aproximadamente que tenga las características indicadas en el párrafo 3.7.3.”; y
- .5** *el texto de la segunda frase del párrafo 3.9.6 a) se sustituye por el siguiente:*
“a) Añádanse aproximadamente 90 l de agua de mar artificial que tenga las características indicadas en el párrafo 3.7.3 y compruébese que la base de la bandeja está totalmente cubierta.”

MSC/Circ.668
(30 diciembre 1994)

**Alternativas para los sistemas de extinción
de incendios a base de halones en los espacios
de máquinas y en las cámaras de bombas**

1 En su 63° periodo de sesiones (16 a 25 de mayo de 1994), el Comité de Seguridad Marítima reconoció la urgente necesidad de elaborar directrices sobre alternativas para los sistemas de extinción de incendios a base de halones, cuya instalación está prohibida a partir del 1 de octubre de 1994 de conformidad con las disposiciones de la regla II-2/5 del Convenio SOLAS revisado (resolución MSC.27(61)).

2 El Subcomité de Protección contra Incendios, en su 39° periodo de sesiones (27 de junio a 1 de julio de 1994), elaboró directrices sobre los sistemas a base de agua que se pueden instalar para sustituir a los sistemas de extinción de incendios a base de halones en los espacios de máquinas y en las cámaras de bombas de carga, así como apéndices de éstas en los que se recogen las normas para la fabricación de los componentes y los procedimientos de ensayo de exposición al fuego, que figuran en el anexo.

3 El Comité de Seguridad Marítima aprobó las citadas directrices tal como se recogen en el anexo de la presente en su 64° periodo de sesiones (5 a 9 diciembre de 1994).

4 Se invita a los Gobiernos Miembros a que apliquen las directrices, las normas relativas a la fabricación de los componentes y el procedimiento de ensayo de exposición al fuego adjuntos, a los sistemas a base de agua de los espacios de máquinas y de las cámaras de bombas de carga que a estos fines se vayan a aprobar en virtud de las disposiciones de la regla I/5 (equivalencias) del Convenio SOLAS.

Anexo

Directrices para la aprobación de sistemas de extinción de incendios a base de agua equivalentes a los especificados en el Convenio SOLAS 74 para los espacios de máquinas y las cámaras de bombas de carga

Cuestiones generales

1 Habrá que demostrar que los sistemas de extinción de incendios a base de agua que se utilicen en los espacios de categoría A para máquinas y en las cámaras de bombas de carga, equivalentes a los sistemas de extinción de incendios prescritos en las reglas II-2/7 y II-2/63, tienen la misma fiabilidad que se ha considerado importante para el funcionamiento de los sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua a presión aprobados en virtud de las prescripciones de la regla II-2/10 del Convenio SOLAS 74. Además, se deberá verificar mediante ensayos la aptitud del sistema para extinguir los diversos tipos de incendios que se pueden producir en la sala de máquinas de un buque.

Definiciones

2 *Sistema anticongelante.* Sistema de tuberías con agua que contiene una solución anticongelante y que está conectado a un suministro de agua. La solución anticongelante, seguida por el agua, se descarga en cuanto comienzan a funcionar las boquillas.

3 *Sistema de cortina de agua.* Sistema que utiliza boquillas abiertas acopladas a un sistema de tuberías conectado a un suministro de agua a través de una válvula que se abre al activarse el sistema de detección instalado en la misma zona de las boquillas o manualmente. Al abrirse la válvula, el agua fluye al sistema de tuberías y se descarga desde todas las boquillas acopladas al mismo.

4 *Sistema de tuberías sin agua.* Sistema que utiliza boquillas acopladas a un sistema de tuberías que contiene aire o nitrógeno a presión, cuya descarga (al abrirse la boquilla) permite que el agua a presión abra una válvula conocida como válvula de las tuberías sin agua. El agua fluye seguidamente al sistema de tuberías y al exterior por la boquilla abierta.

5 *Extinción de incendios.* Reducción del calor desprendido por el incendio y eliminación total de todas las llamas y partes incandescentes mediante una aplicación directa y suficiente de un agente extintor.

6 *Sistema preactivo.* Sistema que emplea boquillas automáticas acopladas a un sistema de tuberías que contiene aire que puede estar a presión o no, y que dispone de un sistema de detección complementario instalado en la misma zona de las boquillas. La activación del sistema de detección abre una válvula que permite al agua fluir al sistema de tuberías y descargarse desde las boquillas que puedan estar abiertas.

7 *Agente extintor a base de agua.* Agua dulce o de mar a la que se pueden haber añadido o no aditivos para mejorar su capacidad de extinción de incendios.

8 *Sistema de tuberías con agua.* Sistema que utiliza boquillas acopladas a un sistema de tuberías que contiene agua y que está conectado a un suministro de agua, de modo que ésta se descargue en cuanto se abran las boquillas al activarse el sistema.

Prescripciones principales para el sistema

9 El sistema deberá poder entrar en acción manualmente.

10 El sistema deberá poder extinguir un incendio y se someterá a ensayo de forma satisfactoria a juicio de la Administración, de conformidad con lo dispuesto en el apéndice B de las presentes directrices.

11 El sistema deberá estar disponible para ser utilizado inmediatamente y podrá suministrar agua de forma continua durante 30 min como mínimo a fin de evitar que se vuelva a producir la ignición o que se extienda el incendio durante dicho periodo. Los sistemas que funcionen con un caudal de descarga reducido después del periodo inicial de extinción deberán disponer de una capacidad máxima de extinción de incendios que esté disponible dentro de un periodo de 5 min a partir de la activación inicial. Se proporcionará un tanque a presión a fin de cumplir con las prescripciones funcionales estipuladas en la regla II-2/12.4.1 del Convenio SOLAS, a condición de que la capacidad mínima de agua esté basada en los criterios de proyecto del párrafo 19 más la capacidad de llenado de las tuberías.

12 El sistema y sus componentes deberán estar debidamente proyectados de modo que puedan resistir los efectos de los cambios de temperatura, las vibraciones, la humedad, los choques, los golpes, el ensuciamiento y la corrosión que se producen normalmente en los espacios de máquinas de los buques. Los componentes situados dentro de los espacios protegidos deberán estar proyectados de modo que puedan resistir las elevadas temperaturas que puedan producirse durante un incendio.

13 Los componentes del sistema se deberán proyectar e instalar de modo que cumplan con normas internacionales que la Organización juzgue aceptables* y se fabricarán y someterán a ensayo de modo satisfactorio a juicio de la Administración, de conformidad con las disposiciones adecuadas de los apéndices A y B de las presentes directrices.

14 La situación, el tipo y las características de las boquillas deberán estar dentro de los límites ensayados a fin de proporcionar la capacidad de extinción de incendios indicada en el párrafo 10.

15 Los componentes eléctricos de la fuente de presión del sistema deberán satisfacer la especificación mínima de IP 54. El sistema deberá estar alimentado tanto por la fuente de energía principal como de emergencia y provisto de un conmutador automático de interconexión. La fuente de energía de emergencia deberá estar situada fuera del espacio de máquinas protegido.

16 El sistema deberá estar provisto de medios duplicados de bombeo o de otro tipo para suministrar el agente extintor a base de agua. El sistema deberá disponer de una toma de mar permanente y poder funcionar de manera continua utilizando agua de mar.

17 Las dimensiones del sistema de tuberías se determinarán de acuerdo con la técnica de cálculo hidráulico[†].

18 Los sistemas que puedan suministrar agua a un régimen máximo de descarga durante 30 min se pueden agrupar en secciones separadas dentro del espacio protegido. El seccionamiento del sistema de tales espacios deberá estar aprobado por la Administración en cada caso.

19 En todos los casos, la capacidad y el proyecto del sistema deberán estar basados en una protección completa del espacio que necesite el mayor volumen de agua.

20 Los mandos de funcionamiento del sistema deberán encontrarse en lugares fácilmente accesibles fuera de los espacios que se han de proteger y no deberán quedar aislados por un incendio en los espacios protegidos.

* Hasta que se elaboren normas internacionales que la Organización juzgue aceptables, se aplicarán normas nacionales prescritas por la Administración.

[†] Cuando se utiliza el método de Hazen-Williams, se deberán aplicar para los distintos tipos de tuberías consideradas los valores del coeficiente de rozamiento *C* que se indican seguidamente:

<i>Tipo de tubería</i>	<i>C</i>
Acero dulce cromado o galvanizado	100
Cobre y aleaciones de cobre	150
Acero inoxidable	150

- 21** Los componentes de la fuente de presión del sistema deberán estar situados fuera de los espacios protegidos.
- 22** Se deberá disponer de medios que permitan poner a prueba el funcionamiento del sistema para comprobar que mantiene la presión y el flujo exigidos.
- 23** La activación de cualquier válvula de distribución de agua deberá proporcionar una alarma visual y acústica en el espacio protegido y en un puesto de control central con dotación permanente. Una alarma en el puesto de control central indicará qué válvula está activada.
- 24** Las instrucciones de funcionamiento del sistema deberán estar expuestas en cada lugar de manejo del mismo. Dichas instrucciones de funcionamiento deberán estar en el idioma oficial del Estado de abanderamiento. Si dicho idioma no es ni el inglés ni el francés, se incluirá una traducción en uno de estos idiomas.
- 25** Se deberá disponer de repuestos y de las instrucciones de funcionamiento y mantenimiento del sistema recomendadas por el fabricante.

Apéndice A

Normas para la fabricación de los elementos de sistemas equivalentes de extinción de incendios a base de agua

- 0.0 Introducción**
- 1.0 Definiciones**
- 2.0 Consistencia del producto**
- 3.0 Prescripciones relativas a las boquillas de nebulización**
 - 3.1 Dimensiones
 - 3.2 Temperaturas nominales de activación
 - 3.3 Temperaturas de funcionamiento
 - 3.4 Circulación y distribución del agua
 - 3.5 Funcionamiento
 - 3.6 Resistencia del cuerpo
 - 3.7 Resistencia del elemento de activación
 - 3.8 Resistencia a las fugas y resistencia hidrostática
 - 3.9 Exposición al calor
 - 3.10 Choque térmico
 - 3.11 Corrosión
 - 3.12 Integridad de los revestimientos de las boquillas
 - 3.13 Golpe de ariete
 - 3.14 Calentamiento dinámico
 - 3.15 Resistencia al calor
 - 3.16 Resistencia a la vibración
 - 3.17 Prueba de choque
 - 3.18 Descarga lateral
 - 3.19 Resistencia a las fugas durante 30 días
 - 3.20 Resistencia al vacío
 - 3.21 Pantalla contra el agua
 - 3.22 Obstrucción
- 4.0 Métodos de prueba**
 - 4.1 Cuestiones generales
 - 4.2 Examen visual
 - 4.3 Prueba de resistencia del cuerpo
 - 4.4 Pruebas de resistencia a las fugas y resistencia hidrostática
 - 4.5 Prueba de funcionamiento

- 4.6 Características de funcionamiento del elemento termorreactor
 - 4.6.1 Prueba de la temperatura de funcionamiento
 - 4.6.2 Prueba de calentamiento dinámico
- 4.7 Prueba de exposición al calor
- 4.8 Prueba de choque térmico para las boquillas con ampolla de vidrio
- 4.9 Prueba de resistencia de los elementos de activación
- 4.10 Prueba del caudal de agua
- 4.11 Pruebas de distribución del agua y tamaño de la gota
- 4.12 Pruebas de corrosión
 - 4.12.1 Prueba de tensocorrosión para las partes de bronce de las boquillas
 - 4.12.2 Fisuración por tensocorrosión de las partes de acero inoxidable de las boquillas
 - 4.12.3 Pruebas de corrosión por dióxido de azufre
 - 4.12.4 Prueba de corrosión por niebla salina
 - 4.12.5 Prueba de exposición al aire húmedo
- 4.13 Pruebas del revestimiento de las boquillas
- 4.14 Prueba de resistencia al calor
- 4.15 Prueba del golpe de ariete
- 4.16 Prueba de vibración
- 4.17 Prueba de choque
- 4.18 Prueba de descarga lateral
- 4.19 Prueba de resistencia a las fugas durante 30 días
- 4.20 Prueba de vacío
- 4.21 Prueba de obstrucción

5.0 **Marcado de la boquilla de nebulización**

- 5.1 Generalidades
- 5.2 Envuelta de las boquillas

Lista de figuras

Figura N°	Descripción
1	Límites de ITR y de C para orientación normal
2	Aparato para la prueba de choque
3	Aparato para la prueba de obstrucción

Lista de cuadros

Cuadro N°	Descripción
1	Temperatura nominal de activación
2	Condiciones para la prueba del horno de inmersión
3	Condiciones para la prueba del horno de inmersión correspondiente a la determinación de la conductividad
4	Temperaturas de prueba para boquillas con y sin revestimiento
5	Contaminantes para la prueba del ciclo de agua contaminada

Las cifras que aparecen entre corchetes se refieren a la norma 6182/1 de la ISO.

0.0 Introducción

0.1 El presente documento se refiere a las características mínimas de protección contra incendios y a las prescripciones de construcción y marcado, excluida la resistencia al fuego, de las boquillas de nebulización.

0.2 Los números que aparecen entre corchetes en cada sección o subsección se refieren a la pertinente sección o párrafo de las normas para los sistemas automáticos de rociadores – Parte 1: Prescripciones y métodos de prueba de los rociadores, norma ISO 6182-1.

0.3 Las boquillas de funcionamiento manual no tienen que cumplir las prescripciones relativas a las boquillas de funcionamiento automático que cuentan con un mecanismo de accionamiento.

1.0 Definiciones

1.1 *Factor de conductividad* – Es la medida de la conductancia entre el elemento sensible al calor de la boquilla y el montaje, expresada en (m/s)^{0,5}.

1.2 *Presión de trabajo nominal* – Es la presión máxima de servicio a la que se espera que funcione un dispositivo hidráulico.

1.3 *Índice del tiempo de reacción: (ITR)* – Es la medida de la sensibilidad de la boquilla expresada mediante la fórmula $ITR = tu^{0,5}$, en la que t es la constante de tiempo del elemento termorreactor en segundos, y u es la velocidad del gas expresada en metros por segundo. ITR puede usarse conjuntamente con el factor de conductividad (C) para calcular la reacción de una boquilla en caso de incendio, definida en términos de temperatura del gas y velocidad versus tiempo. El ITR se mide en $(m \cdot s)^{0,5}$.

1.4 *Orientación normal* – En el caso de boquillas con elementos termorreactores simétricos apoyados en un cuadro, la orientación normal es la del flujo de aire perpendicular tanto al eje de la entrada de la boquilla como al plano del cuadro. En el caso de elementos termorreactores no simétricos, la orientación normal es la del flujo de aire perpendicular tanto al eje de entrada como al plano del cuadro que produzca el tiempo de reacción más corto.

1.5 *Orientación menos favorable* – Es la orientación que produce el tiempo de reacción más largo, con el eje de la entrada de la boquilla perpendicular a la corriente de aire.

2.0 Consistencia del producto

2.1 Será responsabilidad del fabricante implantar un programa de control de calidad con objeto de garantizar que la producción cumple con las prescripciones de manera continua, del mismo modo que las muestras sometidas originalmente a pruebas.

2.2 La carga que se imponga al elemento termorreactor en las boquillas automáticas será establecida y asegurada por el fabricante de manera tal que no se pueda ajustar o cambiar una vez instaladas.

3.0 Prescripciones relativas a las boquillas de nebulización

3.1 Dimensiones

Las boquillas tendrán una rosca nominal de entrada de 6 mm ($\frac{1}{4}$ pulgadas) como mínimo. Las dimensiones de todas las conexiones de rosca se ajustarán a las normas internacionales toda vez que éstas se apliquen. De no ser así, podrán usarse normas nacionales.

3.2 Temperaturas nominales de activación [6.2]

3.2.1 Las temperaturas nominales de activación de las boquillas automáticas de ampolla de vidrio serán las indicadas en el cuadro 1.

3.2.2 El fabricante especificará por adelantado las temperaturas nominales de activación de las boquillas con elementos fusibles automáticos, que se verificarán de conformidad con lo estipulado en 3.3. Las temperaturas nominales de activación estarán dentro de la gama indicada en el cuadro 1.

3.2.3 La temperatura nominal de activación que se marque en la boquilla será la determinada durante las pruebas de la boquilla, según lo estipulado en 4.6.1, teniendo en cuenta las especificaciones indicadas en 3.3.

Cuadro 1 – Temperatura nominal de activación

Valores en grados Celsius

Boquillas de ampolla de vidrio		Boquillas de elemento fusible	
Temperatura nominal de activación	Código de color del líquido	Temperatura nominal de activación	Código de color del marco*
57	naranja	57 a 77	incolore
68	rojo	80 a 107	blanco
79	amarillo	121 a 149	azul
93 – 100	verde	163 a 191	rojo
121 – 141	azul	204 a 246	verde
163 – 182	malva	260 a 343	naranja
204 – 343	negro		

* No se exigirá en el caso de boquillas decorativas.

3.3 Temperaturas de funcionamiento (véase 4.6.1) [6.3]

Las boquillas automáticas funcionarán en la gama de temperaturas de:

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

siendo X la temperatura nominal de activación.

3.4 Circulación y distribución del agua

3.4.1 Constante de circulación (véase 4.10) [6.4.1]

3.4.1.1 La constante de circulación K para las boquillas está dada por la fórmula:

$$K = \frac{Q}{P^{0,5}}$$

siendo

P la presión en bares; y

Q la velocidad de circulación en litros por minuto.

3.4.1.2 El valor de la constante de circulación K publicado en las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante se verificará usando el método de prueba indicado en 4.10. La constante de circulación K promedio tendrá un margen de $\pm 5\%$ del valor indicado por el fabricante.

3.4.2 Distribución del agua (véase 4.11)

Las boquillas que han cumplido con las prescripciones relativas a la prueba de exposición al fuego se usarán con objeto de determinar las características de descarga efectiva de la boquilla cuando se sometan a pruebas de conformidad con lo estipulado en 4.11.1. Estas características se publicarán en las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante.

3.4.3 Tamaño y velocidad de la gota de agua (véase 4.11.2)

La distribución de los tamaños de la gota de agua y de su velocidad se determinará de conformidad con lo estipulado en 8.11.2 para cada proyecto de boquilla a las presiones máxima y mínima de funcionamiento, y a las velocidades máxima y mínima de circulación del aire (cuando se usen) como parte de la identificación de las características de descarga de las boquillas que han demostrado cumplir con la prueba de exposición al fuego. Las mediciones se harán en dos lugares distintos: 1) de forma perpendicular al eje central de la boquilla, exactamente 1 m por debajo del orificio de descarga o del deflector, y 2) en forma radial hacia afuera del primer lugar a 0,5 m ó 1 m de distancia, según el diagrama de distribución.

3.5 *Funcionamiento* (véase 4.5) [6.5]

3.5.1 Cuando se la somete a prueba de conformidad con lo establecido en 4.5, la boquilla se abrirá y dentro de los 5 s de la activación del elemento termorreactor, funcionará satisfactoriamente cumpliendo con las prescripciones indicadas en 4.10. Cualquier depósito de partes sueltas será despejado dentro de los 60 s de la activación en el caso de elementos sensibles al calor normales y dentro de los 10 s de la activación en el caso de elementos termorreactores de reacción rápida o especial, o la boquilla cumplirá las prescripciones estipuladas en 4.11.

3.5.2 Los componentes de descarga de la boquilla no sufrirán daños significativos como resultado de la prueba de funcionamiento especificada en 4.5.6 y presentarán los mismos valores de la constante de circulación y del tamaño y velocidad de la gota de agua que los determinados previamente en virtud de lo estipulado en 3.4.1 y 3.4.3 con un margen del 5%.

3.6 *Resistencia del cuerpo* (véase 4.3) [6.6]

El cuerpo de la boquilla no demostrará alargamiento permanente alguno de más del 0,2% entre los puntos con capacidad de carga tras haber sido objeto de una carga dos veces la carga de servicio promedio determinada al aplicar el método descrito en 4.3.1.

3.7 *Resistencia del elemento de activación* [6.7]

3.7.1 Ampollas de vidrio (véase 4.9.1)

El límite inferior de tolerancia para la resistencia de la ampolla será más del doble del límite superior de tolerancia para la carga de proyecto de la ampolla, con base en cálculos con un grado de aceptación del 0,99 para el 99% de las muestras, según se indica en 4.9.1. Los cálculos se basarán en la distribución normal o de Gauss, excepto cuando se demuestre que otra distribución puede aplicarse satisfactoriamente debido a factores de fabricación o proyecto.

3.7.2 Elementos fusibles (véase 4.9.2)

Los elementos fusibles sensibles al calor en la gama ordinaria de temperaturas se diseñarán de modo que:

- experimenten una carga de 15 veces su carga de proyecto correspondiente a la carga de servicio máxima indicada en 4.3.1 por un periodo de 100 h, de conformidad con lo estipulado en 4.9.2.1, o
- demuestren que son capaces de experimentar la carga de proyecto cuando se les somete a pruebas de conformidad con lo estipulado en 4.9.2.2.

3.8 *Resistencia a las fugas y resistencia hidrostática* (véase 4.4) [6.8]

3.8.1 Las boquillas no presentarán señal alguna de fuga cuando se les somete a las pruebas especificadas en 4.4.1.

3.8.2 Las boquillas no se romperán, funcionarán o desprenderán partes cuando se les somete a las pruebas especificadas en 4.4.2.

3.9 *Exposición al calor* [6.9]

3.9.1 Boquillas con ampolla de vidrio (véase 4.7.1)

El elemento de la ampolla de vidrio no sufrirá daño alguno cuando se someta a la boquilla a las pruebas especificadas en 4.7.1.

3.9.2 Boquillas sin revestimiento (véase 4.7.2)

Las boquillas experimentarán una exposición a temperaturas ambiente más altas sin presentar señales de debilitamiento o fallo cuando se las someta a las pruebas especificadas en 4.7.2.

3.9.3 Boquillas con revestimiento (véase 4.7.3)

Además de cumplir con las prescripciones en 4.7.2 aplicables a las boquillas sin revestimiento, las boquillas con revestimiento soportarán una exposición a temperatura ambiente sin mostrar señales de debilitamiento o fallo del revestimiento, cuando se las someta a pruebas según lo especificado en 4.7.3.

3.10 *Choque térmico* (véase 4.8) [6.10]

Las boquillas con ampolla de vidrio no sufrirán daños cuando se les someta a las pruebas especificadas en 4.8. El funcionamiento normal no se considera daño.

3.11 *Corrosión* [6.11]

3.11.1 Tensocorrosión (véase 4.12.1 y 4.12.2)

Todas las boquillas de bronce, al ser sometidas a las pruebas especificadas en 4.12.1, no presentarán señales de fracturas que puedan afectar su capacidad de funcionar de la manera prevista y satisfacer otras prescripciones.

Las partes de acero inoxidable de las boquillas de nebulización, al ser sometidas a las pruebas especificadas en 4.12.2, no mostrarán señales de fractura o rotura que afecten su capacidad de funcionar de la manera prevista y satisfacer otras prescripciones.

3.11.2 Corrosión por dióxido de azufre (véase 4.12.3)

Las boquillas serán lo suficientemente resistentes al dióxido de azufre saturado con vapor de agua cuando se las acondicione de conformidad con lo estipulado en 4.12.2. Tras la exposición, cinco boquillas deberán funcionar cuando se las someta a pruebas a su presión de circulación mínima (véase 3.5.1 y 3.5.2). Las restantes cinco boquillas cumplirán con las prescripciones relativas al calentamiento dinámico prescritas en 3.14.2.

3.11.3 Corrosión por niebla salina (véase 4.12.4)

Las boquillas con revestimiento y sin revestimiento serán resistentes a la niebla salina cuando se las acondicione de conformidad con lo estipulado en 4.12.4. Tras su exposición a la niebla salina, las muestras deberán cumplir con las prescripciones relativas al calentamiento dinámico prescritas en 3.14.2.

3.11.4 Exposición al aire húmedo (véase 4.12.5)

Las boquillas serán lo suficientemente resistentes a la exposición al aire húmedo y cumplirán con las prescripciones estipuladas en 3.14.2 tras haber sido sometidas a pruebas de conformidad con las prescripciones de 4.12.5.

3.12 *Integridad de los revestimientos de las boquillas* [6.12]**3.12.1** Evaporación de la cera y bitumen usados para la protección atmosférica de las boquillas (véase 4.13.1)

Las ceras y bitúmenes usados para los revestimientos de boquillas no contendrán sustancias volátiles en cantidades suficientes como para que el revestimiento aplicado se contraiga, endurezca, fisure o escame. La pérdida de masa no excederá el 5% de la muestra original cuando se la someta a la prueba prescrita en 4.13.1.

3.12.2 Resistencia a temperaturas bajas (véase 4.13.2)

Todos los revestimientos usados en las boquillas no se agrietarán o escamarán cuando sean sometidos a bajas temperaturas según el método descrito en 4.13.2.

3.12.3 Resistencia a temperaturas altas (véase 3.9.3)

Las boquillas con revestimientos cumplirán con las prescripciones estipuladas en 3.9.3.

3.13 *Golpe de ariete* (véase 4.15) [6.13]

Las boquillas no presentarán fugas cuando sean sometidas a saltos de presión de 4 bares a cuatro veces la presión nominal por lo que respecta a presiones de trabajo de hasta 100 bares y dos veces la presión nominal por lo que respecta a presiones superiores a 100 bares. No presentarán señal de daños mecánicos cuando se las someta a pruebas de conformidad con lo estipulado en 4.15 y funcionarán dentro de los parámetros prescritos en 3.5.1 a la presión mínima de proyecto.

3.14 *Calentamiento dinámico* (véase 4.6.2) [6.14]

3.14.1 Las boquillas automáticas instaladas en espacios que no sean de alojamiento o residenciales cumplirán con las prescripciones indicadas en la figura 1 por lo que respecta a los límites de ITR y de C. Las boquillas automáticas destinadas a ser instaladas en espacios de alojamiento o públicos cumplirán las prescripciones de reacción rápida indicadas en la figura 1 por lo que respecta a los límites de ITR y de C. Los valores máximos y mínimos de ITR para todos los puntos de datos calculados usando C para las boquillas de reacción rápida y normal, estarán comprendidos en la categoría oportuna que aparece en la figura 1. Las boquillas de reacción especial tendrán un valor de ITR promedio, calculado usando C, de entre 50 y 80, con valores no inferiores a 40 o superiores a 100. Cuando se las somete a pruebas con una desviación angular en el caso de la orientación menos favorable, tal como se describe en la sección 4.6.2, el ITR no superará $600 \text{ (m}\cdot\text{s)}^{0.5}$ ó 250% del valor de ITR en la orientación normal, si éste es menor. La desviación angular será de 15° para la reacción normal, 20° para la reacción especial y 25° para la reacción rápida.

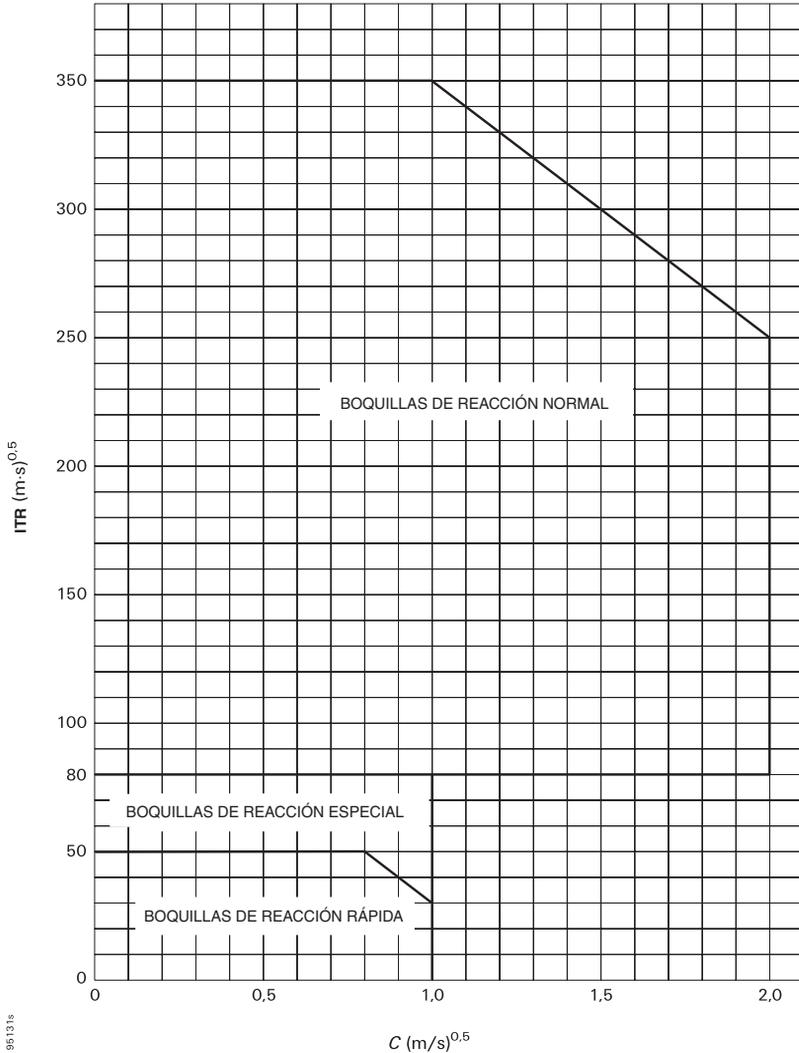


Figura 1 - Límites de ITR y de C para la orientación normal

3.14.2 Tras haber sido sometidas a la prueba de corrosión descrita en las secciones 3.11.2, 3.11.3 y 3.11.4, las boquillas serán sometidas a pruebas en la orientación normal que se describe en la sección 4.6.2.1, con objeto de determinar el ITR postexposición. Todos los valores del ITR postexposición no excederán los límites que aparecen en la figura 1 según la categoría pertinente. Además, el valor promedio de ITR no excederá el 130% del valor promedio de preexposición. Todos los valores de ITR postexposición se calcularán como se indica en la sección 4.6.2.3, usando el factor de conductividad (C) de preexposición.

3.15 Resistencia al calor (véase 4.14) [6.15]

Las boquillas abiertas serán lo suficientemente resistentes a altas temperaturas cuando se las someta a pruebas de conformidad con 4.14. Tras su exposición, la boquilla no presentará: 1) roturas o deformaciones visibles, 2) un cambio en la constante de circulación K que exceda del 5%, y 3) ningún cambio en las características de descarga de la prueba de distribución de agua (véase 3.4.2) que exceda del 5%.

3.16 Resistencia a la vibración (véase 4.16) [6.16]

Las boquillas estarán en condiciones de resistir los efectos de las vibraciones sin menoscabo de sus características de rendimiento, cuando se las someta a las pruebas de conformidad con lo estipulado en 4.16. Tras la prueba de vibración indicada en 4.16, las boquillas no presentarán señales de deterioro visibles y cumplirán con las prescripciones estipuladas en 3.5 y 3.8.

3.17 Prueba de choque (véase 4.17) [6.17]

Las boquillas serán lo suficientemente resistentes como para soportar los impactos asociados con la manipulación, transporte e instalación sin menoscabo de su funcionamiento o seguridad funcional. La resistencia a los impactos se determinará de conformidad con lo estipulado en 4.1.

3.18 Descarga lateral (véase 4.18) [6.19]

Las boquillas no impedirán el funcionamiento de boquillas automáticas contiguas cuando se las someta a pruebas de conformidad con lo estipulado en 4.21.

3.19 Resistencia a las fugas durante 30 días (véase 4.19) [6.20]

Las boquillas no presentarán fugas, no se distorsionarán o sufrirán otros daños de carácter mecánico cuando se las someta al doble de la presión nominal durante 30 días. Tras su exposición a la prueba, las boquillas cumplirán con las prescripciones de prueba estipuladas en 4.22.

3.20 Resistencia al vacío (véase 4.23) [6.21]

Las boquillas no presentarán señales de distorsión, daño mecánico o fugas tras haber sido sometidas a la prueba especificada en 4.23.

3.21 Pantalla contra el agua [6.22 y 6.23]**3.21.1 Generalidades**

Toda boquilla automática que se use en niveles intermedios o debajo de rejillas abiertas contará con una pantalla contra el agua que cumpla lo dispuesto en 3.21.2 y 3.21.3.

3.21.2 Ángulo de protección (véase 4.21.1)

Las pantallas contra el agua proporcionarán un “ángulo de protección” de 45° como máximo al elemento termorreactor contra el choque directo del agua que se escapa de boquillas a mayores alturas. El cumplimiento de esta prescripción se determinará de conformidad con lo estipulado en 4.24.1.

3.21.3 Rotación (véase 4.21.2)

La rotación de la pantalla contra el agua no alterará la carga de servicio de la boquilla cuando se la evalúe de conformidad con lo prescrito en 4.24.2.

3.22 Obstrucción (véase 4.21) [6.28.3]

Las boquillas de nebulización no presentarán señales de obstrucción durante 30 min de corriente continua a la presión nominal de trabajo usándose agua que ha sido contaminada de conformidad con lo prescrito en 4.21.3. Tras 30 min de circulación del agua, la corriente a la presión nominal de la boquilla y del depurador o filtro estará dentro de $\pm 10\%$ del valor obtenido antes de llevar a cabo la prueba de obstrucción.

4 Métodos de prueba [7]

4.1 Cuestiones generales

Se llevarán a cabo las siguientes pruebas para cada tipo de boquilla. Antes de realizar las pruebas, se presentarán dibujos de las partes y del montaje, junto con las oportunas especificaciones (usando unidades SI). Las pruebas se llevarán a cabo a una temperatura ambiente de $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, a menos que se indiquen otras temperaturas.

4.2 Examen visual [7.2]

Antes de someterlas a prueba, se examinarán visualmente las boquillas a efectos de comprobar los siguientes puntos:

- a) marcas;
- b) que las boquillas cumplan con las especificaciones y dibujos del fabricante; y
- c) defectos obvios.

4.3 Prueba de resistencia del cuerpo [7.3]

4.3.1 La carga de proyecto se medirá en 10 boquillas automáticas mediante la instalación de cada boquilla, a temperatura ambiente, en una máquina de pruebas de tracción/compresión y aplicando una fuerza equivalente a la presión nominal de trabajo.

Se usará un indicador capaz de medir la deformación con un grado de exactitud de 0,01 mm, con objeto de medir cualquier cambio en la longitud de la boquilla entre sus puntos con capacidad de carga. Se evitará el movimiento de la rosca de la espiga de la boquilla en la guía roscada de la máquina de pruebas, o se tendrá en cuenta.

A continuación se libera la presión y carga hidráulicas y se retira el elemento termorreactor usando un método apropiado. Cuando la boquilla se encuentre a la temperatura ambiente, se hará una segunda medición usando el indicador.

A continuación se aplica una carga mecánica creciente en la boquilla a un régimen que no exceda de 500 N/min, hasta que la lectura del indicador en el punto con capacidad de carga medido inicialmente vuelve al valor inicial alcanzado bajo la carga hidrostática. La carga mecánica necesaria para obtener este resultado se registrará como carga de servicio. Se calculará la carga de servicio promedio.

4.3.2 Progresivamente se incrementará la carga aplicada a un régimen que no exceda de 500 N/min en cada una de las cinco muestras hasta aplicar el doble de la carga de servicio promedio. Se mantendrá esta carga por 15 ± 5 s.

A continuación, se suspende la carga y se registra cualquier alargamiento permanente tal como se lo define en 3.6.

4.4 *Pruebas de resistencia a las fugas y resistencia hidrostática (véase 3.8) [7.4]*

4.4.1 Se someterá a 20 boquillas a una presión de agua igual al doble de su presión nominal de trabajo, pero no menor de 34,5 bares. La presión se incrementará de 0 bar a la presión de prueba, manteniéndosela al doble de la presión nominal de trabajo por un periodo de 3 min, y luego se disminuirá hasta 0 bar. Una vez que la presión vuelva a 0 bar, se aumentará hasta la presión mínima de funcionamiento especificada por el fabricante, en no más de 5 s. Esta presión se mantendrá durante 15 s y luego se aumentará hasta alcanzar la presión nominal de trabajo, que se mantendrá por 15 s.

4.4.2 Una vez efectuada la prueba indicada en el párrafo anterior, las 20 boquillas serán objeto de una presión hidrostática interna de cuatro veces la presión nominal de trabajo. La presión se incrementará de 0 bar hasta cuatro veces la presión nominal de trabajo, que se mantendrá por un periodo de 1 min. La boquilla sometida a prueba no se romperá, funcionará o desprenderá parte alguna durante el aumento de presión ni mientras se la mantiene a cuatro veces la presión nominal de trabajo por 1 min.

4.5 *Prueba de funcionamiento* (véase 3.5) [7.5]

4.5.1 Las boquillas que tengan temperaturas nominales de activación menores de 78°C se calentarán en un horno hasta alcanzar la temperatura de activación. Mientras se calientan, serán sometidas a una de las presiones de agua especificadas en 4.5.3, que se aplicará en su entrada. Se aumentará la temperatura del horno hasta $400 \pm 20^\circ\text{C}$ en 3 min, temperatura que se medirá lo más próximo a la boquilla que sea posible. Las boquillas que tengan temperaturas nominales de activación superiores a 78°C se calentarán usando una fuente térmica apropiada. El calentamiento continuará hasta que se active la boquilla.

4.5.2 Se someterá a ocho boquillas a prueba en cada una de las posiciones normales de montaje y a presiones equivalentes a la presión mínima de funcionamiento, la presión nominal de trabajo y la presión promedio de funcionamiento. La presión de circulación será como mínimo el 75% de la presión inicial de funcionamiento.

4.5.3 Si se produce un depósito en el mecanismo de activación a cualquier presión de funcionamiento y posición de montaje, se someterá a prueba a 24 boquillas adicionales en dicha posición de montaje y a la misma presión. El número total de boquillas en las que se produce un depósito no excederá de una de cada 32 sometidas a pruebas a dicha presión y posición de montaje.

4.5.4 Se considera que ha tenido lugar acumulación o depósito cuando una o más de las partes desprendidas se alojan en el montaje de descarga de tal modo que causan alteración en la distribución de agua tras el tiempo prescrito en 3.5.1.

4.5.5 Con objeto de comprobar la resistencia del montaje del deflector/orificio, se someterá a la prueba de funcionamiento a tres boquillas, en cada posición normal de montaje, al 125% de la presión nominal de trabajo. Se hará que el agua circule al 125% de la presión nominal de trabajo por un periodo de 15 min.

4.6 *Características de funcionamiento del elemento termorreactor*

4.6.1 Prueba de la temperatura de funcionamiento (véase 3.3) [7.6]

Se calentarán 10 boquillas a partir de la temperatura ambiente hasta 20 ó 22°C por debajo de su temperatura nominal de activación. El régimen de incremento de la temperatura no excederá de 20°C/min y la temperatura se mantendrá por 10 min. La temperatura se incrementará a un régimen de entre 0,4°C/min y 0,7°C/min hasta que se active la boquilla.

La temperatura nominal de funcionamiento se determinará con un equipo que posea un grado de fiabilidad de $\pm 0,35\%$ de la temperatura nominal o de $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$, si ésta es mayor.

La prueba se llevará a cabo en un baño para boquillas de ampollas de vidrio cuyas temperaturas nominales de activación sean iguales o inferiores a 80°C . Se usará un aceite apropiado para elementos de activación a mayor temperatura. El baño líquido se construirá de modo tal que la variación de temperatura en la zona de pruebas no exceda de $0,5\%$ o de $0,5^{\circ}\text{C}$, si ésta es mayor.

4.6.2 Prueba de calentamiento dinámico (véase 3.4)

4.6.2.1 Prueba de inmersión

Se llevarán a cabo pruebas con objeto de determinar las orientaciones normal y menos favorable según se las define en 1.4 y 1.5. Se llevarán a cabo 10 pruebas de inmersión adicionales para ambas orientaciones. La orientación menos favorable será la definida en 3.14.1. El ITR se calculará de la manera descrita en 4.6.2.3 y 4.6.2.4 por lo que respecta a cada orientación. Las pruebas de inmersión se llevarán a cabo usando un montaje de boquilla de bronce proyectado de tal manera que el aumento de la temperatura del montaje o del agua no exceda de 2°C durante cada prueba de inmersión hasta un tiempo de reacción de 55 s. (La temperatura se medirá mediante un termopar empotrado en el montaje, alejado radialmente a no más de 8 mm del diámetro del pie de la rosca interior o por un termopar inmerso en el agua en el centro de la entrada de la boquilla.) Si el tiempo de reacción es mayor de 55 s, la temperatura del montaje o del agua en grados Celsius no aumentará más de 0,036 veces el tiempo de reacción en segundos durante cada prueba de inmersión.

La boquilla sometida a prueba tendrá una o una y media envolturas de cinta aislante de PTFE aplicada en la rosca. Se atornillará en un montaje con un par de 15 ± 3 N·m. Cada boquilla se instalará en una tapa de sección del túnel de pruebas y se mantendrá en una cámara de acondicionamiento con objeto de permitir que la boquilla y la tapa alcancen la temperatura ambiente por un periodo no menor de 30 min.

Antes de iniciar la prueba, se introducirá en la entrada de la boquilla por lo menos 25 ml de agua a la temperatura ambiente. Se utilizará para medir el tiempo de reacción un reloj con un grado de exactitud de $\pm 0,01$ s con un dispositivo apropiado para medir el lapso de tiempo entre la introducción de la boquilla en el túnel y el momento en que es activada.

El túnel se utilizará con una corriente de aire y unas condiciones* de temperatura en la zona de pruebas (donde se ubica la boquilla) elegidas de la gama de condiciones que figura en el cuadro 2. Con objeto de reducir al

* Las condiciones del túnel se elegirán con objeto de limitar al 3% el error máximo anticipado del equipo.

mínimo el intercambio de radiación entre el elemento sensor y los límites de la corriente, la sección de pruebas del aparato se proyectará de modo que limite los efectos de radiación a $\pm 3\%$ de los valores de ITR calculados*.

En el cuadro 2 figura la gama de condiciones de funcionamiento admisibles del túnel. Las condiciones de funcionamiento elegidas se mantendrán durante toda la prueba, con las tolerancias indicadas en las notas a pie de página 4 y 5 del cuadro 2.

4.6.2.2 Determinación del factor (C) de conductividad [7.6.2.2]

El factor (C) de conductividad se determinará usando la prueba de inmersión prolongada (véase 4.6.2.2.1) o la prueba de la rampa de exposición prolongada (véase 4.6.2.2.2).

4.6.2.2.1 Prueba de inmersión prolongada [7.6.2.2.1]

La prueba de inmersión prolongada es un proceso iterativo para determinar C y puede exigir hasta 20 muestras de boquillas. Se usará una muestra de boquilla para cada prueba de esta sección, aun en el caso de que la muestra no funcione durante la prueba de inmersión prolongada.

La boquilla sometida a prueba tendrá una o una y media envolturas de cinta aislante de PTFE en su rosca. Se atornillará en un montaje con un par de 15 ± 3 N·m. Cada boquilla se montará en una tapa de sección de un túnel de pruebas y se mantendrá en una cámara de acondicionamiento con objeto de permitir que la boquilla y la tapa alcancen la temperatura ambiente por un periodo no menor de 30 min. Antes de iniciar la prueba, se introducirá en la entrada de la boquilla por lo menos 25 ml de agua a la temperatura ambiente.

Para medir el tiempo de reacción se utilizará un reloj con un grado de exactitud de $\pm 0,01$ s con un dispositivo apropiado para medir el lapso de tiempo entre la introducción de la boquilla en el túnel y el momento en que es activada.

La temperatura del montaje se mantendrá a $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ durante cada prueba. La velocidad del aire en la sección del túnel de pruebas donde está ubicada la boquilla se mantendrá dentro de $\pm 2\%$ de la velocidad elegida. Se elegirá y mantendrá la temperatura del aire durante la realización de la prueba, de conformidad con lo prescrito en el cuadro 3.

En el cuadro 3 figura la gama de condiciones admisibles de funcionamiento del túnel. La condición de funcionamiento elegida se mantendrá durante la prueba con las tolerancias señaladas en el cuadro 3.

* Un método que se sugiere para determinar los efectos de la radiación es llevar a cabo pruebas de inmersión comparativas en una muestra metálica de pruebas ennegrecida (alta emisividad) y una muestra metálica pulida (baja emisividad).

Cuadro 2 – Condiciones para la prueba del horno de inmersión

Temperatura normal °C	Gama de temperaturas del aire ¹			Gama de velocidades ²		
	Reacción normal °C	Reacción especial °C	Reacción rápida °C	Reacción normal m/s	Reacción especial m/s	Boquilla de reacción rápida m/s
57 a 77	191 a 203	129 a 141	129 a 141	2,4 a 2,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85
79 a 107	282 a 300	191 a 203	191 a 203	2,4 a 2,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85
121 a 149	382 a 432	282 a 300	282 a 300	2,4 a 2,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85
163 a 191	382 a 432	382 a 432	382 a 432	3,4 a 3,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85

¹ La temperatura del aire elegida se fijará y mantendrá constante en la sección de prueba durante la realización de ésta con un grado de exactitud de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ para las temperaturas del aire entre 129°C y 141°C en la sección de prueba y de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ para todas las otras temperaturas del aire.

² La velocidad del aire elegida se fijará y mantendrá constante durante la realización de la prueba con un grado de exactitud de $\pm 0,03$ m/s respecto de las velocidades de 1,65 a 1,85 m/s y 2,4 a 2,6 m/s y de $\pm 0,04$ m/s para velocidades entre 3,4 y 3,6 m/s.

Para determinar C, se introduce la boquilla en la corriente de prueba a diversas velocidades del aire por un periodo máximo de 15 min*. Las velocidades se eligen de modo que la activación queda enmarcada entre dos velocidades de prueba sucesivas. Es decir, se establecerán dos velocidades tales que a la velocidad menor (u_l) la activación no tiene lugar en el intervalo de 15 min. En la siguiente velocidad más alta (u_h), la activación debe ocurrir dentro del límite de tiempo de 15 min. Si la boquilla no se activa a la velocidad más alta, se elegirá una temperatura del aire del cuadro 3 como la próxima temperatura más alta.

Cuadro 3 – Condiciones para la prueba del horno de inmersión correspondiente a la determinación de la conductividad

Temperatura nominal de la boquilla °C	Temperatura del horno °C	Variación máxima de la temperatura del aire durante la prueba °C
57	85 a 91	± 1,0
58 a 77	124 a 130	± 1,5
78 a 107	193 a 201	± 3,0
121 a 149	287 a 295	± 4,5
163 a 191	402 a 412	± 6,0

La selección de las velocidades de prueba asegurarán que:

$$(U_H/U_L)^{0,5} \leq 1,1$$

El valor de prueba de C es el promedio de los valores calculados a las dos velocidades usando la siguiente ecuación:

$$C = (\Delta T_g / \Delta T_{ea} - 1) u^{0,5}$$

siendo:

ΔT_g = la temperatura real del gas (aire) menos la temperatura del montaje (T_m) en °C;

ΔT_{ea} = la temperatura media de funcionamiento del baño líquido menos la temperatura del montaje (T_m) en °C;

u = la velocidad real del aire en la sección de pruebas, en m/s.

El valor de C de la boquilla se determina repitiendo el procedimiento de escalonamiento tres veces y calculando el promedio numérico de los tres valores de C. El valor de C de la boquilla se usa para calcular todos los valores de ITR con la orientación normal para determinar el cumplimiento con lo prescrito en 3.14.1.

* Si el valor de C queda determinado en menos de $0,5 (m \cdot s)^{0,5}$, se supondrá un índice C de $0,25 (m \cdot s)^{0,5}$ para calcular el valor del ITR.

4.6.2.2.2 Prueba de la rampa de exposición prolongada [7.6.2.2.2]

La prueba de la rampa de exposición prolongada usada para determinar el parámetro C se llevará a cabo en la sección de pruebas de un túnel aerodinámico cumpliendo con las prescripciones relativas a la temperatura del montaje de la boquilla según se describe en la prueba de calentamiento dinámico. No es necesario preacondicionar la boquilla.

Se someterán a prueba 10 muestras de cada tipo de boquilla, todas ellas con la orientación normal. La boquilla será introducida en una corriente de aire a una velocidad constante de $1 \text{ m/s} \pm 10\%$ y a una temperatura del aire igual a la temperatura nominal de la boquilla al comienzo de la prueba.

La temperatura del aire se aumentará a razón de $1 \pm 0,25^\circ\text{C}/\text{min}$ hasta que se active la boquilla. La temperatura del aire, la velocidad y la temperatura del montaje se controlarán a partir de la iniciación de los incrementos y se medirán y registrarán al funcionar la boquilla. El valor de C se determina usando la misma ecuación que se indica en 4.6.2.2.1 como el promedio de los 10 valores de prueba.

4.6.2.3 Cálculo del valor de ITR [7.6.2.3]

La ecuación usada para determinar el valor de ITR es la siguiente:

$$\text{ITR} = \frac{-t_r(u)^{0,5}(1 + C/(u)^{0,5})}{\ln[1 - \Delta T_{\text{ea}}(1 + C/(u)^{0,5})/\Delta T_g]}$$

siendo:

- t_r = tiempo de reacción de las boquillas, en segundos;
- u = velocidad del aire en la sección de pruebas del túnel, en m/s, del cuadro 2;
- ΔT_{ea} = temperatura media de activación de la boquilla menos la temperatura ambiente, en $^\circ\text{C}$;
- ΔT_g = temperatura del aire en la sección de pruebas menos la temperatura ambiente, en $^\circ\text{C}$;
- C = factor de conductividad determinado de conformidad a lo prescrito en 4.6.2.2.

4.6.2.4 Determinación de ITR con la orientación menos favorable

La ecuación usada para calcular el ITR con la orientación menos favorable es la siguiente:

$$\text{ITR}_{\text{mf}} = \frac{-t_{r\text{-mf}}(u)^{0,5}[1 + C(\text{ITR}_{\text{mf}}/\text{ITR})/(u)^{0,5}]}{\ln\{1 - \Delta T_{\text{ea}}[1 + C(\text{ITR}_{\text{mf}}/\text{ITR})/(u)^{0,5}]/\Delta T_g\}}$$

siendo:

- $t_{r\text{-mf}}$ = tiempo de reacción de las boquillas en segundos, con la orientación menos favorable.

Todas las variables se conocen en esta etapa gracias a la ecuación que figura en 4.6.2.3, excepto el ITR_{mf} (Índice del tiempo de reacción con la orientación menos favorable), que puede resolverse de forma iterativa mediante la ecuación que figura en el párrafo anterior.

En el caso de boquillas de reacción rápida, si no puede obtenerse la solución para el ITR con la orientación menos favorable, se repetirá la prueba de inmersión con la orientación menos favorable usando las condiciones para la prueba de inmersión que figuran en el cuadro 2 bajo el epígrafe Reacción especial.

4.7 Prueba de exposición al calor [7.7]

4.7.1 Boquillas con ampolla de vidrio (véase 3.9.1)

Las boquillas con ampolla de vidrio que tienen temperaturas nominales de activación iguales o menores de 80°C se calentarán en un baño líquido a partir de una temperatura de $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ hasta $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ por debajo de su temperatura nominal de activación. El índice de incremento de temperatura no excederá de 20°C/min. Se usará aceite para altas temperaturas, tales como el aceite de silicona, para los elementos de activación a alta temperatura.

Esta temperatura se aumentará a continuación a razón de 1°C/min hasta la temperatura en la cual se disuelve la burbuja de gas, o una temperatura 5°C por debajo de la temperatura nominal de activación, si ésta es inferior. Se quitará la boquilla del baño líquido y se enfriará en el aire hasta que se vuelva a formar la burbuja de gas. Durante el periodo de enfriamiento, el extremo más fino de la ampolla de vidrio (extremo sellado) apuntará hacia abajo. Esta prueba se realizará cuatro veces por lo que respecta a cada una de las cuatro boquillas.

4.7.2 Boquillas sin revestimiento (véase 3.9.2) [7.7.2]

Se expondrán 12 boquillas sin revestimiento durante un periodo de 90 días a una temperatura ambiente alta que sea 11°C inferior a la temperatura nominal de activación o a la que aparece en el cuadro 4, si ésta es inferior, pero que no será menor de 49°C. Si la carga de servicio depende de la presión de servicio, se someterá a prueba a las boquillas con arreglo a la presión nominal de trabajo. Tras esta exposición, cuatro de las boquillas serán objeto de las pruebas especificadas en 4.4.1, otras cuatro a las señaladas en 4.5.1, dos a la presión mínima de activación y dos a la presión nominal de trabajo, y otras cuatro a las pruebas prescritas en 3.3. Si las boquillas no superan las prescripciones aplicables de una de las pruebas, se someterá a prueba a otras ocho boquillas adicionales de la misma forma y se las someterá a la prueba que ha resultado infructuosa. Todas las ocho boquillas deberán cumplir con las prescripciones de prueba.

4.7.3 Boquillas con revestimiento (véase 3.9.3) [7.7.3]

Además de la prueba de exposición señalada en 4.7.2 por lo que respecta a las boquillas sin revestimiento, 12 boquillas con revestimiento serán sometidas a la prueba especificada en dicho párrafo, usando las temperaturas que figuran en el cuadro 4 para las boquillas con revestimiento.

La prueba se realizará durante 90 días. Durante este periodo, la muestra será extraída del horno a intervalos de aproximadamente 7 días y será enfriada de 2 a 4 h. Durante este periodo de enfriamiento se examinarán las muestras. Tras la exposición, cuatro de las boquillas serán objeto de las pruebas especificadas en 4.4.1, otras cuatro a la indicada en 4.5.1; dos a la presión mínima de activación y dos a la presión nominal de trabajo, y otras cuatro boquillas serán sometidas a las prescripciones señaladas en 3.3.

Cuadro 4 – Temperaturas de prueba para boquillas con y sin revestimiento

Valores en grados Celsius		
Temperatura nominal de activación	Temperatura de prueba de las boquillas sin revestimiento	Temperatura de prueba de las boquillas con revestimiento
57 a 60	49	49
61 a 77	52	49
78 a 107	79	66
108 a 149	121	107
150 a 191	149	149
192 a 246	191	191
247 a 302	246	246
303 a 343	302	302

4.8 Prueba de choque térmico para las boquillas con ampolla de vidrio (véase 3.10) [7.8]

Antes de iniciar la prueba, se acondicionarán por lo menos 24 boquillas a una temperatura ambiente de 20 a 25°C como mínimo durante 30 min.

Las boquillas se sumergirán en un baño líquido, cuya temperatura será de $10 \pm 2^\circ\text{C}$ por debajo de la temperatura nominal de activación de las boquillas. Tras 5 min, se retirarán las boquillas del baño y se sumergirán inmediatamente en otro baño líquido, con el cierre de la ampolla hacia abajo, a una temperatura de $10 \pm 1^\circ\text{C}$. A continuación se someterá a las boquillas a la prueba especificada en 4.5.1.

4.9 *Prueba de resistencia de los elementos de activación* [7.9]

4.9.1 *Ampollas de vidrio (véase 3.7.1)* [7.9.1]

Se colocarán en un dispositivo de pruebas por lo menos 15 muestras de ampollas a la temperatura nominal más baja para cada tipo de ampolla, usándose el montaje de los rociadores. Cada ampolla será objeto de una fuerza uniforme que se incrementará a razón de 250 N/s como máximo, en la máquina de pruebas hasta que la ampolla se rompa.

Cada prueba se llevará a cabo con la ampolla en un nuevo montaje. El dispositivo de montaje podrá reforzarse exteriormente para impedir su aplastamiento, pero de manera que no interfiera con la rotura de la ampolla.

Se registrará la carga de rotura de cada ampolla. Se calculará el límite mínimo de tolerancia (LT1) de la resistencia de la ampolla. Usando los valores de la carga de servicio que figura en 4.3.1, se calculará el límite máximo de tolerancia (LT2) para la carga de proyecto de la ampolla. Se verificará el cumplimiento de las prescripciones de 3.7.1.

4.9.2 *Elementos fusibles (véase 3.7.2)*

4.10 *Prueba del caudal de agua (véase 3.4.1)* [7.10]

Se montará la boquilla y un manómetro en una tubería de suministro. El caudal de agua se medirá a presiones que van de la presión mínima de funcionamiento a la presión nominal de trabajo a intervalos de aproximadamente 10% de la gama de presiones de servicio, en dos boquillas de muestra. En una serie de pruebas, la presión se aumentará a partir de cero hasta cada valor, y en la serie siguiente, la presión disminuirá a partir de la presión nominal hasta cada valor. Se obtendrá el promedio de la constante de circulación K de cada serie de lecturas, es decir presión en aumento y presión en disminución. Durante la prueba, se corregirán las presiones en razón de las diferencias de altura entre el manómetro y el orificio de salida de la boquilla.

4.11 *Pruebas de distribución del agua y tamaño de la gota*

4.11.1 *Distribución del agua (véase 3.4.2)*

Las pruebas se llevarán a cabo en una cámara de pruebas de dimensiones mínimas de 7 m × 7 m o de 300% de la zona máxima de proyecto sometida a pruebas, si ésta es mayor. En el caso de las boquillas automáticas normales, se instalará una boquilla abierta y cuatro boquillas del mismo tipo formando un cuadrado, a la distancia máxima especificada por el fabricante, en tuberías preparadas a este fin. Por lo que respecta a las boquillas tipo piloto, se instalará una boquilla y a continuación el número máximo de boquillas satélites a la distancia máxima especificada en las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante.

La distancia entre el cielo raso y la lámina de distribución será de 50 mm para las boquillas verticales y de 275 mm para las boquillas suspendidas. Por lo que respecta a las boquillas sin lámina de distribución, las distancias se medirán desde el cielo raso hasta la salida de la boquilla más alta.

Las boquillas empotradas, al ras o de tipo invisible se montarán en un cielo raso falso de 6 m × 6 m como mínimo y se distribuirán simétricamente en la cámara de pruebas. Las boquillas se instalarán directamente en las tuberías horizontales mediante empalmes en "T" o de codo.

Se recogerá la descarga de agua y se medirá su distribución en la zona protegida debajo de una boquilla y entre las múltiples boquillas mediante contenedores cuadrados de medición, nominalmente de 300 mm de lado. La distancia entre las boquillas y el borde superior de los contenedores de medición será la máxima especificada por el fabricante. Los contenedores de medición se colocarán de forma central, debajo de la boquilla única así como debajo de las boquillas múltiples.

Las boquillas descargarán tanto a la presión mínima de funcionamiento y a la presión nominal de trabajo especificadas por el fabricante y a las alturas mínima y máxima de instalación especificadas por éste.

El agua se recogerá por lo menos durante 10 min con objeto de determinar las características del rendimiento de las boquillas.

4.11.2 Tamaño de la gota de agua (véase 3.4.3)

Los diámetros, velocidades, distribución de las gotas por tamaño, densidad y caudal volumétrico medios de las gotas de agua se determinarán tanto a la velocidad de circulación máxima como a la mínima especificadas por el fabricante. Una vez recogida la información, se usará el "Método normalizado para determinar los criterios y el procesamiento de los datos relativos al análisis del tamaño de las gotas de líquido" (ASTM E799-92) con objeto de determinar el oportuno tamaño, anchura y dispersión de la muestra por lo que respecta a la distribución de las gotas. Esta información se recogerá en diversos puntos de la aspersion, tal como se describe en 3.4.3.

4.12 *Pruebas de corrosión* [7.12]

4.12.1 Prueba de tensocorrosión para las partes de bronce de las boquillas (véase 3.11.1)

Se someterán cinco boquillas a la siguiente prueba con hidróxido de amonio. El orificio de entrada de cada boquilla se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo, de plástico.

Las muestras se desengrasarán y se expondrán por 10 días a una mezcla húmeda de aire/amoniaco en un contenedor de vidrio de un volumen de $0,02 \pm 0,01 \text{ m}^3$.

En el fondo del contenedor se mantendrá una solución acuosa de hidróxido de amonio, de una densidad de $0,94 \text{ g/cm}^3$, aproximadamente 40 mm

por debajo del fondo de las muestras. Un volumen de hidróxido de amonio correspondiente a 0,01 m^l por centímetro cúbico del volumen del contenedor dará aproximadamente las siguientes concentraciones atmosféricas: 35% de amoníaco, 5% de vapor de agua y 60% de aire. El orificio de entrada de cada muestra se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo, de plástico.

La mezcla húmeda amoníaco/aire se mantendrá lo más próxima posible a la presión atmosférica, manteniendo la temperatura a $34 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Se dispondrán los medios para que la cámara respire a través de un tubo capilar con objeto de evitar un aumento de presión. Las muestras estarán protegidas contra el goteo de condensación.

Tras la exposición, se enjuagarán y secarán las boquillas y se las examinará cuidadosamente. En caso de observarse fisuras, exfoliación o fallo de alguna de las partes operativas, se someterá a las boquillas a una prueba de resistencia a las fugas a la presión nominal durante 1 min y a la prueba de funcionamiento a la presión mínima de circulación (véase 3.1.5).

Las boquillas que presenten señales de fisuras, exfoliación o fallo de cualquiera de sus partes no operativas no presentarán señales de separación de una de sus partes permanentemente conectadas cuando se las someta a la acción del agua corriente a la presión nominal de trabajo durante 30 min.

4.12.2 Fisuración por tensocorrosión de las partes de acero inoxidable de las boquillas (véase 3.11.1)

4.12.2.1 Se expondrán a una solución de cloruro de magnesio cinco muestras que serán desengrasadas antes de ser sometidas a esta prueba.

4.12.2.2 Las partes que se usan en las boquillas se colocarán en un frasco de 500 m^l provisto de un termómetro y de un condensador húmedo, de aproximadamente 760 mm de longitud. Se llenará el frasco aproximadamente hasta la mitad con una solución de cloruro de magnesio al 42% en peso, se colocará en un soporte eléctrico controlado por termostato y se mantendrá a una temperatura de ebullición de $150 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Las partes estarán sueltas, es decir, no formarán parte del montaje de la boquilla. La exposición se hará durante 500 h.

4.12.2.3 Una vez finalizado el periodo de exposición las muestras de prueba se retirarán de la solución de cloruro de magnesio en ebullición y se enjuagarán en agua desionizada.

4.12.2.4 A continuación se examinarán las muestras de prueba usando un microscopio de 25 aumentos para detectar toda fisura, exfoliación, u otra degradación resultante de la prueba. Las muestras que exhiban degradación serán sometidas a las pruebas descritas en 4.12.2.5 ó 4.12.2.6, según sea oportuno. Las muestras de prueba que no exhiban degradación alguna se considerarán aceptables y no serán sometidas a otras pruebas.

4.12.2.5 Las partes operativas que exhiban degradación serán sometidas a las siguientes pruebas. Cinco nuevos juegos de partes se montarán en marcos de boquillas contruidos de materiales que no alteren los efectos corrosivos de la solución de cloruro de magnesio en las partes de acero inoxidable. Estas muestras de prueba serán desengrasadas y expuestas a la solución de cloruro de magnesio que se especifica en 4.12.5.2. Una vez finalizada la exposición, las muestras de prueba serán sometidas a una prueba de presión hidrostática igual a la presión nominal de trabajo durante 1 min, tras la cual no presentarán fugas, y a continuación serán sometidas a la prueba de funcionamiento, a la presión mínima de funcionamiento, de conformidad con lo prescrito en 4.5.1.

4.12.2.6 Las partes no operativas que presenten señales de degradación serán sometidas a las siguientes pruebas. Cinco nuevos juegos de partes se montarán en marcos de boquillas contruidos de materiales que no alteren los efectos corrosivos de la solución de cloruro de magnesio en las partes de acero inoxidable. Estas muestras de prueba se desengrasarán y se expondrán a una solución de cloruro de magnesio tal como se indica en 4.12.2.1. Una vez finalizada la exposición, las muestras de prueba serán sometidas a una presión de circulación igual a la presión nominal de trabajo durante 30 min, sin que se separe ninguna pieza permanentemente conectada.

4.12.3 Prueba de corrosión por dióxido de azufre (véase 3.11.2 y 3.14.2)

Se someterá a 10 boquillas a la siguiente prueba de corrosión por dióxido de azufre. El orificio de entrada de cada muestra se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo, de plástico.

El equipo de prueba consistirá en un recipiente de 5 l de capacidad (en vez de éste podrán usarse otros recipientes con capacidad de hasta 15 l, en cuyo caso se aumentarán proporcionalmente las cantidades de sustancias químicas que se indican a continuación) fabricado de vidrio termorresistente, con una tapa resistente a la corrosión de forma tal que prevenga el goteo de condensación en las boquillas. El recipiente se calentará por la base, con medios eléctricos, y contará con un serpentín de enfriamiento alrededor de sus paredes. Un sensor de temperatura colocado de forma central, 160 mm \pm 20 mm por encima del fondo del recipiente regulará el calor, de modo que la temperatura en el interior del recipiente de vidrio sea de 45 \pm 3°C. Durante la prueba, el agua circulará por el serpentín de enfriamiento con el caudal suficiente para mantener la temperatura del agua de descarga por debajo de los 30°C. Esta combinación de calentamiento y enfriamiento fomentará la condensación en la superficie de las boquillas. Las boquillas de muestra estarán protegidas contra el goteo de condensación.

Las boquillas sometidas a prueba se suspenderán en su posición normal de montaje debajo de la tapa dentro del recipiente y se las someterá a una

atmósfera corrosiva de dióxido de azufre durante ocho días. La atmósfera corrosiva se obtendrá al introducir la solución resultante de disolver 20 g de cristales de tiosulfato sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$) en 500 ml de agua.

Durante seis días, como mínimo, del periodo de exposición de ocho días, se agregará a régimen constante 20 ml de ácido sulfúrico diluido, consistente en 156 ml de H_2SO_4 normal (0,5 mol/l) diluido en 844 ml de agua. Tras ocho días, se retirarán las boquillas del recipiente y se las secará de cuatro a siete días a una temperatura que no exceda de 35°C , y con una humedad relativa inferior al 70%.

Tras el periodo de secado, se someterá a cinco boquillas a una prueba de funcionamiento a la presión mínima de funcionamiento de conformidad con lo estipulado en 4.5.1 y otras cinco boquillas se someterán a la prueba de calentamiento dinámico de conformidad con lo prescrito en 3.14.2.

4.12.4 Prueba de corrosión por niebla salina (véase 3.11.3 y 3.14.2) [7.12.3]

4.12.4.1 Boquillas para atmósferas normales

Se expondrá a 10 boquillas a una niebla salina en una cámara de nebulización. El orificio de entrada de cada muestra se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo, de plástico.

Durante la exposición a la corrosión, el orificio roscado de entrada se obturará con una tapa plástica una vez que las boquillas se hayan llenado con agua desionizada. La solución salina será al 20% en masa de una solución de cloruro de sodio en agua destilada. La medida de pH será de entre 6,5 y 3,2 y la densidad de entre 1,126 g/ml y 1,157 g/ml, cuando se la atomiza a 35°C . Se proporcionarán medios adecuados para controlar la atmósfera en la cámara. Las muestras se apoyarán en su posición normal de funcionamiento y se expondrán a la niebla salina en una cámara cuyo volumen será como mínimo de $0,43 \text{ m}^3$, y en la cual la zona de exposición se mantendrá a una temperatura de $35 \pm 2^\circ\text{C}$. La temperatura se registrará como mínimo una vez al día, por lo menos cada 7 h (excepto los fines de semana y feriados cuando normalmente no se abre la cámara). La solución salina será suministrada desde un depósito de recirculación a través de boquillas aspiradoras, a una presión de entre 0,7 bar (0,07 MPa) y 1,7 bar (0,17 MPa). La solución salina que se escurra de las muestras expuestas será recogida y no volverá al depósito para su recirculación. Las boquillas de muestra estarán protegidas contra el goteo de condensación.

Se recogerá niebla de dos puntos como mínimo de la zona de exposición con objeto de determinar el régimen de aplicación y la concentración de sal. La niebla será tal que por cada 80 cm^2 de zona de recolección se recogerán de 1 ml a 2 ml de solución por hora durante un periodo de 16 h y la concentración salina será del $20 \pm 1\%$ en masa.

Las boquillas se expondrán a la niebla salina por un periodo de 10 días. Tras este periodo, se retirarán las boquillas de la cámara de nebulización y

se las secará durante 4 a 7 días a una temperatura de 20 a 25°C en una atmósfera que tenga una humedad relativa inferior al 70%. Tras este periodo de secado, se someterá a cinco boquillas a la prueba de funcionamiento con la presión mínima de funcionamiento, de conformidad con lo prescrito en 4.5.1 y otras cinco boquillas se someterán a la prueba de calentamiento dinámico de conformidad con lo prescrito en 3.14.2.

4.12.4.2 Boquillas para atmósferas corrosivas [7.12.3.2]

Se someterá a cinco boquillas a las pruebas señaladas en 4.12.3.1, excepto que la duración de la exposición a la niebla salina se extenderá de 10 a 30 días.

4.12.5 Prueba de exposición al aire húmedo (véase 3.11.4 y 3.14.2) [7.12.4]

Se expondrá a 10 boquillas a una atmósfera de temperatura y humedad altas con una humedad relativa del $98 \pm 2\%$ y una temperatura de $95 \pm 4^\circ\text{C}$. Las boquillas se instalarán en un colector de tubería que contenga agua desionizada. El colector se colocará en el recinto con temperatura y humedad altas durante 90 días. Tras este periodo, se retirarán las boquillas del recinto y se las secará durante 4 a 7 días a una temperatura de $25 \pm 5^\circ\text{C}$ en una atmósfera con una humedad relativa inferior al 70%. Tras este periodo de secado, se someterá a cinco boquillas a la prueba de funcionamiento con la presión mínima de funcionamiento, de conformidad con lo prescrito en 4.5.1 y otras cinco boquillas se someterán a la prueba de calentamiento dinámico de conformidad con lo estipulado en 3.14.2.

Nota: El fabricante podrá optar por proporcionar muestras adicionales para esta prueba con objeto de facilitar la comprobación temprana de fallos. Las muestras adicionales podrán retirarse de la cámara de pruebas a intervalos de 30 días, para ser objeto de comprobaciones.

4.13 Pruebas del revestimiento de las boquillas [7.13]

4.13.1 Prueba de evaporación (véase 3.12.1) [7.13.1]

Se colocará una muestra de 50 cm³ de cera o bitumen en un recipiente cilíndrico de metal o vidrio, de fondo plano, con un diámetro interior de 55 mm y una altura interior de 35 mm. El recipiente, sin tapa, se colocará en un horno eléctrico controlado automáticamente con circulación de aire. La temperatura del horno se controlará a 16°C por debajo de la temperatura nominal de activación de la boquilla, pero no por debajo de 50°C. La muestra se pesará antes y después de la exposición durante 90 días con objeto de determinar cualquier pérdida de materia volátil. La muestra deberá cumplir las prescripciones indicadas en 3.12.1.

4.13.2 Prueba de baja temperatura (véase 3.12.2) [7.13.2]

Se someterá a cinco boquillas, revestidas por los métodos normales de producción, ya sea con cera, bitumen o metal, a una temperatura de -10°C por un periodo de 24 h. Al retirarlas del gabinete de baja temperatura, las boquillas se expondrán a la temperatura ambiente como mínimo durante 30 min antes de examinar su revestimiento con objeto de comprobar que cumple las prescripciones de 3.12.2.

4.14 *Prueba de resistencia al calor* (véase 3.15) [7.14]

Se calentará un cuerpo de boquilla en un horno a 800°C por un periodo de 15 min, con la boquilla en su posición normal de instalación. El cuerpo de la boquilla se retirará del horno, manipulándose por el tubo roscado de entrada, y se sumergirá rápidamente en un baño de agua a una temperatura de aproximadamente 15°C . Deberá cumplir con las prescripciones indicadas en 3.15.

4.15 *Prueba del golpe de ariete* (véase 3.13) [7.15]

Se conectarán cinco boquillas, en su posición normal de funcionamiento, al equipo de prueba. Una vez purgado el aire de las boquillas y del equipo de pruebas, se generarán 3 000 ciclos de presión, con una variación de 4 ± 2 bar ($0,4 \pm 0,2$ MPa) al doble de la presión nominal de trabajo. La presión se aumentará desde 4 bares al doble de la presión nominal a razón de 60 ± 10 bar/s. Se generarán por lo menos 30 ciclos de presión por minuto. La presión se medirá con un transductor eléctrico de presión.

Durante la prueba se examinará visualmente cada boquilla para comprobar si presenta fugas. Una vez finalizada la prueba, cada boquilla cumplirá con las prescripciones sobre resistencia a las fugas prescritas en 3.8.1 y la prescripción de funcionamiento de 3.5.1, a la presión mínima de funcionamiento.

4.16 *Prueba de vibración* (véase 3.16) [7.16]

4.16.1 Se instalarán verticalmente cinco boquillas en una mesa de vibración. Se las someterá a vibraciones sinusoidales a temperatura ambiente. La dirección de la vibración será a lo largo del eje de la rosca conectora.

4.16.2 Las boquillas serán sometidas a vibraciones de forma continua desde 5 Hz a 40 Hz a razón de 5 min/octava y a una amplitud de 1 mm (la mitad del valor de cresta a cresta). Si se detecta uno o más puntos de resonancia tras haber alcanzado los 40 Hz, se someterá a las boquillas a vibraciones correspondientes a cada una de estas frecuencias de resonancia durante 120 h/número de resonancias. Si no se detectan resonancias, se continuará por 120 h con las vibraciones de 5 Hz a 40 Hz.

4.16.3 A continuación se someterá a las boquillas a la prueba de resistencia a las fugas de conformidad con lo estipulado en 3.8.1 y a la prueba de funcionamiento de conformidad con lo prescrito en 3.5.1, a la presión mínima de funcionamiento.

4.17 *Prueba de choque* (véase 3.17) [7.17]

Se someterá a prueba a cinco boquillas sobre las cuales se dejará caer una masa a lo largo de la línea axial del conducto de agua. La energía cinética de la masa en el punto de impacto será equivalente a una masa igual a la de la boquilla de prueba si se deja caer desde una altura de 1 m (véase la figura 2). Se impedirá que la masa golpee más de una vez cada boquilla.

Tras la prueba se examinará visualmente cada boquilla, la que no deberá presentar señales de fractura, deformación u otra deficiencia. Si no se detecta ninguna, las boquillas serán sometidas a la prueba de resistencia a las fugas descrita en 4.4.1. Tras la prueba, cada muestra deberá cumplir con las prescripciones de la prueba de funcionamiento indicada en 4.5.1, a una presión igual a la presión mínima de flujo.

4.18 *Prueba de descarga lateral* (véase 3.18) [7.19]

Se descargará agua de una boquilla de rociador a la presión mínima de funcionamiento y a la presión nominal de trabajo. Una segunda boquilla automática ubicada a la distancia mínima indicada por el fabricante se montará en una tubería paralela a la tubería que descarga agua.

Los orificios o láminas de distribución de la boquilla (en caso de usarse estas últimas), se colocarán a 550 mm, 356 mm y 152 mm debajo de un cielo raso plano y liso con objeto de llevar a cabo tres pruebas respectivamente a cada presión de prueba. Se colocará la parte superior de una bandeja cuadrada de 305 mm de lado y 102 mm de profundidad a 152 mm debajo del elemento termorreactor en cada una de las pruebas. Se llenará la bandeja con 0,47 l de heptano. Una vez producida su ignición, la boquilla automática funcionará antes de que se consuma el heptano.

4.19 *Prueba de resistencia a las fugas durante 30 días*
(véase 3.19) [7.20]

Se instalarán cinco boquillas en una tubería de prueba llena de agua que se mantendrá a una presión constante igual al doble de la presión nominal de trabajo durante 30 días y a una temperatura ambiente de $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

Se inspeccionarán visualmente las boquillas por lo menos una vez por semana para comprobar si presentan fugas. Una vez finalizada esta prueba de 30 días, todas las muestras cumplirán con las prescripciones relativas a la resistencia a las fugas que se especifican en 3.2.4 y no presentarán señales de distorsión u otro daño mecánico.

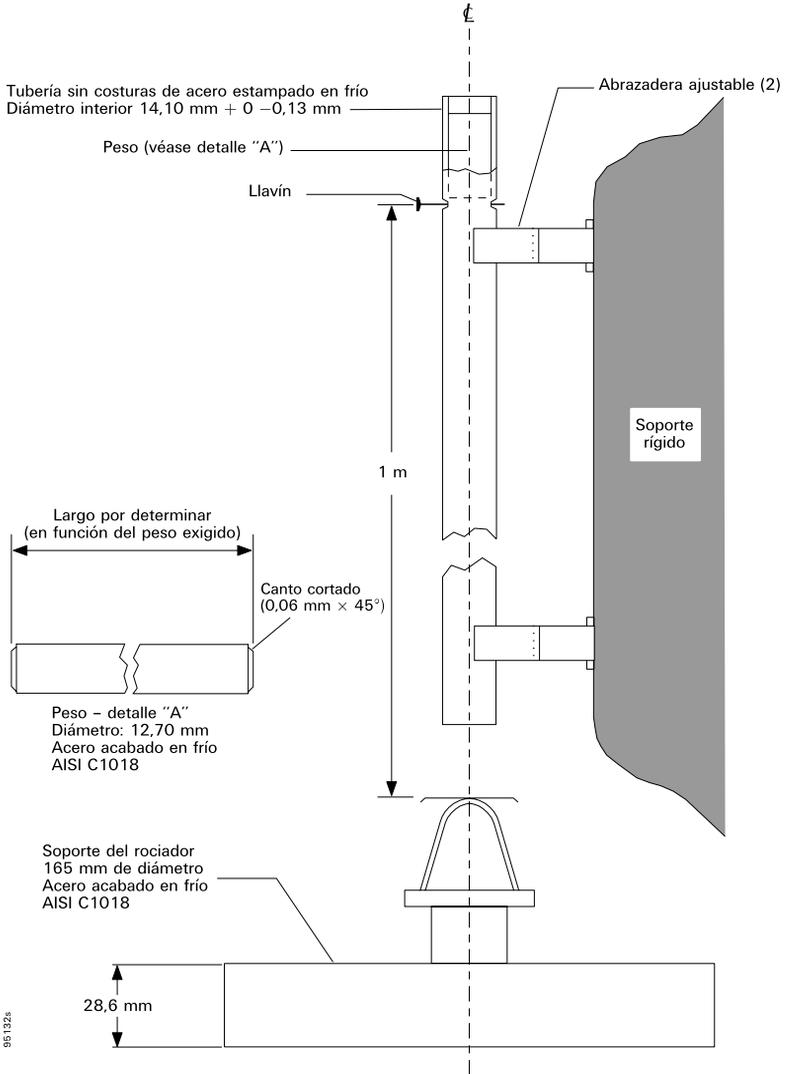


Figura 2 - Aparato para la prueba de choque

4.20 Prueba de vacío (véase 3.20) [7.21]

Se someterá a tres boquillas a un vacío de 460 mm de mercurio aplicados a la entrada de la boquilla durante 1 min, a una temperatura ambiente de $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Una vez finalizada esta prueba, se examinará cada muestra con objeto de verificar que no ha tenido lugar distorsión o daño mecánico alguno y que en consecuencia cumple con las prescripciones de resistencia a las fugas especificadas en 4.4.1.

4.21 Prueba de obstrucción (véase 3.22) [7.28]

4.21.1 Se medirá a la presión nominal de trabajo la velocidad de circulación del agua en una boquilla de nebulización con su colador o filtro. La boquilla y el colador o filtro se instalarán en un aparato de prueba, que se describe en la figura 3, y serán objeto durante 30 min a una corriente continua a la presión nominal de trabajo, usándose agua contaminada preparada de conformidad con lo estipulado en 4.21.3.

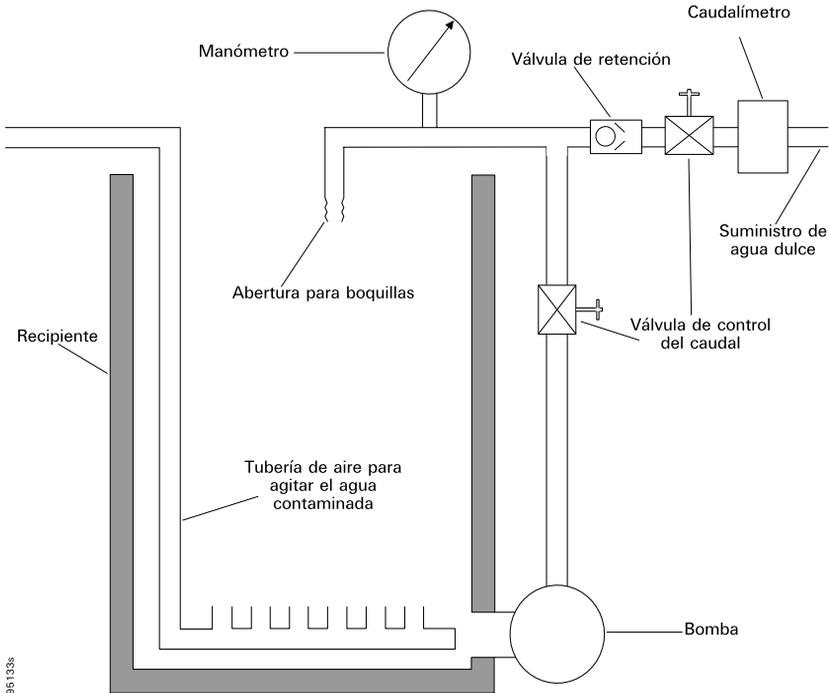


Figura 3 - Aparato para la prueba de obstrucción

4.21.2 Inmediatamente finalizado el periodo de 30 min de corriente continua con agua contaminada, se medirá la presión hidráulica de la boquilla y del colador o filtro, a la presión nominal de trabajo. Durante la prueba no se permitirá el desmontaje, limpieza o descarga de la boquilla, el filtro o el colador.

4.21.3 El agua usada durante los 30 min de corriente continua a la presión nominal de trabajo especificada en 4.21.1 consistirá en 60 l de agua corriente en la que se ha mezclado 1,58 kg de contaminantes cuyo granulado se describe en el cuadro 5. Durante la prueba, se agitará continuamente la solución.

Cuadro 5 – Contaminantes para la prueba del ciclo de agua contaminada

Designación del cedazo ¹	Tamaño nominal del cedazo (mm)	Gramos de contaminante ($\pm 5\%$) ²		
		Óxido de tuberías	Tierra	Arena
No. 25	0,706	–	456	200
No. 50	0,297	82	82	327
No. 100	0,150	84	6	89
No. 200	0,074	81	–	21
No. 325	0,043	153	–	3
	TOTAL	400	544	640

¹ La clasificación del cedazo corresponde a las señaladas en la norma para los cedazos de tela metálica con fines de prueba, ASTM E11-87, CENCO-MEINZEN, tamaños de malla de 25, 50, 100, 200 y 325, que corresponden a la designación numérica en el cuadro, y que cumplen con la norma ASTM E11-87.

² Podrá reducirse en un 50% la cantidad de contaminantes en el caso de boquillas que solamente se usan con tuberías de cobre o acero inoxidable y en 90% en el caso de boquillas que tienen una presión nominal de 50 bares o más y que se usan solamente con tuberías de acero inoxidable.

5 Marcado de la boquilla de nebulización

5.1 Generalidades

Toda boquilla que cumpla las prescripciones de la presente norma estará marcada de forma permanente con:

- a) la marca de fábrica o el nombre del fabricante;
- b) la identificación del modelo;
- c) la identificación de la fábrica. Esto se exigirá solamente si el fabricante tiene más de una fábrica de boquillas;
- d) el año nominal de fabricación (solamente boquillas automáticas)*;
- e) la temperatura nominal de activación (solamente boquillas automáticas)[†]; y

* El año de fabricación puede incluir los últimos tres meses del año precedente y los primeros seis meses del año siguiente. Sólo será necesario indicar las últimas dos cifras.

[†] Excepto por lo que se refiere a las boquillas con revestimiento y laminadas, la gama de temperaturas nominales de activación estará cromocodificada en la boquilla con objeto de identificar el valor nominal. El código de colores será visible en los brazos de la horquilla que sostiene la lámina de distribución de las boquillas de elemento fusible y estará indicado por el color del líquido en las ampollas de vidrio. El valor nominal de la temperatura se acuñará o moldeará en el elemento fusible de las boquillas que los utilicen. Todas las boquillas serán acuñadas, moldeadas, grabadas o cromocodificadas de manera tal que se reconozca la temperatura nominal aun en caso de que la boquilla se haya activado. Esto estará de conformidad con lo estipulado en el cuadro 1.

- f) el factor K . Esto solamente se exige si un modelo de boquilla está disponible con distintos tamaños de orificio.

En aquellos países donde se exija la cromocodificación de los brazos de la horquilla de las boquillas de ampolla de vidrio, se usará el código de colores para las boquillas con elementos fusibles.

5.2 *Envuelta de las boquillas*

Las envueltas empotradas, de haberlas, estarán marcadas para ser usadas con las boquillas correspondientes, a menos que la envuelta sea una parte no removible de la boquilla.

Apéndice B

Método de prueba provisional para los ensayos de exposición al fuego de los sistemas equivalentes de extinción de incendios a base de agua para los espacios de máquinas de categoría A y las cámaras de bombas de carga

1 Alcance

Este método de ensayo está destinado a evaluar la eficacia de los sistemas de extinción de incendios a base de agua de inundación total (protección del volumen) de las cámaras de máquinas de categoría A y las cámaras de bombas de carga. Con objeto de establecer las situaciones de incendio posibles en distintas cámaras de máquinas, en el cuadro 1 se ofrece una clasificación de los diversos tipos de máquinas.

El método de ensayo abarca las prescripciones mínimas de extinción de incendios y de prevención de la reignición de incendios en las cámaras de máquinas.

Cuadro 1 – Clasificación de cámaras de máquinas de categoría A

Clase	Características típicas de la máquina	Volumen típico neto	Presión y flujo típicos del aceite en el sistema de combustible y lubricación
1	Cámaras de máquinas auxiliares, máquinas principales pequeñas o de purificadores, etc.	500 m ³	Combustible: Baja presión 0,15–0,20 kg/s a 3–6 bares Alta presión 0,02 kg/s a 200–300 bares Aceite de lubricación: 3–5 bares Aceite hidráulico: 150 bares
2	Máquinas propulsoras diesel en buques de porte medio como los transbordadores	3 000 m ³	Combustible: Baja presión 0,4–0,6 kg/s a 3–8 bares Alta presión 0,030 kg/s a 250 bares Aceite lubricante: 3–5 bares Aceite hidráulico: 150 bares
3	Máquinas principales diesel en buques de gran porte como petroleros y portacontenedores	> 3 000 m ³	Combustible: Baja presión 0,7–1,0 kg/s a 3–8 bares Alta presión 0,20 kg/s Aceite lubricante: 3–5 bares Aceite hidráulico: 150 bares

Dicho método se elaboró para los sistemas que utilizan boquillas montadas en el techo. La utilización de boquillas adicionales para proteger de riesgos específicos mediante aplicación directa no está permitida. No obstante, si se encuentran referencias en las instrucciones de instalación y proyecto del fabricante, podrán instalarse boquillas adicionales a lo largo del perímetro del compartimiento para proteger las aberturas.

2 **Ámbito de aplicación**

El método de ensayo es aplicable a los sistemas de extinción de incendios a base de agua que se utilizarán como variantes de los sistemas de extinción de incendios, según lo prescrito en la regla II-2/7 del SOLAS. Para la instalación del sistema, las boquillas se instalarán de modo que brinden protección para la totalidad del volumen de riesgo (inundación total). Las especificaciones para la instalación proporcionadas por el fabricante deberán incluir la distancia máxima entre boquillas, la altura máxima de la envuelta, la distancia de las boquillas bajo el techo, el volumen máximo de la envuelta y la condición máxima de ventilación.

3 **Muestras**

El fabricante debe suministrar los componentes que se van a someter a ensayo, junto con los criterios de proyecto e instalación, instrucciones de manejo, dibujos y datos técnicos suficientes para la identificación de los componentes.

4 **Método de ensayo**

4.1 *Principio*

Este procedimiento de prueba permite determinar la eficacia de distintos sistemas de extinción a base de agua en casos de incendios de chorro, de cascada, de charco y de clase A, obstruidos por una maqueta de máquina.

4.2 *Aparatos*

4.2.1 Modelo de máquina

La prueba del incendio se llevará a cabo en un aparato constituido por:

- .1** una maqueta de la máquina, de 1 m × 3 m × 3 m (anchura × longitud × altura), construida con chapa de acero de 5 mm de espesor nominal. La maqueta lleva dos tubos de acero de 0,3 m de diámetro y 3 m de longitud que simulan los colectores de escape y una rejilla. En la parte superior de la maqueta se dispone una bandeja de 3 m². Véase la figura 2;
- .2** un sistema de placa de piso de 4 m × 6 m × 0,5 m de altura que circunda la maqueta con tres bandejas de 2, 2, y 4 m², con una superficie total de 8 m² por debajo. Véase la figura 2.

4.2.2 Sala de prueba

.1 Clase 1 - Cámara de máquinas

La prueba debe llevarse a cabo en una sala de 100 m^2 , con altura hasta el cielo raso de 5 m y ventilación a través de un vano de puerta de $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$. Los incendios y las maquetas de máquinas se ajustarán a lo indicado en los cuadros 2, 3 y figura 1.

.2 Clases 2 y 3 - Cámara de máquinas

La prueba debe llevarse a cabo en una sala de prueba con una superficie mínima de 300 m^2 y una altura hasta el cielo raso superior a 10 m y sin limitaciones en cuanto al suministro de aire para el incendio sometido a prueba.

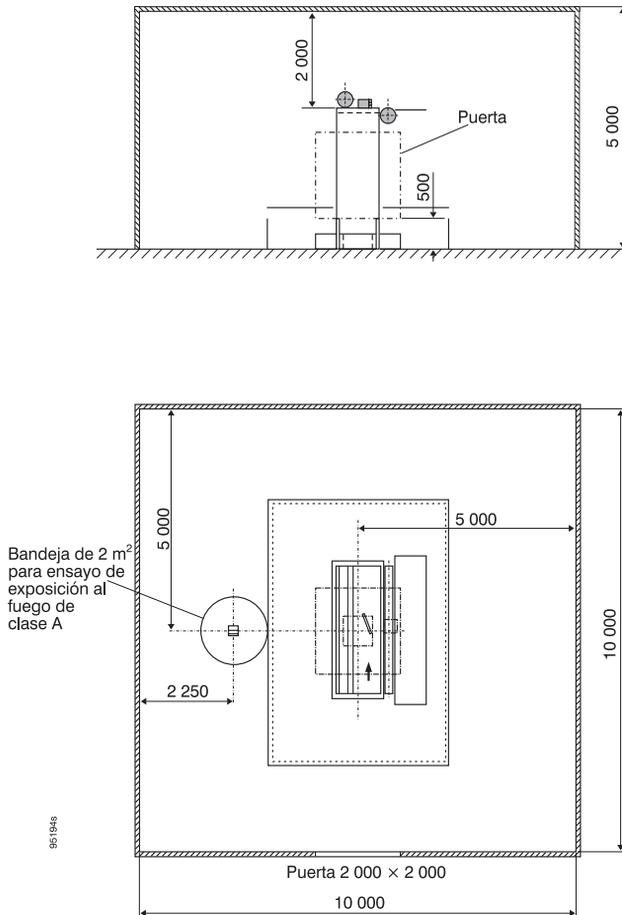


Figura 1

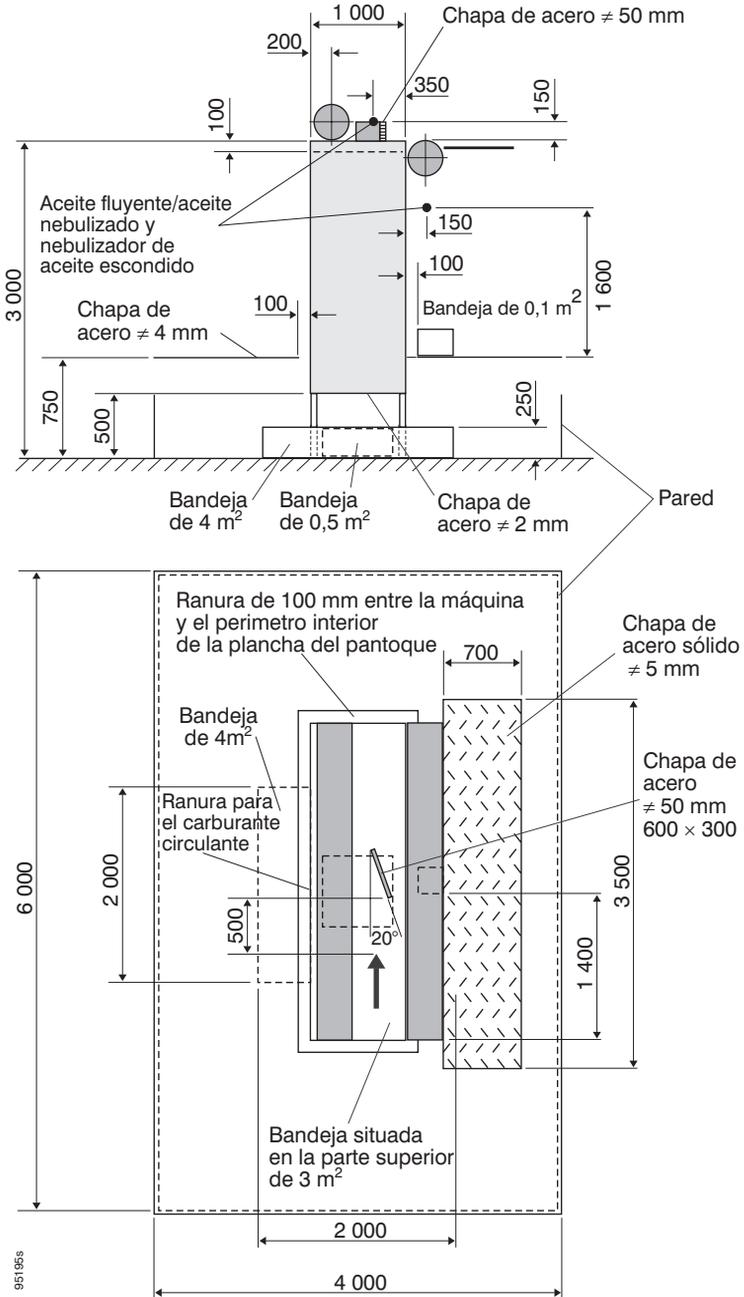
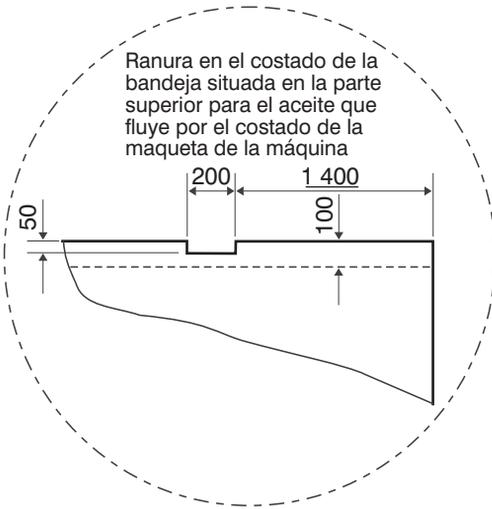
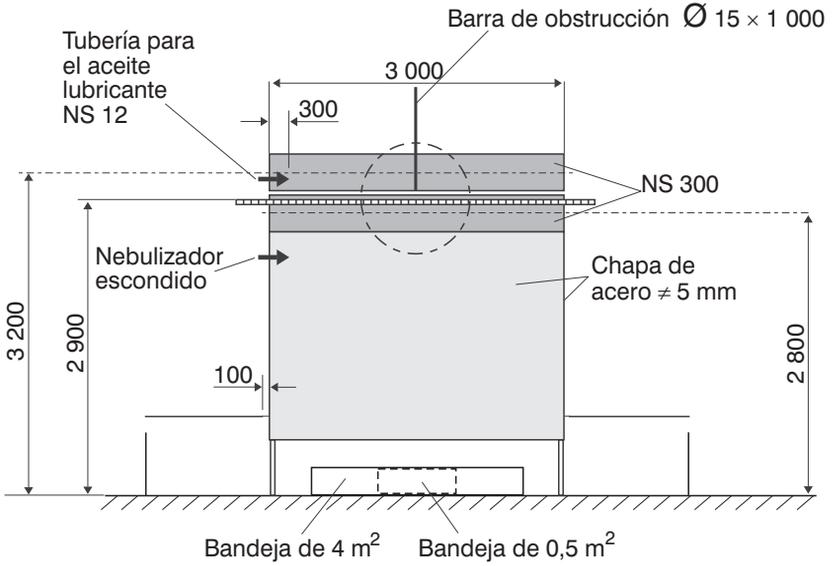


Figura 2



951965

Figura 3

Cuadro 2 – Programa de ensayos

Ensayo N°	Situaciones de incendio posibles	Combustible utilizado en el ensayo
1	Aceite nebulizado horizontalmente a baja presión en la parte superior de la máquina simulada entre las boquillas del agente extintor	Fueloil comercial o aceite diesel ligero
2	Aceite nebulizado a baja presión en la parte superior de la máquina simulada, centrada con la boquilla en un ángulo ascendente de 45° para caer en una barra de 12 - 15 mm de diámetro a 1 m de distancia	Fueloil comercial o aceite diesel ligero
3	Incendio de aceite nebulizado horizontalmente a baja presión escondido en el lado de la máquina con la boquilla de nebulización del aceite situada a 0,1 m enfrente del extremo de la máquina	Fueloil comercial o aceite diesel ligero
4	Combinación de los peores incendios de aceite nebulizado de los ensayos 1-3 e incendios en bandejas debajo (4 m ²) y en la parte superior de la máquina simulada (3 m ²)	Fueloil comercial o aceite diesel ligero
5	Incendio de aceite nebulizado horizontalmente a alta presión en la parte superior de la máquina simulada	Fueloil comercial o aceite diesel ligero
6	Incendio de aceite nebulizado horizontalmente a presión y flujo bajos escondido al lado de la máquina simulada, con la boquilla de nebulización del aceite situada a 0,1 m enfrente del extremo de la máquina y con una bandeja de 0,1 m ² situada a 1,4 m enfrente del extremo de la máquina, en el borde interior de la chapa del piso	Fueloil comercial o aceite diesel ligero
7	0,5 m ² centrado bajo la maqueta	Heptano
8	0,5 m ² centrado bajo la maqueta	SAE 10W30 aceite lubricante con base de aceite mineral
9	0,1 m ² en la parte superior de la plancha de pantoque bajo la chapa de escape	Heptano
10	Incendio de aceite fluente de 0,25 kg/s desde la parte superior de la maqueta. Véase la figura 3	Heptano
11	Incendios de clase A en un incendio de charco de 2 m ² con 30 s de precombustión (véase nota). La bandeja de prueba deberá situarse a 0,75 m sobre el piso como se muestra en la figura 2	Heptano
12	Una chapa de acero (30 cm x 60 cm x 5 cm) desviada 20° con respecto al nebulizador, calentada a 350°C en la parte superior, mediante un nebulizador de bajo flujo y baja presión: colocado horizontalmente a 0,5 m del borde frontal de la chapa. Cuando la chapa alcanza 350°C se activa el sistema. Después de la desactivación del sistema no se permite la reignición	Heptano
13	Bandeja de 4 m ² bajo la maqueta	Fueloil comercial o aceite diesel ligero

Nota: El armazón de madera pesará de 5,4 a 5,9 kg y sus dimensiones serán aproximadamente 305 mm × 305 mm × 305 mm. El armazón se compondrá de ocho capas alternas de cuatro bandejas de 38,1 mm × 38,1 mm con madera de picea o abeto de 305 mm de longitud. Las capas alternas de la madera se colocarán en ángulo recto con respecto a las capas adyacentes. Los trozos de madera de cada capa se espaciarán homogéneamente a lo largo de la capa anterior de trozos de madera y se grapará. Una vez que se haya montado el armazón de madera, se acondicionará a una temperatura de 49 ± 5°C durante un periodo que no será inferior a 16 h. Después del acondicionamiento, se medirá el contenido de humedad del armazón con un higrómetro tipo sonda. El contenido de humedad del armazón no excederá del 5% en relación con el contenido anterior al ensayo de exposición al fuego.

**Cuadro 3 – Parámetros de prueba de incendio
con nebulizador de aceite**

Cámara de máquinas de categoría A – Clases 1 a 3			
Tipo de incendio	Presión baja	Presión baja Flujo reducido	Presión alta
Boquilla nebulizadora	Ángulo de nebulización amplio (120° a 125°) tipo completamente cónico	Ángulo de nebulización amplio (80°) tipo completamente cónico	Ángulo normal (a 6 bares) tipo completamente cónico
Presión nominal del aceite	8 bares	8,5 bares	150 bares
Flujo del aceite	0,16 ± 0,01 kg/s	0,03 ± 0,005 kg/s	0,050 ± 0,002 kg/s
Temperatura del aceite	20 ± 5°C	20 ± 5°C	20 ± 5°C
Velocidad nominal del desprendimiento de calor	5,8 ± 0,6 MW	1,1 ± 0,1 MW	1,8 ± 0,2 MW

4.3 Sistema de extinción

La instalación del sistema de extinción se hará de conformidad con las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante. La distancia vertical máxima se limita a 5 m. Cuando la profundidad de las sentinas sea superior a 0,75 m se instalarán boquillas en ellas, conforme a las recomendaciones que el fabricante haya elaborado en función de pruebas de incendio representativas.

4.4 Procedimiento

4.4.1 Ignición

La(s) bandeja(s) utilizada(s) para la prueba debe(n) llenarse con 30 mm de aceite por lo menos, sobre una base de agua. La altura entre el líquido y el borde superior de la bandeja será de 150 ± 10 mm.

4.4.2 Mediciones del flujo y la presión (sistema del aceite)

Antes de cada prueba se medirán la presión y el flujo del sistema de aceite. La presión del aceite se medirá también durante el ensayo.

4.4.3 Mediciones del flujo y la presión (sistema de extinción)

Durante el ensayo, y a intervalos no superiores a 5 s, se medirán continuamente la presión y el flujo del agente extintor del sistema en el lado de alta presión de una bomba o equipo equivalente. Asimismo, se puede determinar el flujo mediante la presión y el factor *K* de las boquillas.

4.4.4 Duración de la prueba

Tras la ignición de todas las fuentes de combustible, se requiere un periodo de precombustión antes de descargar el agente extintor de 2 min para los incendios de bandeja de aceite, y de 5 a 15 s para los de aceite nebulizado y heptano, y de 30 s para el ensayo de exposición al fuego de clase A (ensayo N^o 11).

El agente extintor se descargará durante un periodo equivalente al 50% del tiempo de descarga recomendado por el fabricante o durante 15 min, si este valor es menor. Cuando se utilice aceite nebulizado, su suministro será interrumpido 15 s después de terminar la descarga del agente extintor.

4.4.5 Observaciones antes y durante la prueba

Antes de la prueba se medirá la temperatura de la cámara de prueba, el combustible y el modelo:

Durante el ensayo se registrarán los siguientes datos:

- .1 comienzo del procedimiento de ignición;
- .2 comienzo de la prueba (ignición);
- .3 momento de la activación del sistema de extinción;
- .4 momento de la extinción del incendio, si así ocurre;
- .5 momento de parada del sistema de extinción;
- .6 momento de la reignición, si se produce;
- .7 momento en que se interrumpe la circulación del aceite para un incendio de aceite nebulizado; y
- .8 momento en que concluye la prueba.

4.4.6 Observaciones después de la prueba

- .1 daños sufridos por cualquiera de los componentes del sistema;
- .2 nivel del aceite en la(s) bandeja(s) para establecer que no hubo ninguna limitación de combustible durante la prueba;
- .3 temperatura de la cámara, el combustible y el modelo.

5 Criterios de clasificación

Al final de la descarga de los medios de extinción de incendios a base de agua y combustible en cada prueba, no deberá haber reignición o propagación de las llamas.

6 Informe de la prueba

El informe sobre la prueba incluirá los siguientes datos:

- .1** nombre y dirección del laboratorio encargado del ensayo;
- .2** fecha y número de identificación del informe de la prueba;
- .3** nombre y dirección del cliente;
- .4** finalidad de la prueba;
- .5** método de muestreo;
- .6** nombre y dirección del fabricante o proveedor del producto;
- .7** nombre u otras marcas de identificación del producto;
- .8** descripción del producto sometido a prueba:
 - dibujos,
 - descripciones,
 - instrucciones de montaje,
 - especificación de los materiales incluidos,
 - dibujo detallado de los elementos para la prueba;
- .9** fecha en que se suministró el producto;
- .10** fecha de la prueba;
- .11** método de la prueba;
- .12** dibujo de cada configuración para la prueba;
- .13** características medidas de la boquilla;
- .14** identificación del equipo de prueba e instrumental utilizados;
- .15** conclusiones;
- .16** desviaciones del método de prueba, si las hubiere;
- .17** resultados de la prueba incluidas observaciones durante y después de la prueba;
- .18** fecha y firma.

MSC/Circ.670
(5 enero 1995)

Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de alta expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios

1 El Comité de Seguridad Marítima en su 64° periodo de sesiones (5 al 9 de diciembre de 1994), aprobó las “Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de alta expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios” que figuran en el anexo.

2 Se recomienda a los Gobiernos Miembros que se aseguren de que los ensayos de homologación y las verificaciones periódicas de los concentrados de espuma de alta expansión se llevan a cabo de conformidad con las directrices adjuntas.

Anexo

Directrices para la aplicación de criterios de eficacia y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de alta expansión empleados en los sistemas fijos de extinción de incendios

1 Generalidades

1.1 *Ámbito de aplicación*

Las presentes directrices son aplicables a los concentrados de espuma que se utilizan en los sistemas fijos de extinción de incendios a base de espuma de alta expansión a que se hace referencia en la regla II-2/9 del Convenio SOLAS.

1.2 *Definiciones*

(Igual que en [el anexo de la circular MSC/Circ.582](#)).

2 Procedimiento de muestreo

(Igual que en el anexo de la circular MSC/Circ.582).

3 Ensayos de homologación de los concentrados de espuma

(Los párrafos 3.1 a 3.5 son los mismos que en el anexo de la circular MSC/Circ.582).

(La referencia "3.1 a 3.11" que figura en el párrafo 3 ha de sustituirse por "3.1 a 3.10").

(La referencia "3.9" que figura en el párrafo 3.2 ha de sustituirse por "3.8").

3.6 Relación de expansión

3.6.1 El ensayo se realizará con arreglo a lo dispuesto en el párrafo 3.6.2, utilizando agua de mar a una temperatura aproximada de 20°C. También podrá utilizarse agua de mar artificial que reúna las características indicadas en el párrafo 3.6.3. La relación de expansión obtenida con los generadores de espuma utilizados a bordo será semejante a la obtenida con los generadores de espuma durante el ensayo de exposición al fuego.

3.6.2 Determinación de la relación de expansión

a) Aparatos:

- un recipiente de plástico de un volumen dado (V) de 500 l aproximadamente, con una precisión de ± 5 l;
- equipo productor de espuma de alta expansión que al someterse a un ensayo con agua tenga un caudal de $6,1 \pm 0,1$ l/min siendo la presión de la lanza de $(5,0 \pm 0,1)$ bar.

En el documento ISO 7203-2 figura un ejemplo de este tipo de aparatos.

b) Procedimiento:

b.1) Mójese el recipiente por dentro y pésese (W_1). Instálese el equipo productor de espuma y regúlese la presión de la lanza de modo que ésta suministre un caudal de 6,1 l/min. Con el dispositivo de descarga cerrado, llénese el recipiente de espuma. Tan pronto como el recipiente esté lleno, interrúmpase la operación y emparéjese el nivel de la superficie de la espuma con el borde. Pésese el recipiente (W_2). Durante la operación de llenado, manténgase cerrado el dispositivo de descarga situado en el fondo del recipiente hasta que se haya determinado el peso total de la espuma.

- b.2)** Calcúlese la expansión (E) según la siguiente ecuación:

$$E = \frac{V}{W_2 - W_1}$$

donde se supone que la densidad de la solución de espuma es de 1,0 kg/l y:

V es el volumen del recipiente (ml);

W_1 es la masa del recipiente vacío (g);

W_2 la masa del recipiente lleno (g).

Supóngase que la densidad de la solución de espuma es de 1,0 kg/l.

- b.3)** Ábrase el dispositivo de desecación y mídase el tiempo de desecación del 50% (véase el párrafo 3.7.1 *infra*).

Determinése la desecación colocando el recipiente en una balanza y registrando la pérdida de peso, o bien recogiendo la solución de espuma en una probeta.

Deberá evitarse la formación de burbujas en la espuma que se recoja en el recipiente.

- 3.6.3** Podrá obtenerse agua de mar artificial disolviendo:

25,0 g de cloruro de sodio (NaCl)

11,0 g de cloruro de magnesio ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$)

1,6 g de cloruro de calcio ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$)

4,0 g de sulfato sódico (Na_2SO_4)

por cada litro de agua potable.

3.7 *Tiempo de desecación*

3.7.1 El tiempo de desecación se determinará de conformidad con el párrafo 3.6.2 b.3), una vez que se haya determinado la relación de expansión.

3.7.2 El ensayo se realizará con agua de mar a una temperatura aproximada de 20°C. Podrá utilizarse agua de mar artificial que reúna las características indicadas en el párrafo 3.6.3.

3.7.3 El tiempo de desecación obtenido con los generadores de espuma utilizados a bordo será semejante al obtenido con los generadores de espuma durante el ensayo de exposición al fuego.

3.8 *Ensayos de exposición al fuego*

Se realizarán ensayos de exposición al fuego siguiendo las indicaciones dadas en los párrafos 3.8.1 a 3.8.7.

Nota: Los ensayos de exposición al fuego descritos en esta sección son más costosos y requieren más tiempo que los otros ensayos descritos en las presentes directrices. Se recomienda que los ensayos de exposición al fuego se realicen al final del programa de ensayos para evitar el gasto de realizar pruebas innecesarias con concentrados de espuma que en otros aspectos no se ajusten a lo prescrito.

3.8.1 Condiciones ambientales

- Temperatura del aire: $(15 \pm 5)^{\circ}\text{C}$
- Velocidad máxima del viento: 3 m/s cerca de la bandeja de ensayo

3.8.2 Registro de datos

Durante el ensayo de exposición al fuego, regístrese lo siguiente:

- si el ensayo se realiza bajo techo o al aire libre
- la temperatura del aire
- la temperatura del combustible
- la temperatura del agua
- la temperatura de la solución de espuma
- la velocidad del viento
- el tiempo de extinción

3.8.3 Solución de espuma

- a) Prepárese una solución de espuma siguiendo las recomendaciones del proveedor en lo que respecta a la concentración, el tiempo máximo de mezcla preliminar, la compatibilidad con el equipo de ensayo, las medidas destinadas a evitar la contaminación por otros tipos de espuma, etc.
- b) El ensayo se llevará a cabo con agua de mar a una temperatura aproximada de 20°C . Podrá emplearse agua de mar artificial que reúna las características indicadas en el párrafo 3.6.3.

3.8.4 Aparatos

a) Bandeja de ensayo:

Bandeja de ensayo circular, de acero y cuyas dimensiones sean las siguientes:

diámetro en el borde: $(1\ 480 \pm 15)$ mm

profundidad: (150 ± 10) mm

espesor nominal de la pared de acero: 2,5 mm

Nota: La bandeja tiene un área aproximada de $1,73\ \text{m}^2$.

- b) Equipo productor de espuma:
Según lo indicado en el subpárrafo 3.6.2 a).
- c) Pantallas cortallamas:
Pantallas cortallamas de mallas metálicas cuadradas de 5 mm nominales que formen el dispositivo de ensayo mencionado en el párrafo 3.8.6.

3.8.5 Combustible

Utilícese una mezcla de hidrocarburos alifáticos cuyas propiedades físicas se ajusten a la siguiente especificación:

- gama de destilación: 84°C -105°C
- diferencia máxima entre los puntos de ebullición inicial y final: 10°C
- contenido aromático máximo: 1%
- densidad a 15°C: (707,5 ± 2,5) kg/m³
- temperatura: alrededor de 20°C

Nota: Combustibles típicos que cumplen con esa especificación son el heptano normal y determinadas fracciones de disolventes, que a veces se denominan heptano comercial.

La Administración podrá exigir que se realicen ensayos adicionales de exposición al fuego utilizando otro combustible de prueba.

3.8.6 Procedimiento de ensayo

- a) Colóquese la bandeja directamente sobre el suelo y verifíquese que está a nivel. Añádase aproximadamente 30 l de agua de mar o de agua de mar artificial que reúna las características indicadas en el párrafo 3.6.3 y (55 ± 5) l de combustible de modo que se obtenga un francobordo nominal de 100 mm.
- b) Colóquense las pantallas de malla alrededor de la bandeja de ensayos según se indica en la figura 2. Antes de transcurridos 5 min, enciéndase el combustible y déjese arder durante 45 s como mínimo. Iníciase la producción de espuma con el generador de espuma situado a cierta distancia del fuego.
- c) (60 ± 5) s después de que haya prendido todo acérquese el generador de espuma a la abertura de la pantalla de malla y aplíquese espuma al fuego durante (120 ± 2) s. Regístrese el tiempo de extinción como el tiempo transcurrido entre el inicio de la aplicación de espuma y la extinción.

3.8.7 Límites admisibles

Tiempo de extinción: no más de 120 s.

3.9 *Corrosividad*

(Igual que el párrafo 3.10 del anexo de la circular MSC/Circ.582).

3.10 *Masa volúmica*

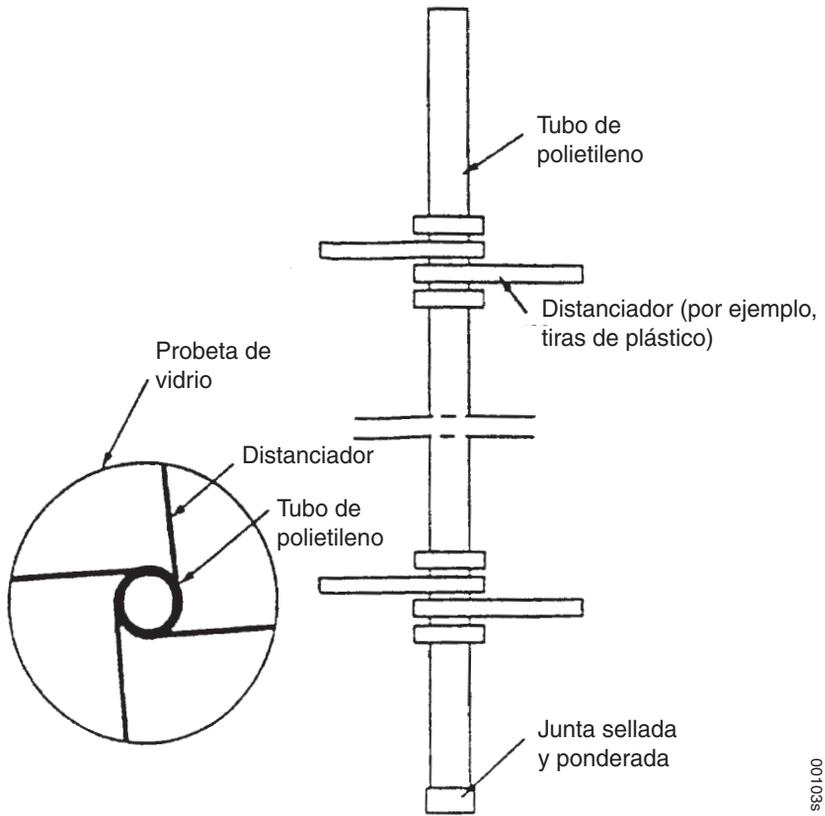
(Igual que el párrafo 3.11 del anexo de la circular MSC/Circ.582).

4 Verificación periódica de los concentrados de espuma estibados a bordo

(Igual que en el anexo de la circular MSC/Circ.582).

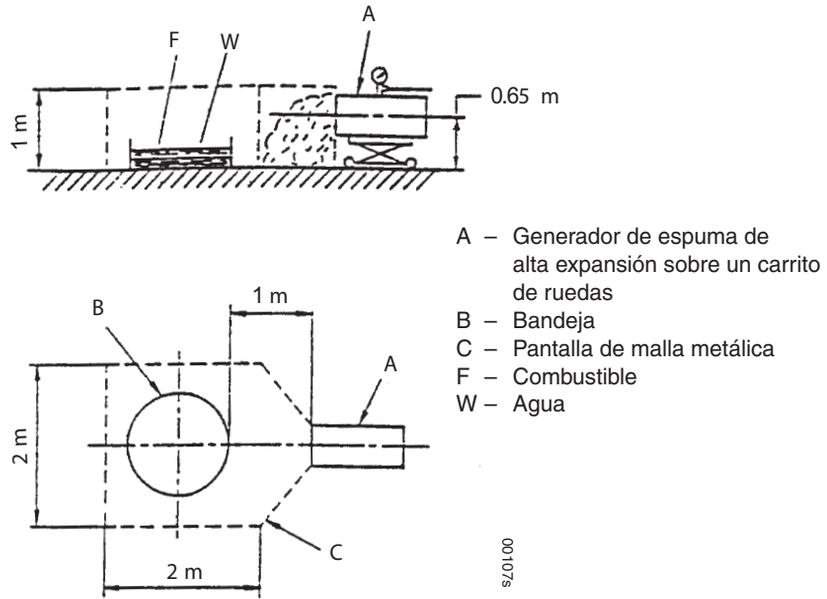
5 Intervalo entre las verificaciones periódicas

(Igual que en el anexo de la circular MSC/Circ.582).



00103s

Figura 1
Forma típica de un tubo de polietileno



Todas las dimensiones son nominales y están expresadas en m

Figura 2 - *Dispositivo de ensayo de exposición al fuego*

MSC/Circ.677
(30 diciembre 1994)

**Normas revisadas para el proyecto, la prueba
y el emplazamiento de los dispositivos destinados
a impedir el paso de las llamas a los tanques
de carga de los buques tanque**

1 Mediante la resolución A.519(13), la Asamblea, en el periodo de sesiones celebrado en 1983, pidió al Comité de Seguridad Marítima que, antes de la entrada en vigor de las enmiendas de 1961 del Convenio SOLAS, ultimara las normas relativas a los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga, tarea que el Comité estaba entonces llevando a cabo.

2 El Comité, en su 49º periodo de sesiones (2 a 6 de abril de 1984), aprobó las normas elaboradas, que se adjuntaron a la circular MSC/Circ.373.

3 El Comité también decidió que los sistemas de gas inerte se considerarían equivalentes a los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga, solamente si los orificios de respiración de los buques provistos de sistemas de gas inerte llevaban al menos unos dispositivos para impedir el paso de las llamas a los tanques de carga, si bien no era necesario que estos dispositivos cumplieran las prescripciones relativas a la prueba de combustión prolongada. El Comité observó que en las normas se prestaba más importancia al cumplimiento de las especificaciones de ensayo que a la construcción. Se comprendió entonces que, en el caso de un buque tanque provisto de un sistema de gas inerte, bastaba con disponer de medios que impidiesen la retrogresión de la llama y que una pantalla cortallamas correctamente proyectada e instalada podría cumplir este criterio. En resumen, si una pantalla cortallamas cumplía las normas, se debería considerar aceptable.

4 El Comité, en su 55º periodo de sesiones (11 a 22 de abril de 1988), aprobó enmiendas a las normas contenidas en la circular MSC/Circ.373, y distribuyó las normas revisadas mediante la circular MSC/Circ.373/Rev.1.

5 El Comité, en su 64º periodo de sesiones (5 a 9 de diciembre de 1994), reconociendo la necesidad de aclarar determinadas disposiciones de las normas revisadas, aprobó nuevas enmiendas a estas normas, que se han incorporado en el texto que figura en el anexo.

6 Se invita a los Gobiernos Miembros a que den efectividad a las presentes normas revisadas al aplicar la regla II-2/59 del Convenio SOLAS 1974, enmendado.

Anexo

Normas revisadas aplicables al proyecto, la prueba y el emplazamiento de los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga en los buques tanque

Índice

- 1 Introducción**
- 1.1 Objeto
- 1.2 Ámbito de aplicación
- 1.3 Definiciones
- 2 Normas**
- 2.1 Principios
- 2.2 Normas de proyecto mecánico
- 2.3 Normas de funcionamiento
- 2.4 Pantallas cortallamas
- 2.5 Tamaño, emplazamiento e instalación de los dispositivos
- 3 Procedimientos de prueba de homologación**
- 3.1 Principios
- 3.2 Procedimientos de prueba de los parallamas situados en aberturas de salida a la atmósfera
- 3.3 Procedimientos de prueba de los respiraderos de alta velocidad
- 3.4 Equipo y procedimientos de prueba de los supresores de las llamas de detonación situados en un conducto
- 3.5 Procedimientos de prueba operacionales
- 4 Varios**
- 4.1 Marcado del dispositivo
- 4.2 Informe de laboratorio
- 4.3 Manual de instrucciones del fabricante

1 Introducción

1.1 Objeto

Las enmiendas de 1981 y 1983 al Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974 (SOLAS) incluyen las prescripciones revisadas relativas a las medidas de seguridad contra incendios en los buques tanque. La regla II-2/59 de dichas Enmiendas contiene disposiciones relativas a aireación, purga, desgasificación y ventilación. La regla II-2/59.1.5 dice:

“El sistema de aireación irá provisto de dispositivos que impidan el paso de las llamas a los tanques de carga. Estos dispositivos se proyectarán, probarán y situarán de modo que cumplan con las prescripciones establecidas por la Administración, las cuales contendrán al menos las normas aprobadas por la Organización.”

1.2 Ámbito de aplicación

1.2.1 Las presentes normas están destinadas a regular el proyecto, la prueba, el emplazamiento y el mantenimiento de “los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga” (llamados en adelante “los dispositivos”) de los buques tanque y de los buques de carga combinados que transporten crudos y productos derivados del petróleo cuyo punto de inflamación sea 60°C (en vaso cerrado) o menos y cuya presión de vapor de Reid sea inferior a la presión atmosférica, y otros productos que representen un peligro de incendio similar.

1.2.2 Los buques tanque y los buques de carga combinada provistos de un sistema de gas inerte de conformidad con la regla 62 llevarán dispositivos que satisfagan las presentes normas, si bien no se exigirá realizar las pruebas especificadas en 3.2.3 y 3.3.3.2. Tales dispositivos se instalarán sólo en aberturas a menos que hayan sido probados de conformidad con lo dispuesto en 3.4.

1.2.3 Las presentes normas son aplicables a los dispositivos de protección de los tanques de carga que contengan crudos, productos del petróleo y productos químicos inflamables. Cuando se trate del transporte de productos químicos se podrán utilizar los medios de prueba descritos en la sección 3. No obstante, los dispositivos para buques tanque quimiqueros dedicados al transporte de productos cuyo Intersticio Experimental Máximo de Seguridad (IEMS)* sea inferior a 0,9 mm, se someterán a prueba con los medios apropiados.

1.2.4 Los dispositivos se probarán y situarán de conformidad con las presentes normas.

* Véase la publicación 79-1 de la CEI.

1.2.5 Los dispositivos se instalan para proteger:

- .1 las aberturas proyectadas para reducir la presión o el vacío ocasionado por las variaciones térmicas (regla II-2/59.1.2.1);
- .2 las aberturas proyectadas para reducir la presión o el vacío durante las operaciones de carga, de lastrado o durante la descarga (regla II-2/59.1.2.2);
- .3 los orificios de salida proyectados para la desgasificación (regla II-2/59.2.2.3).

1.2.6 Los dispositivos no podrán ponerse fuera del circuito ni estar bloqueados en posición abierta a menos que hayan sido probados fuera del circuito o en posición abierta de conformidad con la sección 3.

1.2.7 En las presentes normas no se tienen en cuenta fuentes de ignición como las descargas eléctricas atmosféricas, porque no se dispone de información suficiente para formular recomendaciones relativas al equipo. Al acercarse una tormenta eléctrica se suspenderán todas las operaciones de manipulación de la carga, de limpieza de tanques y de lastrado.

1.2.8 Mediante las presentes normas no se pretende evitar la posibilidad de que las llamas pasen de un tanque de carga a otro en los buques cuyos tanques estén dotados de sistemas comunes de respiración.

1.2.9 Cuando se prescriba proteger con dispositivos los orificios de salida de los sistemas de desgasificación de los buques tanque que no estén provistos de sistemas de gas inerte, los dispositivos cumplirán con las presentes normas, si bien no se exigirá realizar las pruebas especificadas en 3.2.3 y 3.3.3.2.

1.2.10 Algunas de las pruebas prescritas en la sección 3 de las presentes normas son potencialmente peligrosas, pero en la presente circular no se pretende especificar prescripciones de seguridad aplicables a ellas.

1.3 *Definiciones*

A los efectos de las presentes normas regirán las siguientes definiciones:

1.3.1 *Parallamas*: dispositivo destinado a impedir el paso de las llamas, de conformidad con una norma de funcionamiento establecida. El elemento parallamas está basado en el principio de extinción.

1.3.2 *Pantalla cortallamas*: dispositivo provisto de una tela metálica para impedir el paso de llamas incontroladas, de conformidad con una norma de funcionamiento establecida.

1.3.3 *Velocidad de propagación de la llama*: velocidad a la que se propaga la llama por una tubería u otro sistema.

1.3.4 *Retrogresión de la llama*: transmisión de la llama a través de un dispositivo.

1.3.5 *Respiradero de alta velocidad*: dispositivo destinado a impedir el paso de las llamas que consiste en una válvula mecánica que regula la abertura para el flujo según la presión existente en la admisión de la válvula de manera que la velocidad de salida no pueda ser inferior a 30 m/s.

1.3.6 *Válvula de presión y vacío**: dispositivo destinado a mantener la presión y el vacío de un contenedor cerrado dentro de límites establecidos.

2 Normas

2.1 Principios

2.1.1 Según el servicio que presten y su ubicación, los dispositivos deberán proteger contra la propagación de:

- .1 llamas en movimiento; y/o
- .2 llamas estacionarias alimentadas por gases premezclados;

después de la ignición de gases, cualquiera que sea la causa que la origine.

2.1.2 Al producirse la ignición de gases inflamables procedentes de orificios de salida se pueden presentar cuatro situaciones:

- .1 cuando el gas sale a poca velocidad la llama puede:
 - .1 retroceder; o
 - .2 estabilizarse en el orificio de salida como si éste fuera un quemador;
- .2 cuando el gas sale a gran velocidad, la llama puede:
 - .1 arder a cierta distancia por encima del orificio de salida; o
 - .2 apagarse.

2.1.3 A fin de impedir el paso de las llamas a un tanque de carga, los dispositivos deben poder cumplir una o más de las siguientes funciones:

- .1 permitir que el gas pase a través de los conductos sin retrogresión de la llama y sin ignición de los gases en el lado protegido cuando el dispositivo está sometido a calentamiento durante un periodo determinado;

* Las válvulas de presión y vacío son dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas cuando están proyectadas y sometidas a prueba de conformidad con las presentes normas.

- .2 mantener una velocidad de salida superior a la velocidad de propagación de la llama del gas, independientemente de la configuración geométrica del dispositivo y sin que se produzca ignición de los gases en el lado protegido cuando el dispositivo está sometido a calentamiento durante un periodo determinado; y
- .3 impedir la entrada de llamas cuando se den condiciones de vacío dentro de los tanques de carga.

2.2 *Normas de proyecto mecánico*

2.2.1 La envuelta o el alojamiento de los dispositivos responderá a normas de robustez y de resistencia térmica y a la corrosión similares a las de las tuberías a las que estén conectados.

2.2.2 El proyecto de los dispositivos facilitará la inspección y el desmontaje de sus elementos internos para reemplazarlos, limpiarlos o repararlos.

2.2.3 Todas las juntas planas del alojamiento estarán maquinadas con precisión y serán aptas para conseguir una unión adecuada de metal con metal.

2.2.4 Los elementos del parallas encajarán en el alojamiento de manera que las llamas no puedan pasar entre el elemento y el alojamiento.

2.2.5 Podrán instalarse juntas herméticas flexibles solamente si están proyectadas de forma que, aunque se averíen o se quemen parcial o totalmente, el dispositivo pueda impedir eficazmente el paso de las llamas.

2.2.6 Los dispositivos permitirán eliminar bien la humedad sin menoscabo de su eficacia para impedir el paso de las llamas.

2.2.7 Los materiales de la envuelta, los elementos y las juntas de estanquidad podrán resistir la presión y temperatura más altas a que pueda quedar sometido el dispositivo en las condiciones normales y en las de exposición al fuego especificadas.

2.2.8 Los dispositivos instalados al final de un conducto estarán contruidos de manera que dirijan el flujo verticalmente hacia arriba.

2.2.9 Los elementos de sujeción indispensables para el funcionamiento del dispositivo, como tornillos, etc., estarán protegidos contra el aflojamiento.

2.2.10 Se proveerán medios para verificar que las válvulas se levantan fácilmente sin quedar en la posición abierta.

2.2.11 Los dispositivos en los cuales el efecto de contención de la llama se logre por la acción de una válvula y que no estén provistos de elementos parallamas (por ejemplo, válvulas de alta velocidad) deberán tener una superficie de contacto del asiento de la válvula de una anchura mínima de 5 mm.

2.2.12 Los dispositivos serán resistentes a la corrosión, de conformidad con lo dispuesto en 3.5.1.

2.2.13 Los elementos, juntas de estanquidad y juntas herméticas serán de material resistente al agua de mar y a las cargas que se transporten.

2.2.14 La envuelta o el alojamiento será capaz de superar la prueba de presión hidrostática prescrita en 3.5.2.

2.2.15 Los dispositivos instalados en un conducto podrán resistir sin sufrir averías ni deformación permanente la presión interna resultante de la detonación cuando sean sometidos a prueba, de conformidad con lo dispuesto en la sección 3.4.

2.2.16 Los elementos del parallamas estarán proyectados de manera que el control de calidad de fabricación garantice que responden a las características del prototipo probado de conformidad con las presentes normas.

2.3 *Normas de funcionamiento*

2.3.1 Los dispositivos serán probados de conformidad con lo dispuesto en 3.5 y luego deberá demostrarse que responden a las prescripciones de prueba de las secciones 3.2 a 3.4, según corresponda.

2.3.2 Las características de funcionamiento, como los regímenes de flujo con presión positiva y negativa, la sensibilidad de funcionamiento, la resistencia al flujo y la velocidad de flujo se demostrarán mediante pruebas adecuadas.

2.3.3 Los dispositivos se proyectarán y construirán de manera que se reduzca al mínimo el efecto de ensuciamiento en condiciones normales de funcionamiento. En el manual de instrucciones del fabricante se darán instrucciones sobre el modo de determinar cuándo es necesario limpiar cada dispositivo y sobre el método de limpieza.

2.3.4 Los dispositivos podrán funcionar a temperaturas de congelación (como las que puedan causar bloqueo por congelamiento de los vapores de la carga o la formación de hielo en condiciones de mal tiempo), y los que estén provistos de medios de calentamiento, de manera que su temperatura de superficie sea superior a 35°C, serán probados a la temperatura de trabajo máxima.

2.3.5 Los dispositivos concebidos para mantener una velocidad mínima habrán de poder abrirse de tal manera que una velocidad de 30 m/s se establezca inmediatamente, mantener una velocidad de salida de por lo menos 30 m/s a todos los regímenes de flujo y, si se interrumpe el flujo de gas, cerrarse de tal manera que esta velocidad mínima se mantenga hasta que la válvula esté completamente cerrada.

2.3.6 En el caso de válvulas de respiración de gran velocidad, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzca un martilleo* perjudicial involuntario que ocasione averías o rotura, con objeto de eliminarlo.

2.4 *Pantallas cortallamas*

2.4.1 Las pantallas cortallamas:

- .1** estarán proyectadas de tal manera que no puedan insertarse mal en la abertura;
- .2** estarán firmemente instaladas en las aberturas de manera que las llamas no puedan contornear la pantalla;
- .3** habrán de satisfacer las prescripciones de las presentes normas. Las pantallas cortallamas instaladas en las entradas de vacío por las que no puedan salir los vapores no necesitan superar la prueba especificada en 3.2.3; y
- .4** estarán protegidas contra las averías mecánicas.

2.5 *Tamaño, emplazamiento e instalación de los dispositivos*

2.5.1 Para determinar el tamaño de los dispositivos a fin de evitar una presión o un vacío inadmisibles en los tanques de carga durante el embarque o el desembarque, se harán cálculos de las pérdidas de presión. Se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- .1** régimen de embarque/desembarque;
- .2** desprendimiento de gases;
- .3** pérdida de presión a través de los dispositivos, teniendo en cuenta el coeficiente de resistencia;
- .4** pérdida de presión en el sistema de tuberías de respiración;
- .5** presión a que se abre el respiradero si se utiliza una válvula de alta velocidad;
- .6** densidad de la mezcla vapor/aire saturada; y

* Por martilleo se entiende la apertura y el cierre completos y rápidos, no previstos por el fabricante, durante las operaciones normales.

- .7 para compensar el posible ensuciamiento del parallamas, se utilizará al 70% de su funcionamiento nominal para calcular la caída de presión de la instalación.

2.5.2 Los dispositivos estarán situados en los orificios de salida a la atmósfera, a menos que hayan sido probados y aprobados para la instalación en un conducto. Los dispositivos para instalación en un conducto no podrán colocarse en los orificios de salida a la atmósfera, a menos que también hayan sido probados y aprobados para ser instalados en esa posición.

2.5.3 Los dispositivos que se encuentran al final de un conducto y que estén destinados a ser utilizados exclusivamente en las aberturas de los tanques de carga inertizados no necesitan someterse a la prueba de combustión prolongada que se especifica en 3.2.3.

2.5.4 Cuando los dispositivos instalados al final de un conducto estén provistos de caperuzas, hongos contra la intemperie, etc., estos accesorios deben estar instalados para realizar las pruebas descritas en 3.2.

2.5.5 Cuando se instalen supresores de las llamas de detonación como dispositivos al final de un conducto abierto a la atmósfera estarán situados a una distancia del extremo abierto del conducto que sea suficiente para evitar toda posibilidad de que una llama permanezca estacionaria sobre el parallamas.

2.5.6 Cuando la salida a la atmósfera no se realice a través de un dispositivo instalado al final de un conducto de conformidad con 2.5.4, o un supresor de las llamas de detonación de conformidad con 2.5.5, el dispositivo instalado al final de un conducto será probado específicamente con todos los tubos, térs, curvas, caperuzas, hongos contra la intemperie, etc., que puedan instalarse entre el dispositivo y la atmósfera. La prueba será la de retrogresión de la llama, descrita en 3.2.2 y, si cabe la posibilidad de que una llama permanezca estacionaria sobre el dispositivo de la instalación de que se trate, se llevará a cabo asimismo la prueba de resistencia a la combustión prolongada descrita en 3.2.3.

2.5.7 Se proveerán medios que permitan al personal alcanzar los dispositivos situados a más de 2 m por encima de la cubierta para facilitar su conservación, reparación e inspección.

3 Procedimientos de prueba de homologación

3.1 Principios

3.1.1 Las pruebas serán efectuadas por un laboratorio que a juicio de la Administración sea aceptable.

3.1.2 Todos los tamaños de cada modelo deberán ser objeto de homologación. Sin embargo, por lo que respecta a los parallas, las pruebas se podrán limitar a los tamaños menor y mayor, además de otro tamaño adicional que elija la Administración. Los dispositivos deberán tener las mismas dimensiones y los huelgos más desfavorables previstos en el modelo de producción. Si el dispositivo de prueba experimenta alguna modificación durante el programa de pruebas, los ensayos se deberán comenzar de nuevo desde el principio.

3.1.3 Las pruebas descritas en la presente sección en que se utilizan vapores de gasolina (un destilado del petróleo exento de plomo, formado esencialmente por hidrocarburos alifáticos cuyo punto de ebullición varía entre 65°C y 75°C aproximadamente), vapores de hexano técnico o propano técnico, según corresponda, y mencionadas en la presente sección, son adecuadas para todos los dispositivos que protegen los tanques que contienen una atmósfera inflamable formada por las cargas mencionadas en 1.2.1. Esto no excluye el empleo de vapores de gasolina o vapores de hexano técnico en todas las pruebas mencionadas en la presente sección.

3.1.4 Tras las oportunas pruebas, el dispositivo no deberá dar muestras de averías mecánicas que afecten su funcionamiento inicial.

3.1.5 Antes de realizar las pruebas, se verificará que se han calibrado adecuadamente los siguientes aparatos, según proceda:

- .1 los medidores de concentración de gas;
- .2 los termómetros;
- .3 los indicadores de caudal;
- .4 los indicadores de presión; y
- .5 los dispositivos de registro.

3.1.6 Se registrarán las siguientes características, según proceda, mientras duren los ensayos:

- .1 la concentración de combustible en la mezcla gaseosa;
- .2 la temperatura de la mezcla gaseosa de ensayo a la entrada del dispositivo; y
- .3 los caudales de las mezclas gaseosas de ensayo, según proceda.

3.1.7 La observación del paso de las llamas se llevará a cabo registrando, por ejemplo, la temperatura, o la presión o la emisión luminosa mediante sensores adecuados que se encuentren en el lado protegido del dispositivo; otra opción sería registrar el paso de las llamas en una cinta de vídeo.

3.2 *Procedimientos de prueba de los parallamas situados en aberturas de salida a la atmósfera*

3.2.1 El equipo de prueba estará formado por un aparato que produzca una mezcla explosiva, un tanque pequeño provisto de diafragma, un prototipo de parallamas con bridas, un saco de plástico* y una fuente de ignición en tres posiciones (véase el apéndice 1)[†]. Podrán emplearse otros equipos de prueba, siempre que las pruebas mencionadas en la presente sección se efectúen en forma satisfactoria para la Administración.

3.2.2 La prueba de retrogresión de la llama se efectuará como se indica a continuación:

- .1** El tanque, el parallamas y el saco de plástico* que envuelve el prototipo de parallamas se llenarán de forma tal que este volumen contenga la mezcla de aire y propano más fácil de prender[‡]. La concentración de la mezcla se verificará probando debidamente la composición del gas en el saco de plástico. Cuando se prueben los dispositivos mencionados en 2.5.6, el saco de plástico se colocará en la abertura que da a la atmósfera. Se instalarán tres fuentes de ignición a lo largo del eje del saco, una cerca del parallamas, otra tan lejos de él como sea posible, y la tercera en el punto intermedio. Estas tres fuentes se prenderán sucesivamente, dos veces en cada una de las tres posiciones. La temperatura del gas de la prueba deberá variar entre 15°C y 40°C.
- .2** Si se produce retrogresión de la llama, el diafragma del tanque reventará y ello será audible y visible para el operador por la emisión de una llama. En vez del diafragma de seguridad se podrán utilizar sensores de llama, calor y presión.

3.2.3 Además de la prueba de retrogresión de la llama, los parallamas situados en aberturas por las que puedan salir vapores explosivos serán sometidos a una prueba de resistencia a la combustión prolongada:

- .1** Puede utilizarse el equipo de prueba mencionado en 3.2.1 sin el saco de plástico. El parallamas se instalará de manera que la emisión de la mezcla sea vertical. Se prenderá la mezcla en

* Las dimensiones del saco de plástico dependerán de las del parallamas, pero para los parallamas utilizados normalmente en los buques tanque, el saco de plástico podrá tener una circunferencia de 2 m y una longitud de 2,5 m y el plástico, un espesor de 0,05 mm.

[†] A fin de impedir que los restos del saco de plástico caigan sobre el dispositivo sometido a prueba después de prender la mezcla, puede resultar útil colocar dentro del saco un bastidor de tela metálica. Este bastidor se construirá de forma tal que no interfiera con el resultado de la prueba.

[‡] Véase la publicación 79-1 de la Comisión Electrotécnica Internacional.

esta posición. Cuando se prueben los dispositivos mencionados en 2.5.6, el parallamas se instalará en una posición que represente su orientación final.

- .2 Se deberá obtener una combustión prolongada empleando la mezcla más fácilmente inflamable de vapor de gasolina y aire o la mezcla más fácilmente inflamable de vapor de hexano técnico y aire con ayuda de una llama piloto o de un encendedor de chispa de funcionamiento continuo a nivel del orificio de salida. El gas de prueba se inyectará de modo que el flujo se dirija al tanque que figura en el apéndice 2. Manteniendo la concentración de la mezcla especificada anteriormente, se calentará el parallamas variando el caudal hasta lograr la máxima temperatura posible en el lado del parallamas más próximo al tanque de carga. Las temperaturas se medirán, por ejemplo, en el lado protegido del elemento supresor de la llama del parallamas (o en el asiento de la válvula en el caso de un respiradero de alta velocidad, de conformidad con 3.3). Se puede considerar que se ha logrado la máxima temperatura alcanzable cuando el aumento de temperatura no exceda de 0,5°C por minuto durante 10 min. Se mantendrá esta temperatura durante 10 min, después de los cuales se interrumpirá el flujo y se observará el estado del dispositivo. La temperatura del gas de prueba deberá estar comprendida entre 15°C y 40°C.

Si no se obtiene un aumento de temperatura en absoluto, se tratará de encontrar en el parallamas una mejor posición para el sensor de temperatura teniendo en cuenta la posición registrada visualmente de la llama estabilizada durante la primera parte del ensayo. También es preciso tener en cuenta las posiciones que requieran la perforación de pequeños agujeros en las partes fijas del parallamas. Si con todo ello no se obtiene ningún resultado, se instalará el sensor de temperatura en el lado desprotegido del parallamas en una posición cercana a la llama estabilizada.

Si surgen dificultades para establecer unas condiciones de temperatura estables (a temperaturas elevadas) se aplicarán los siguientes criterios: utilizando el caudal con el que se haya obtenido la máxima temperatura durante la etapa anterior del ensayo, se mantendrá una combustión prolongada durante dos horas a partir del momento en que se haya establecido el caudal antedicho, tras de lo cual se interrumpirá el flujo y se observará el estado del dispositivo. Durante este ensayo no deberá producirse retrogresión de la llama.

3.2.4 Cuando se incorpore una válvula de presión o vacío en un dispositivo parallasas, el ensayo de retrogresión de la llama se realizará con la válvula de presión o vacío bloqueada en su posición abierta. Si en la válvula de presión no se ha incorporado ningún otro elemento supresor de la llama, se considerará como una válvula de respiración de alta velocidad y se someterá a ensayo, de conformidad con 3.3.

3.3 *Procedimientos de prueba de los respiraderos de alta velocidad*

3.3.1 El equipo de prueba será capaz de producir el régimen de flujo requerido. En los apéndices 2 y 3 figuran dibujos de los equipos de prueba adecuados. Cabe utilizar otros equipos de prueba siempre que las pruebas se hagan de forma satisfactoria para la Administración.

3.3.2 Se efectuará una prueba de las condiciones de flujo con respiraderos de alta velocidad y empleando aire o gas comprimido a los regímenes de flujo convenidos. Se registrarán los siguientes datos:

- .1** El régimen de flujo. Cuando en la prueba se emplee aire o un gas distinto de los vapores de las cargas con los cuales se utilizará el respiradero, los regímenes de flujo conseguidos se corregirán para tener en cuenta la densidad del vapor de dichas cargas.
- .2** La presión antes de que se abra el respiradero. La presión en el tanque de prueba en que esté colocado el dispositivo no aumentará a un ritmo superior a $0,01 \text{ N/mm}^2/\text{min}$.
- .3** La presión a la que se abre el respiradero.
- .4** La presión a la que se cierra el respiradero.
- .5** La velocidad de emisión en el orificio de salida, que no será inferior a 30 m/s en ningún momento mientras la válvula esté abierta.

3.3.3 Las siguientes pruebas de seguridad contra incendios se efectuarán ajustándose a lo prescrito en 2.3.6, utilizando una mezcla de vapor de gasolina y aire o de vapor de hexano técnico y aire que produzca la mezcla más fácilmente inflamable en el punto de ignición. La mezcla se encenderá con ayuda de una llama auxiliar permanente o un encendedor de chispa a nivel del orificio de salida:

- .1** Las pruebas de retrogresión de la llama en las cuales se podrá utilizar propano en vez de la gasolina o el hexano se efectuarán con el respiradero en la posición vertical y luego inclinada a 10° con respecto a la vertical. Para ciertos modelos de respiraderos pueden ser necesarias otras pruebas con el respiradero inclinado en más de una dirección. En cada una de estas pruebas el flujo se reducirá hasta que el respiradero se

cierre y la llama se apague, y cada prueba se efectuará 50 veces por lo menos. El lado de vacío de las válvulas combinadas será sometido a prueba de conformidad con lo dispuesto en 3.2.2 manteniendo la válvula de vacío en la posición abierta durante toda la prueba a fin de comprobar la eficacia del dispositivo que debe instalarse.

- .2 Se efectuará una prueba de resistencia a la combustión prolongada como la descrita en 3.2.3. Después de esta prueba se apagará la llama principal y luego, con la llama auxiliar encendida o el encendedor de chispa descargando, se dejarán escapar pequeñas cantidades de la mezcla más fácil de prender durante 10 min, manteniéndose una presión bajo la válvula igual al 90% del valor de apertura de dicha válvula, durante los cuales no deberá producirse retrogresión de la llama. Para esta prueba se quitarán las juntas o asientos blandos.

3.4 *Equipo y procedimientos de prueba de los supresores de las llamas de detonación situados en un conducto*

3.4.1 Se instalará un parallamas en el extremo de un tubo de longitud adecuada y del mismo diámetro que la brida del parallamas. Sobre la brida opuesta se colocará un tubo de longitud igual a 10 veces su diámetro, el cual se cerrará con un saco de plástico* o un diafragma. El tubo se llenará con la mezcla de propano y aire más fácil de prender y después se prenderá dicha mezcla. Se medirá la velocidad de la llama cerca del parallamas, que deberá tener un valor correspondiente a detonaciones estables.

3.4.2 Se efectuarán tres pruebas de detonación y no se producirá retrogresión de la llama a través del dispositivo; ninguna pieza del parallamas deberá quedar dañada ni presentar deformación permanente.

3.4.3 En el apéndice 4 figura un dibujo del equipo de prueba. Podrán utilizarse otros equipos de prueba siempre que las pruebas se efectúen de forma satisfactoria para la Administración.

3.5 *Procedimientos de prueba operacionales*

3.5.1 Se efectuará una prueba de resistencia a la corrosión. En esta prueba, se tomará un dispositivo completo, incluida una sección del tubo en el que esté instalado, y se rociará con una solución de cloruro de sodio al 5% a una temperatura de 25°C durante un periodo de 240 h, y después se dejará secar durante 48 h. Podrá efectuarse una prueba equivalente

* Las dimensiones mínimas serán 4 m de circunferencia, 4 m de longitud y 0,05 mm de espesor del plástico.

que sea satisfactoria para la Administración. Después de esta prueba, todas las piezas móviles funcionarán bien y no habrá depósitos de corrosión que no puedan lavarse.

3.5.2 Se efectuará una prueba de presión hidráulica en la envuelta o el alojamiento de un dispositivo de muestra de conformidad con lo indicado en 2.2.1.

4 **Varios**

4.1 *Marcado del dispositivo*

Cada dispositivo llevará una marca permanente o una etiqueta fija de acero inoxidable u otro material resistente a la corrosión, que indique:

- .1 el nombre del fabricante o la marca comercial;
- .2 el estilo, el tipo, el modelo u otra designación del dispositivo empleada por el fabricante;
- .3 el tamaño de la abertura de salida para la cual está aprobado el dispositivo;
- .4 el emplazamiento aprobado para la instalación, incluidas las longitudes máxima o mínima del tubo, si lo hubiere, entre el dispositivo y la salida a la atmósfera;
- .5 la dirección del flujo a través del dispositivo;
- .6 el nombre del laboratorio de pruebas y el número del informe; y
- .7 la conformidad con las prescripciones de la circular MSC/Circ.373/Rev.2.

4.2 *Informe del laboratorio*

4.2.1 El informe del laboratorio incluirá:

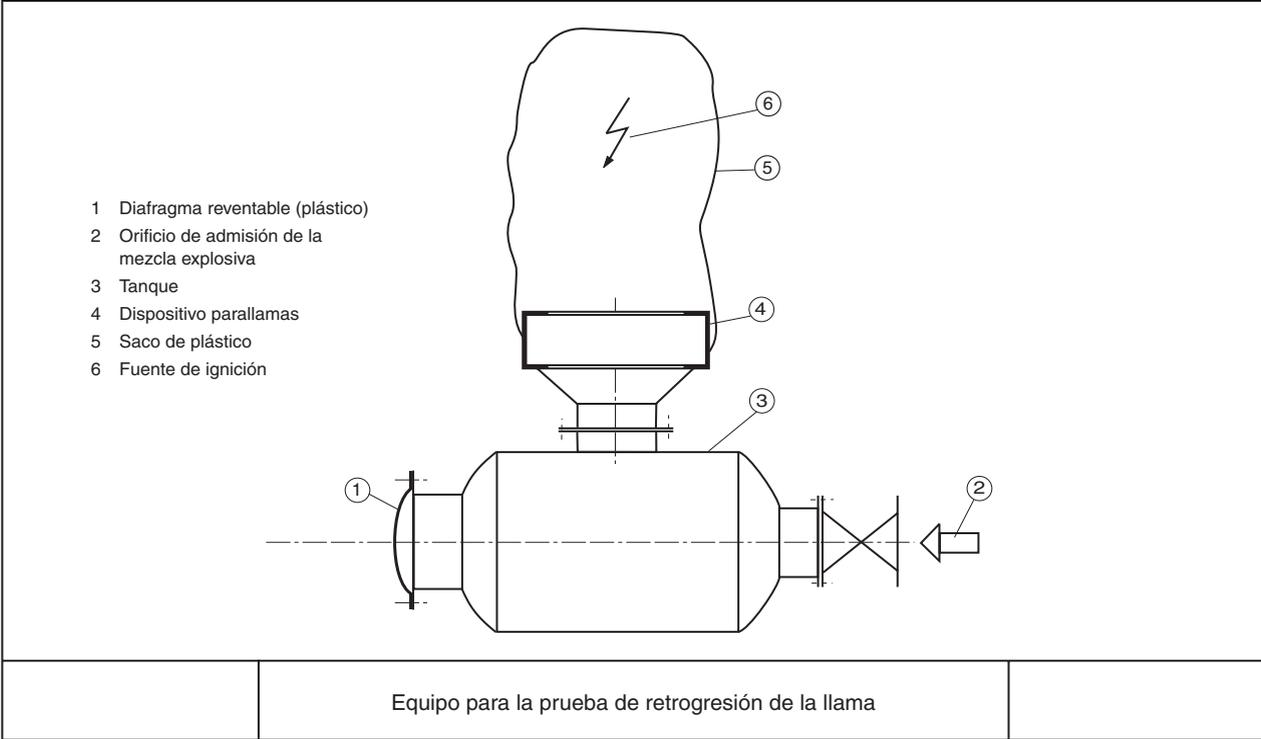
- .1 dibujos detallados del dispositivo;
- .2 tipos de prueba efectuados y resultados obtenidos. Cuando se sometan a prueba dispositivos instalados en conductos, esta información incluirá las presiones y velocidades máximas observadas durante la prueba;
- .3 asesoramiento específico sobre accesorios aprobados;
- .4 tipos de carga para los cuales está aprobado el dispositivo;
- .5 dibujos del equipo de prueba;
- .6 en el caso de un respiradero de alta velocidad, las presiones a las que el dispositivo se abre y se cierra y la velocidad de salida; y

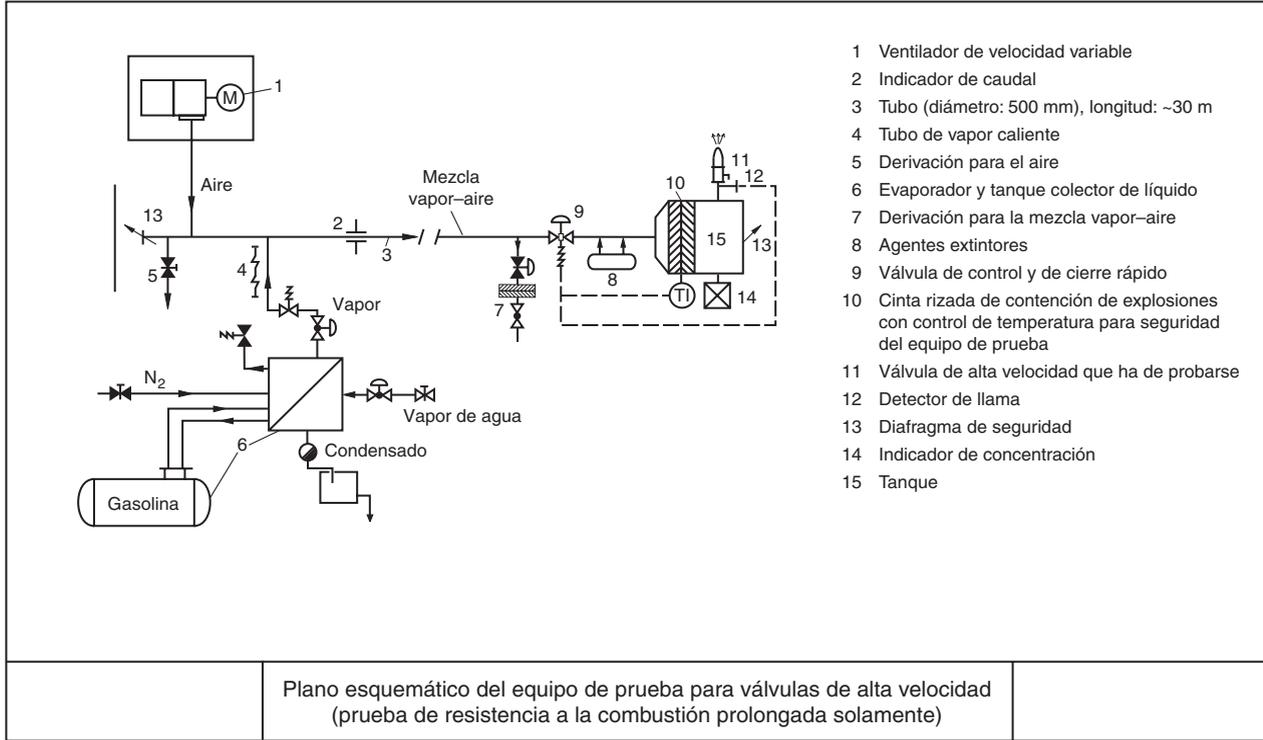
- .7 todos los datos marcados en el dispositivo de conformidad con 4.1.

4.3 *Manual de instrucciones del fabricante*

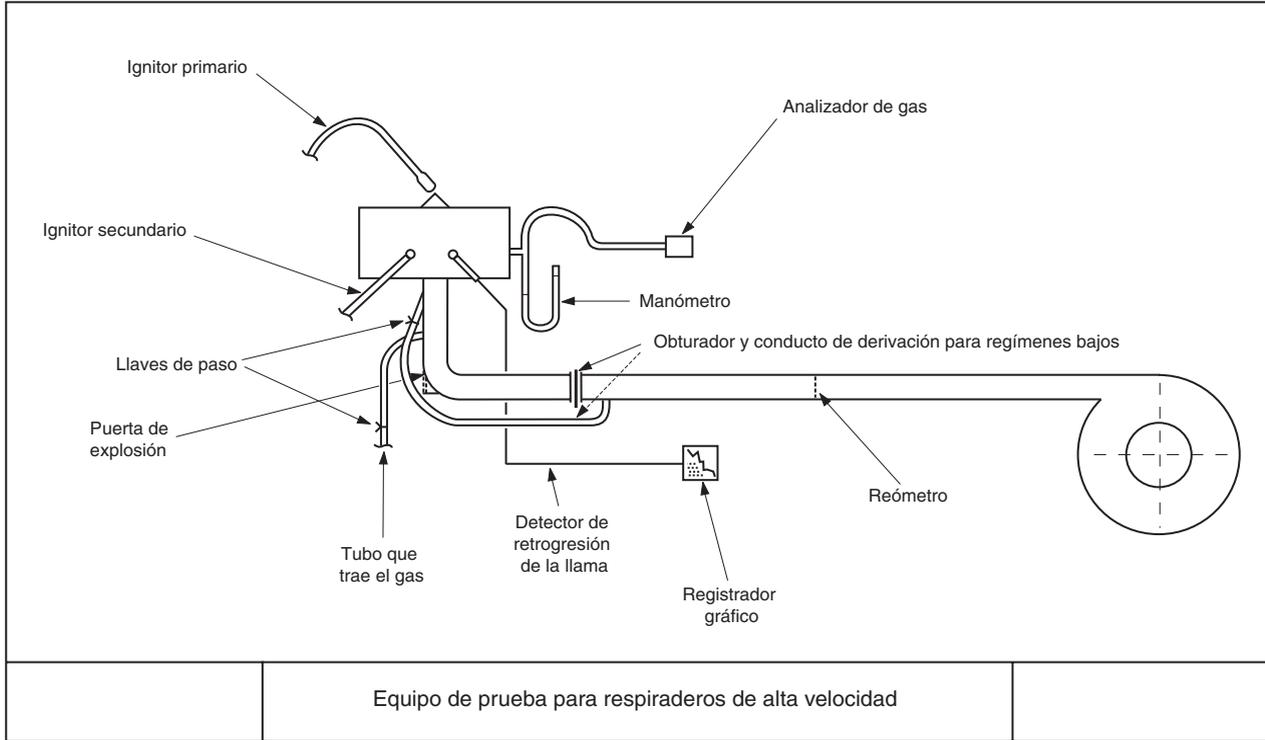
4.3.1 El fabricante proporcionará un ejemplar del manual de instrucciones, que se mantendrá a bordo del buque tanque y que incluirá:

- .1 instrucciones sobre la instalación del dispositivo;
- .2 instrucciones sobre su funcionamiento;
- .3 prescripciones sobre mantenimiento, incluida la limpieza (véase 2.3.3);
- .4 un ejemplar del informe del laboratorio mencionado en 4.2; y
- .5 datos sobre la prueba de flujo, incluidos los regímenes con presión negativa y positiva, la sensibilidad de funcionamiento, la resistencia al flujo y la velocidad de flujo.



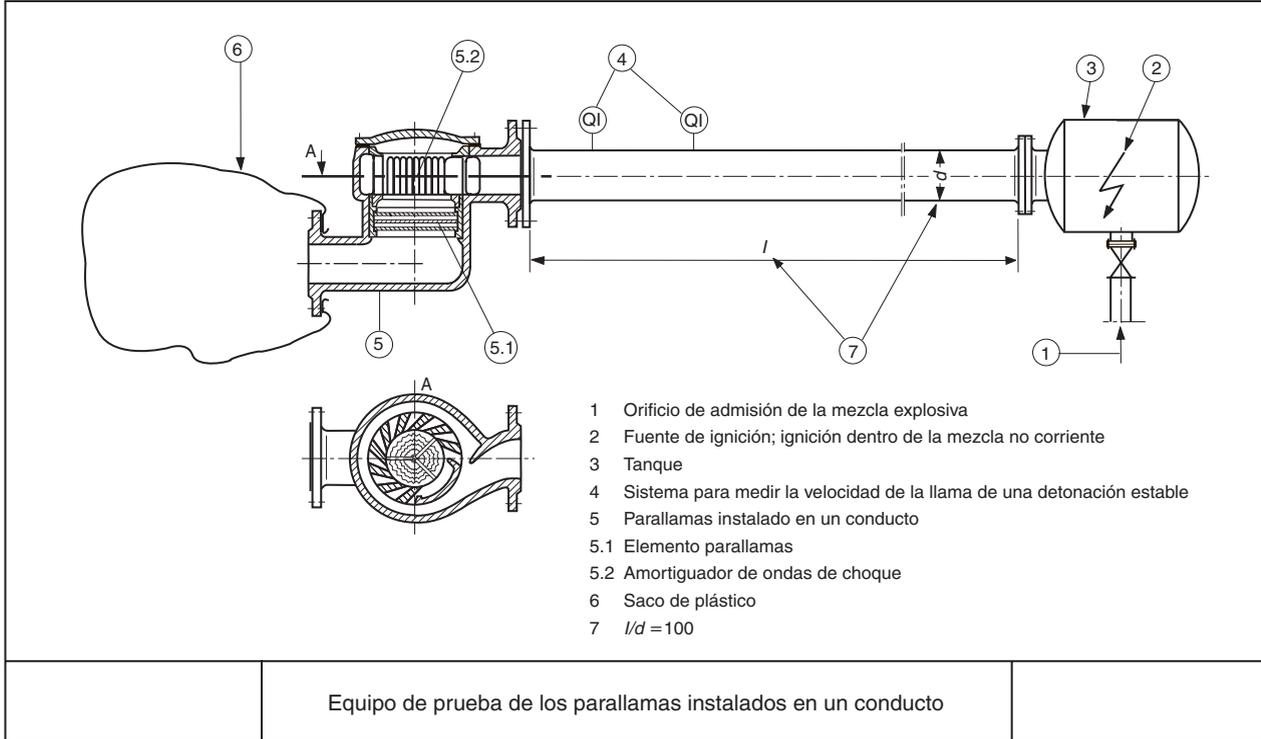


03010



03011

Apéndice 4



03012

MSC/Circ.728
(4 June 1996)

Revisión de los métodos de prueba de los sistemas equivalentes de extinción de incendios a base de agua para los espacios de máquinas de categoría A y las cámaras de bombas de carga que figuran en la circular MSC/Circ.668

1 El Comité de Seguridad Marítima, en su 64° periodo de sesiones (5 a 9 de diciembre de 1994), tras reconocer la urgente necesidad de elaborar directrices sobre alternativas para los sistemas de extinción de incendios a base de halones, aprobó como circular MSC/Circ.668 las directrices para la aprobación de sistemas de extinción de incendios a base de agua equivalentes a los especificados en el Convenio SOLAS 74 para los espacios de máquinas y las cámaras de bombas de carga.

2 El Subcomité de Protección contra Incendios, en su 40° periodo de sesiones (17 a 21 de julio de 1995), examinó el método de prueba provisional de los sistemas equivalentes de extinción de incendios a base de agua que figura en la circular MSC/Circ.668, y elaboró enmiendas a dicho método de prueba provisional.

3 El Comité, en su 66° periodo de sesiones (28 de mayo a 6 de junio de 1996), aprobó las enmiendas elaboradas por el Subcomité FP, tal como se recogen en el anexo.

4 Se invita a los Gobiernos Miembros a que apliquen las directrices que figuran en la circular MSC/Circ.668, en la forma enmendada por la presente circular.

Anexo

Enmiendas a los métodos de prueba de los sistemas equivalentes de extinción de incendios a base de agua para los espacios de máquinas de categoría A y las cámaras de bombas de carga que figuran en la circular MSC/Circ.668, anexo, apéndice B

1 *En el tercer párrafo de "Alcance", al final de la primera oración, después de "boquillas montadas en el techo" intercálese la frase "para las cámaras de máquinas de clase 1 y clase 2 y boquillas de múltiples niveles para las cámaras de máquinas de clase 3, que pueda utilizarse junto con un sistema de protección de la zona de sentina independiente".*

2 *Sustitúyase el texto del párrafo 4.2.2.2 por el siguiente:*

"4.2.2.2 Clase 2 - Cámara de máquinas

La prueba debe llevarse a cabo en una sala con una superficie específica superior a 100 m², una altura específica de 5 a 7,5 m y ventilación a través de un vano de puerta de 2 m x 2 m, hasta alcanzar un volumen total en la sala de 3 000 m³. Los incendios y las maquetas de máquinas se ajustarán a lo indicado en los cuadros 2 y 3 y en la figura 1.

4.2.2.3 Clase 3 - Cámara de máquinas

La prueba debe llevarse a cabo en una sala de prueba con una superficie mínima de 300 m² y una altura hasta el cielo raso superior a 10 m y sin limitaciones en cuanto al suministro de aire para el incendio de prueba. Los incendios y las maquetas de máquinas se ajustarán a lo indicado en los cuadros 2 y 3 y en la figura 1."

3 *Sustitúyase la segunda oración del párrafo 4.3 por la siguiente:*

"Por lo que se refiere a las cámaras de máquinas de clase 3, la distancia vertical máxima entre niveles de boquillas se limitará 7,5 m, situando el nivel mínimo de boquillas a una altura mínima de 5 m por encima del suelo."

4 *En el párrafo 4.4.1 sustitúyase "30 mm de aceite" por "50 mm de combustible".*

5 *Enmiéndese el cuadro 2 como sigue:*

Ensayo N° 9, el tamaño de la bandeja pasará de "0,1 m²" a "0,5 m²".

Debajo del cuadro, sustitúyase la palabra "nota" por "notas".

Desígnese la nota existente como "1" y añádase una nueva nota "2" con el texto siguiente:

“2 No es preciso realizar los ensayos N° 4, 7, 8 y 13 en las sentinas con sistemas de protección contra incendios independientes ni dichos ensayos son aplicables a las sentinas cuya profundidad sea superior a 0,75 m (véase la sección 4.3).”

MSC/Circ.731
(12 julio 1996)

**Factores revisados que procede tener en cuenta
al proyectar los medios de respiración y
desgasificación de los tanques de carga**

1 El Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en su forma enmendada, comprende prescripciones relativas a medidas de seguridad contra incendios en buques tanque que figuran en las reglas II-2/59 y 62. En dichas reglas se estipulan medios de respiración, inertización, purga, desgasificación y ventilación.

2 El Subcomité de Protección contra Incendios ha examinado ciertas dificultades relacionadas con el proyecto de los medios de respiración y desgasificación de los tanques de carga y el Comité de Seguridad Marítima, en su 53° periodo de sesiones (8 al 17 de septiembre de 1986), aprobó la circular MSC/Circ.450 sobre los factores más importantes que procede tener en cuenta al proyectar los medios indicados en el párrafo 1. El Comité, en su 55° periodo de sesiones (11 al 20 de abril de 1988), revisó la antedicha circular la cual se distribuyó posteriormente como circular MSC/Circ.450/Rev.1.

3 El Comité, en su 66° periodo de sesiones (28 de mayo al 6 de junio de 1996) y tomando en consideración que se había elaborado la circular MSC/Circ.677 (Normas revisadas para el proyecto, la prueba y el emplazamiento de los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga de los buques tanque), revisó los antedichos factores más importantes, tal como se recoge en el anexo.

Anexo

Factores revisados que procede tener en cuenta
al proyectar los medios de respiración y
desgasificación de los tanques de carga

Régimen máximo de carga/descarga

El sistema de respiración se proyectará teniendo en cuenta el régimen máximo admisible de carga/descarga de cada tanque de carga o, si se trata de un sistema combinado de respiración, de cada grupo de tanques. Los regímenes de carga y descarga se utilizarán para proyectar el sistema de gas inerte a que se hace referencia en la regla II-2/62.3.1.

Desprendimiento de gases

La regla II-2/59.1.9.5 prescribe añadir al menos un 25% al régimen máximo de carga para tener en cuenta el aumento de volumen debido al desprendimiento de gases de la carga. Se podrá considerar un factor de desprendimiento superior cuando se trate de cargas muy volátiles.

Pérdida de presión a través de los dispositivos

Al proyectar el sistema de respiración se considerarán los datos relativos a la pérdida de presión a través de los dispositivos para impedir el paso de las llamas aprobados de conformidad con la circular MSC/Circ.677 e indicados en la regla II/2-59.1.5. Se tendrá en cuenta el ensuciamiento de los dispositivos.

Pérdida de presión en el sistema de respiración

Se efectuarán cálculos de pérdida de presión en los sistemas, incluidas tuberías, válvulas, curvas, accesorios, etc., para comprobar que la presión en el interior de los tanques de carga no excede de la presión que dichos tanques están destinados a soportar teniendo en cuenta lo expuesto en .2 y .3. Cuando se utilice un sistema combinado de respiración en conjunción con la carga simultánea de varios tanques de carga se considerará el efecto combinado de la presión de vapor generada en los tanques y el sistema de respiración.

Presión a la que se abren los respiraderos

Al seleccionar las válvulas apropiadas para el sistema de respiración se considerará la presión inicial de abertura de las válvulas de respiración.

Prevención del martilleo

En el caso de válvulas de respiración de gran velocidad se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzca accidentalmente un martilleo perjudicial que ocasione averías o rotura, con objeto de eliminarlo.

Densidad de la mezcla gaseosa

Se considerará la densidad máxima de las mezclas gaseosas que pueda darse en los tanques de carga habida cuenta de los tipos de carga que se proyecta transportar y sus temperaturas.

Proyecto para impedir el llenado excesivo de líquido

Cuando se instalen sistemas de control de reboses se tendrán en cuenta las condiciones dinámicas durante las operaciones de carga.

Emplazamiento de los orificios de respiración

Las distancias en sentido horizontal y vertical de los orificios de respiración estarán en consonancia con la regla II-2/59.

Clases de sistemas de respiración

Al considerar un sistema de respiración o un sistema de gas inerte común a más de un tanque se tendrá debidamente en cuenta la separación de la carga. Cuando el colector de gas inerte esté proyectado para la respiración de los tanques de carga, los medios complementarios de respiración de dichos tanques responderán a lo indicado en la regla II-2/62.11.3.

Medios de purga del sistema de respiración

Los medios de purga para los sistemas de respiración se proyectarán de conformidad con la regla II-2/59.1.4.

Desgasificación

Al proyectar un sistema de desgasificación de conformidad con los párrafos 2.2.2 y 2.2.3 de la regla II-2/59 se tendrán en cuenta los siguientes factores a fin de alcanzar la velocidad de salida necesaria:

- .1 las características de flujo de los ventiladores que se utilicen;
- .2 las pérdidas de presión que pueda ocasionar la disposición de los orificios de entrada y de salida de un tanque determinado;
- .3 la presión que se logre en el medio accionador del ventilador (por ejemplo, agua o aire comprimido); y
- .4 la densidad de las mezclas de vapor y aire de la carga según los distintos cargamentos que se transporten.

Otros

Las reparaciones y la renovación del sistema de respiración se efectuarán de conformidad con los parámetros originales del proyecto. Los factores indicados en los párrafos precedentes se tendrán en cuenta al efectuar modificaciones en el sistema de respiración.

Se entregará al capitán un manual que contenga información sobre los regímenes máximos de carga y descarga de cada tanque o grupo de tanques establecidos durante el proyecto del sistema de respiración conforme al párrafo 1 de la presente circular.

Los datos a que se hace referencia en el párrafo 4.3 de la circular MSC/Circ.677 se tendrán en cuenta al renovar los dispositivos mencionados en dicha circular.

MSC/Circ.777
(12 diciembre 1996)

**Indicación de los puestos de reunión
en los buques de pasaje**

1 El Comité de Seguridad Marítima, en su 67º periodo de sesiones (2 a 6 de diciembre de 1996), tomó nota de que la Conferencia SOLAS de 1995 sobre la seguridad de los buques de transbordo rodado, teniendo en cuenta la recomendación pertinente formulada por el Panel de expertos, decidió que con objeto de que los pasajeros de habla inglesa de los buques de pasaje de transbordo rodado, en particular, las entiendan mejor se utilizaran las palabras *"assembly station"* en vez de *"muster stations"*. En consecuencia, en las reglas II-2/28-1, "Vías de evacuación", y III/6 "Comunicaciones - Sistemas megafónicos en los buques de pasaje", aprobadas por la Conferencia, se utilizaron las palabras *"assembly station"*.

2 El Comité recordó que en su 66º periodo de sesiones (28 de mayo a 6 de junio de 1996) había aprobado (resolución MSC.47(66)) un nuevo capítulo III del Convenio SOLAS en el que se utilizaban las palabras *"muster station"*.

3 Habiendo observado la discrepancia anterior, el Comité decidió que a pie de página se añadiera la nota siguiente en relación con cualquier referencia a *"assembly stations"* en la versión inglesa del Convenio SOLAS enmendado:

" "Assembly station" has the same meaning as "muster station"."*

4 El Comité recomendó asimismo que con objeto de que los pasajeros de habla inglesa de los buques de pasaje las entiendan mejor, se utilicen a bordo las palabras *"assembly station"* según proceda.

5 Se pide a los Gobiernos Miembros que tomen las medidas oportunas de conformidad con las disposiciones de la presente circular.

MSC/Circ.798
(9 junio 1997)

Directrices para la aplicación de criterios de comportamiento y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de media expansión utilizados en los sistemas de extinción de incendios

1 En su 68° periodo de sesiones (28 de mayo a 6 de junio de 1997), el Comité de Seguridad Marítima aprobó las Directrices para la aplicación de criterios de comportamiento y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de media expansión utilizados en los sistemas de extinción de incendios, cuyo texto figura en el anexo.

2 Se recomienda a los Gobiernos Miembros que se cercioren de que las pruebas de homologación y las verificaciones periódicas de los concentrados de espuma de media expansión se realizan de conformidad con las directrices que figuran en el anexo.

Anexo

Directrices para la aplicación de criterios de comportamiento y ensayo y para la verificación de los concentrados de espuma de media expansión utilizados en los sistemas de extinción de incendios

1 Cuestiones generales

1.1 *Ámbito de aplicación*

Las presentes directrices son aplicables a los concentrados de espuma utilizados en los sistemas de extinción de incendios a base de espuma de media expansión a los que se hace referencia en la regla II-2/61 del Convenio SOLAS.

1.2 Definiciones

A los efectos de las presentes directrices regirán las definiciones siguientes:

1.2.1 *Espuma (para la lucha contra incendios)*: conglomerado de burbujas de aire en una solución acuosa de un concentrado de espuma adecuado.

1.2.2 *Solución de espuma*: solución de concentrado de espuma y agua.

1.2.3 *Concentrado de espuma*: líquido que al mezclarse con agua en la concentración adecuada produce una solución de espuma.

1.2.4 *Relación de expansión*: relación entre el volumen de espuma y el volumen de la solución con que se obtuvo la espuma.

1.2.5 *Coeficiente de dispersión*: medida de la aptitud de un líquido para extenderse espontáneamente a través de otro.

1.2.6 *Tiempo de desecación del 25% (50%)*: tiempo necesario para que se deseque el 25% (50%) del contenido líquido de una espuma.

1.2.7 *Aplicación suave*: aplicación de espuma a la superficie de un combustible líquido por medio de un tablero, la pared de un tanque u otra superficie.

1.2.8 *Sedimento*: partículas insolubles existentes en el concentrado de espuma.

2 Procedimiento de muestreo

2.1 El método de muestreo deberá garantizar la obtención de muestras representativas que se guardarán en recipientes llenos.

2.2 El volumen de la muestra deberá ser el siguiente:

- .1 30 l para las pruebas de homologación (véase la sección 3); y
- .2 2 l para las verificaciones periódicas (véase la sección 4).

3 Ensayos de homologación de los concentrados de espuma

Para efectuar la homologación de un concentrado de espuma se deberán realizar los ensayos indicados en 3.1 a 3.10. Estos ensayos se deberán llevar a cabo en laboratorios que sean aceptables a juicio de la Administración.

3.1 Congelación y descongelación

3.1.1 Tanto antes como después de acondicionar la temperatura según se indica en el párrafo 3.1.2, no se deberán observar en el concentrado de espuma señales de estratificación, falta de homogeneidad o sedimentación.

3.1.2 Ensayo de congelación y descongelación

.1 Aparatos:

- .1 cámara de congelación que permita obtener las temperaturas requeridas en .2.1 *infra*;
- .2 tubo de polietileno de aproximadamente 10 mm de diámetro y 400 mm de largo, sellado y lastrado en un extremo y provisto de distanciadores adecuados. (La figura 1 de la circular MSC/Circ.582 ilustra una disposición típica); y
- .3 probeta graduada de 500 ml, de aproximadamente 400 mm de altura y 65 mm de diámetro.

.2 Procedimiento:

- .1 fíjese la temperatura de la cámara de congelación a 10°C por debajo del punto de congelación de la muestra, medida de conformidad con la sección 1.3 de la norma BS 5117 (excluido el párrafo 5.2 de dicha norma).

Para evitar que se rompa el vidrio de la probeta debido a la expansión del concentrado de espuma al congelarse, introdúzcase el tubo dentro de la probeta con el extremo sellado hacia abajo, lastrado en caso necesario para evitar que flote, y con los distanciadores dispuestos de forma que permanezca aproximadamente en el eje central de la probeta.

Colóquese la muestra dentro del cuerpo de la probeta, enfríese y manténgase durante 24 h a la temperatura prescrita. Al finalizar este periodo, descongélese la muestra durante un tiempo comprendido entre 24 h como mínimo y 96 h como máximo a un intervalo de temperatura ambiente comprendido entre 20°C y 25°C;

- .2 repítase tres veces el procedimiento indicado en .2.1 *supra* para efectuar cuatro ciclos de congelación y descongelación;
- .3 compruébese si la muestra presenta señales de estratificación o falta de homogeneidad; y
- .4 acondiciónese la muestra durante 7 días a 60°C y luego durante un día a la temperatura ambiente.

3.2 Estabilidad térmica

Un recipiente de 20 l sin abrir (u otro recipiente estándar para usos marítimos), suministrado por el fabricante de una misma partida, se deberá mantener durante 7 días a 60°C y luego un día a la temperatura ambiente. Una vez realizado este acondicionamiento, el líquido de espuma, tras haber sido agitado o sacudido, se deberá someter al ensayo de exposición al fuego indicado en 3.8 y cumplir lo dispuesto en las presentes directrices.

3.3 Sedimentación

3.3.1 Todo sedimento de un concentrado preparado de conformidad con la sección 2 deberá poder atravesar un tamiz de 180 μm , y el volumen porcentual del sedimento no deberá ser superior al 0,25% cuando se someta a ensayo de conformidad con lo dispuesto en 3.3.2.

3.3.2 El ensayo se deberá llevar a cabo como se indica a continuación:

.1 Aparatos:

- .1** tubos de centrifugación graduados;
- .2** centrifugadora que funcione a $6\,000 \pm 100 \text{ m/s}^2$;
- .3** tamiz de 180 μm que satisfaga la norma ISO 3310-1; y
- .4** matraz de lavado de plástico.

Nota: Se podrá utilizar una centrifugadora y tubos que satisfagan la norma ISO 3734.

.2 Procedimiento:

Centrifúguese cada muestra durante 10 min. Determínese el volumen de sedimento y el porcentaje de este volumen con respecto al de la muestra centrifugada. Lávese el contenido del tubo de centrifugación a través del tamiz y compruébese si el sedimento puede o no atravesarlo al aplicarle el chorro del matraz de lavado de plástico.

Nota: Es posible que este método de ensayo no sea adecuado para algunos concentrados de espuma no newtonianos. En este caso se deberá aplicar otro método que la Administración juzgue satisfactorio, de modo que pueda comprobarse el cumplimiento de esta prescripción.

3.4 Viscosidad cinemática

3.4.1 El ensayo se deberá llevar a cabo con arreglo a las normas ASTM D 445-86 o ISO 3104. La viscosidad cinemática no deberá exceder de 200 mm^2/s .

3.4.2 El método para determinar la viscosidad de concentrados de espuma no newtonianos deberá ser satisfactorio a juicio de la Administración.

3.5 *Valor del pH*

El valor del pH del concentrado de espuma no deberá ser inferior a 6 ni superior a 10 a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

3.6 *Relación de expansión*

3.6.1 El ensayo se deberá realizar con arreglo a lo dispuesto en 3.6.2, utilizando agua de mar a una temperatura aproximada de 20°C . También podrá utilizarse agua de mar artificial que reúna las características indicadas en 3.6.3. La relación de expansión obtenida con los generadores de espuma utilizados a bordo deberá ser semejante a la obtenida con los generadores de espuma durante el ensayo de exposición al fuego.

3.6.2 Determinación de la relación de expansión:

.1 Aparatos:

- .1** un recipiente de plástico de un volumen (V) de 200 l aproximadamente y una precisión de ± 2 l;

(En el documento ISO 7203-2 figura un ejemplo de este tipo de aparato)

- .2** equipo productor de espuma de media expansión que al someterse a ensayo con agua produzca un caudal no inferior a $3 \pm 0,1$ l/min con una presión de la lanza de $5 \pm 0,1$ bar.

(En el documento ISO 7203-2 figura un ejemplo de este tipo de aparato).

.2 Procedimiento:

- .1** mójese el recipiente por dentro y pésese (W_1). Instálese el equipo productor de espuma y regúlese la presión de la lanza a $5 \pm 0,1$ bar. Con el dispositivo de descarga cerrado, llénese el recipiente de espuma. En cuanto el recipiente esté lleno, interrúmpase la operación e iguálase la superficie de la espuma al nivel del borde. Pésese el recipiente (W_2). Durante la operación de llenado, manténgase cerrado el dispositivo de descarga situado en el fondo del recipiente hasta que se haya determinado el peso total de la espuma;
- .2** calcúlese la expansión E mediante la ecuación siguiente:

$$E = \frac{V}{W_2 - W_1}$$

donde se supone que la densidad de la solución de espuma es de 1,0 kg/l;

V es el volumen del recipiente, en ml;

W_1 es la masa del recipiente vacío, en gramos; y

W_2 es la masa del recipiente lleno, en gramos;

- .3 ábrase el dispositivo de desecación y mézase el tiempo que tarda en producirse una desecación del 50% (véase 3.7.1 *infra*).

Determinése la desecación colocando el recipiente en una balanza y registrando la pérdida de peso, o bien recogiendo la solución de espuma desecada en una probeta.

- 3.6.3** Se puede obtener agua de mar artificial disolviendo:

25 g de cloruro sódico (NaCl),
 11 g de cloruro de magnesio ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$),
 1,6 g de cloruro cálcico ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$),
 4 g de sulfato sódico (Na_2SO_4)
 por cada litro de agua potable.

3.7 *Tiempo de desecación*

- 3.7.1** El tiempo de desecación se deberá determinar de conformidad con 3.6.2.3 una vez que se haya determinado la relación de expansión.

3.7.2 El ensayo se deberá realizar con agua de mar a una temperatura aproximada de 20°C. Se puede utilizar agua de mar artificial que reúna las características indicadas en 3.6.3.

3.7.3 El tiempo de desecación obtenido con los generadores de espuma utilizados a bordo deberá ser semejante al obtenido con los generadores de espuma durante el ensayo de exposición al fuego.

3.8 *Ensayos de exposición al fuego*

Los ensayos de exposición al fuego se deberán realizar de conformidad con lo indicado en 3.8.1 a 3.8.7 siguientes.

Nota: Los ensayos de exposición al fuego descritos en esta sección son más costosos y requieren más tiempo que los demás ensayos descritos en las presentes directrices. Se recomienda que los ensayos de exposición al fuego se realicen al final del programa de ensayos para evitar el gasto de realizar pruebas innecesarias con concentrados de espuma que no se ajustan a lo prescrito en otros aspectos.

3.8.1 Condiciones ambientales

- .1 Temperatura del aire: $15 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- .2 Velocidad máxima del viento: 3 m/s cerca de la bandeja de ensayo.

3.8.2 Registro de los datos

Durante el ensayo de exposición al fuego, se deberá registrar lo siguiente:

- .1 si el ensayo se realiza bajo techo o al aire libre;
- .2 la temperatura del aire;
- .3 la temperatura del combustible;
- .4 la temperatura del agua;
- .5 la temperatura de la solución de espuma;
- .6 la velocidad del viento; y
- .7 el tiempo de extinción.

3.8.3 Solución de espuma

- .1 Prepárese una solución de espuma siguiendo las recomendaciones del proveedor en lo que respecta a la concentración, el tiempo máximo de mezcla preliminar, la compatibilidad con el equipo de ensayo, las medidas destinadas a evitar la contaminación por otros tipos de espuma, etc.
- .2 El ensayo se deberá llevar a cabo con agua de mar a una temperatura aproximada de 20°C . Se puede emplear agua de mar artificial que reúna las características indicadas en el párrafo 3.6.3.

3.8.4 Aparatos

.1 Bandeja de ensayo:

Bandeja de ensayo circular de acero con las dimensiones siguientes:

- | | |
|---|---------------------------|
| - diámetro en el borde: | $1\,480 \pm 15\text{ mm}$ |
| - profundidad: | $150 \pm 10\text{ mm}$ |
| - espesor nominal de la pared de acero: | 2,5 mm |

Nota: La bandeja tiene un área aproximada de $1,73\text{ m}^2$.

.2 Equipo productor de espuma:

De conformidad con lo indicado en el subpárrafo 3.6.2.1.

3.8.5 Combustible

Se deberá utilizar una mezcla de hidrocarburos alifáticos cuyas propiedades físicas se ajusten a la especificación siguiente:

- .1 gama de destilación: 84°C–105°C
- .2 diferencia máxima entre los puntos de ebullición inicial y final: 10°C
- .3 contenido aromático máximo: 1%
- .4 densidad a 15°: 707,5 ± 2,5 kg/m³
- .5 temperatura: alrededor de 20°C.

Nota: Combustibles típicos que cumplen esta especificación son el heptano normal y ciertas fracciones de disolventes, que a veces se denominan heptano comercial.

La Administración podrá exigir que se realicen ensayos adicionales de exposición al fuego utilizando otro combustible de prueba.

3.8.6 Procedimiento de ensayo

3.8.6.1 Colóquese la bandeja directamente en el suelo y verifíquese que está a nivel. Añádanse aproximadamente 30 l de agua dulce y 55 ± 2 l de combustible, de modo que la distancia nominal hasta el borde sea de 100 mm.

3.8.6.2 Antes de que transcurran 5 min de haber añadido el combustible, enciéndase éste y déjese arder libremente durante un periodo no inferior a 180 s después de que se haya prendido totalmente. Colóquese el equipo generador de espuma a la misma altura del borde superior de la bandeja según se indica en la figura 1. Al cabo de 200 ± 5 s de haberse prendido toda la superficie, aplíquese la espuma a lo largo de la pared de la bandeja durante 120 ± 2 s. Regístrese el tiempo de extinción, que será el tiempo transcurrido desde el inicio de la aplicación de la espuma hasta la extinción.

3.8.7 Límites admisibles

Porcentaje del tiempo de extinción: no superior a 120 s.

3.9 Corrosividad

El recipiente de almacenamiento será compatible con el concentrado de espuma que contenga, durante la vida de servicio de la misma, de manera que las propiedades químicas y físicas de la espuma no desciendan por debajo de los valores iniciales aceptados por la Administración.

3.10 Masa volúmica

De conformidad con la norma ASTM D 1298-85.

4 Verificación periódica de los concentrados de espuma almacenados a bordo

Se señala a la atención de la Administración que determinadas condiciones de almacenamiento (temperatura ambiente excesiva, tanques sin llenar completamente, etc.) pueden producir un envejecimiento anormal de los concentrados.

Para verificar periódicamente el concentrado de espuma se deberán realizar los ensayos indicados en 4.1 a 4.5. Dichos ensayos se deberán llevar a cabo en laboratorios que sean aceptables a juicio de la Administración.

Las desviaciones de los valores obtenidos en tales ensayos con respecto a los obtenidos durante las pruebas de homologación deberán hallarse dentro de unos límites aceptables a juicio de la Administración.

Los ensayos indicados en 4.1, 4.3 y 4.4 se deberán realizar con muestras mantenidas a 60°C durante 24 h y enfriadas posteriormente hasta alcanzar la temperatura de ensayo.

4.1 Sedimentación

De conformidad con 3.3 *supra*.

4.2 Valor del pH

De conformidad con 3.5 *supra*.

4.3 Relación de expansión

De conformidad con 3.6 *supra*.

4.4 Tiempo de desecación

De conformidad con 3.7 *supra*.

4.5 Masa volúmica

De conformidad con 3.10 *supra*.

5 Intervalos entre las verificaciones periódicas

5.1 La primera verificación periódica de los concentrados de espuma almacenados a bordo se deberá realizar al cabo de un periodo de 3 años y, seguidamente, cada año.

5.2 Se deberá mantener a bordo un registro de la edad de los concentrados de espuma y de las verificaciones subsiguientes.

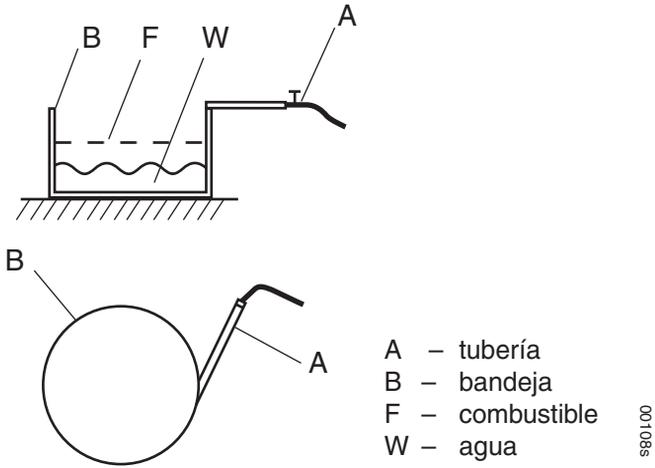


Figura 1 - Disposición para el ensayo de exposición al fuego de una espuma de media expansión

MSC/Circ.848
(8 junio 1998)

Directrices revisadas para la aprobación de sistemas fijos de extinción de incendios por gas equivalentes a los indicados en el Convenio SOLAS 1974 para los espacios de máquinas y las cámaras de bombas de carga

1 El Comité de Seguridad Marítima aprobó en su 67° periodo de sesiones (2 a 6 de diciembre de 1996) mediante la circular MSC/Circ.776, las Directrices para la aprobación de sistemas equivalentes fijos de extinción de incendios por gas, citados en el Convenio SOLAS 1974, para los espacios de máquinas y las cámaras de bombas de carga.

2 El Subcomité de Protección contra Incendios reconoció en su 42° periodo de sesiones (8 a 12 de diciembre de 1997) que era necesario realizar una mejora técnica de dichas Directrices a fin de que se puedan implantar adecuadamente y, a tal efecto, elaboró unas enmiendas a las mismas.

3 El Comité aprobó en su 69° periodo de sesiones (del 11 al 20 de mayo de 1998) Directrices revisadas para la aprobación de sistemas fijos de extinción de incendios por gas equivalentes a los indicados en el Convenio SOLAS 1974 para los espacios de máquinas y las cámaras de bombas de carga, que figuran en el anexo, las cuales sustituyen a las directrices de la circular MSC/Circ.776.

4 Se invita a los Gobiernos Miembros que apliquen estas Directrices cuando aprueben sistemas equivalentes de extinción de incendios por gas para los espacios de categoría A para máquinas y las cámaras de bombas de carga.

Anexo

Directrices revisadas para la aprobación de sistemas fijos de extinción de incendios por gas equivalentes a los indicados en el Convenio SOLAS 1974 para los espacios de máquinas y las cámaras de bombas de carga

Cuestiones generales

1 Es preciso demostrar que los sistemas fijos de extinción de incendios equivalentes a los sistemas de extinción de incendios prescritos en las reglas II-2/7 y II-2/63 del Convenio SOLAS que se utilicen en los espacios de categoría A para máquinas y en las cámaras de bombas de carga poseen el mismo grado de fiabilidad que el considerado apropiado para el funcionamiento de los sistemas fijos de extinción de incendios por gas aprobados de conformidad con lo dispuesto en la regla II-2/5 del Convenio SOLAS. Asimismo, es preciso demostrar mediante la prueba pertinente que dichos sistemas son aptos para extinguir los diferentes tipos de incendio que se pueden producir en la cámara de máquinas de un buque.

Prescripciones principales

2 Serán aplicables todas las prescripciones de las reglas II-2/5.1, 5.3.1, 5.3.2 y 5.3.3 del Convenio SOLAS, a reserva de las modificaciones efectuadas en las presentes directrices.

3 La concentración extintora mínima se deberá determinar mediante un ensayo con quemador de vaso que la Administración juzgue aceptable. La concentración de proyecto debe ser superior en un 20% como mínimo a la concentración extintora. Dichas concentraciones se deberán comprobar mediante la prueba a escala natural descrita en el método de ensayo que figura en el apéndice.

4 En los sistemas que utilicen hidrocarburos halogenados limpios, el 95% de la concentración de proyecto se deberá descargar en 10 s como máximo. En los sistemas que utilicen gas inerte, el tiempo de descarga del 85% de la concentración de proyecto no excederá de 120 s.

5 La cantidad de agente extintor destinada al espacio protegido debe calcularse a la temperatura ambiente mínima prevista utilizando la concentración de proyecto basada en el volumen neto del espacio protegido, comprendido el guardacalor.

5.1 El volumen neto de un espacio protegido es la parte del volumen bruto del espacio que es accesible al gas liberado que actúa como agente extintor.

5.2 Al calcular el volumen neto de un espacio protegido, dicho volumen debe incluir el volumen de sentina, el del guardacalor y el del aire libre contenido en depósitos de aire que en caso de incendio se descarga en el espacio protegido.

5.3 Los objetos que ocupan volumen en el espacio protegido se deben sustraer del volumen bruto del espacio. Entre éstos se incluyen, aunque la lista no es exhaustiva, los siguientes:

- maquinaria auxiliar;
- calderas;
- condensadores;
- evaporadores;
- motores principales;
- engranajes de reducción;
- tanques; y
- troncos.

5.4 Las modificaciones ulteriores del espacio protegido que alteren el volumen neto del mismo exigirán que se ajuste la cantidad de agente extintor a fin de cumplir lo prescrito en el presente párrafo y en el párrafo 6.

6 No se debe usar ningún sistema de supresión de incendios que sea cancerígeno, mutagénico o teratogénico a las concentraciones que se prevé utilizar. Tampoco se debe usar agente alguno en concentraciones superiores a las del nivel de sensibilización cardíaca de efecto nocivo no observable sin instalar los mandos estipulados en las reglas II-2/5.2.5.1 y 5.2.5.2 del Convenio SOLAS. En ningún caso se debe usar un agente extintor por encima del nivel mínimo de efecto nocivo observable ni a una concentración letal aproximada, calculada en función del volumen neto del espacio protegido a la temperatura ambiente máxima prevista.

7 El sistema y sus componentes deben estar proyectados de modo que soporten los cambios de temperatura ambiente, las vibraciones, la humedad, los golpes y choques, la obstrucción y la corrosión que normalmente existen en los espacios de máquinas o las cámaras de bombas de carga de los buques.

8 El sistema y sus componentes deben estar proyectados e instalados de conformidad con unas normas internacionales aceptables para la Organización* y se deben fabricar y someter a prueba de modo que la Administración juzgue satisfactorio. Como mínimo, las normas relativas al proyecto y a la instalación deben abarcar los elementos siguientes:

* Hasta que se elaboren normas internacionales se deben utilizar las normas nacionales que la Administración juzgue satisfactorias. Entre éstas cabe citar las normas de Australia, el Reino Unido y la NFPA 2001.

- .1** seguridad:
 - toxicidad;
 - ruido, descarga por las lanzas; y
 - productos de la descomposición;
- .2** proyecto y disposición del recipiente de almacenamiento:
 - prescripciones sobre la resistencia;
 - densidad máxima/mínima de la carga, escala de temperaturas de servicio;
 - indicación de la presión y el peso;
 - reducción de la presión; y
 - determinación de los agentes y prescripciones sobre agentes letales;
- .3** normas sobre la provisión, cantidad y calidad del agente;
- .4** tuberías y accesorios:
 - resistencia, material, propiedades, resistencia al fuego; y
 - prescripciones sobre la limpieza;
- .5** válvulas:
 - prescripciones sobre el ensayo;
 - resistencia a la corrosión; y
 - compatibilidad con el elastómero;
- .6** lanzas:
 - prescripciones sobre la altura y el área del ensayo; y
 - resistencia a la corrosión y a temperaturas elevadas;
- .7** sistemas de accionamiento y control:
 - prescripciones sobre el ensayo; y
 - prescripciones sobre el sistema auxiliar de suministro de energía;
- .8** alarmas e indicadores:
 - alarma de predescarga, alarmas de descarga del agente como retardadores;
 - interruptores de parada;
 - prescripciones sobre el circuito de vigilancia; y
 - señales de aviso y alarmas acústicas y visuales que se deben situar junto a cada entrada del espacio pertinente, según proceda;

- .9** cálculo del flujo del agente:
 - aprobación y ensayo del método de cálculo de proyecto; y
 - pérdidas de los accesorios y/o longitud equivalente;
- .10** prescripciones sobre la integridad y fugas de la sala de ensayos:
 - fugas de la sala de ensayos;
 - aberturas; y
 - dispositivos de enclavamiento para la ventilación mecánica;
- .11** prescripciones sobre la concentración de proyecto, cantidad total de inundación;
- .12** tiempo de descarga; y
- .13** prescripciones sobre inspección, mantenimiento y ensayo.

9 El tipo de lanza, la separación máxima entre lanzas, la altura máxima y la presión mínima de las lanzas deberán encontrarse dentro de los límites de la prueba de extinción de incendios del método de ensayo propuesto.

10 Se deberán tomar medidas para verificar que las vías de evacuación que estén expuestas a fugas procedentes del espacio protegido no se transformen en peligrosas durante o después de la descarga del agente. En los puestos de mando y demás lugares que requieran dotación durante un incendio debe haber dispositivos que mantengan en los mismos el ácido fluorhídrico y el ácido clorhídrico por debajo de cinco partes por millón. Las concentraciones de otros productos se deben mantener por debajo de las concentraciones que se consideren potencialmente peligrosas durante el tiempo exigido de la exposición.

11 Los recipientes de los agentes se pueden almacenar en un espacio de máquinas protegido si se hallan distribuidos por todo ese espacio y se cumplen las disposiciones de la regla II-2/5.3.3 del Convenio SOLAS. La disposición de los recipientes y de los circuitos eléctricos y las tuberías esenciales para poner en funcionamiento el sistema debe ser tal que, aun en caso de que sufra daños cualquiera de las líneas de conducción de energía a causa de un incendio o una explosión en el espacio protegido, (es decir, que se utiliza el concepto de un solo fallo) se puedan descargar al menos cinco sextos de la cantidad estipulada en el párrafo 5 del presente anexo para la extinción de incendios, habida cuenta de lo prescrito en cuanto a la distribución uniforme del agente extintor en todo el espacio. Las medidas que se tomen respecto de los sistemas para espacios en los que sólo sean necesarios seis recipientes como máximo deberán ser satisfactorias a juicio de la Administración.

12 El tiempo de retención del agente debe ser como mínimo de 15 min.

13 La descarga de un agente extintor puede producir una sobrepresión o una subpresión considerable en el espacio protegido. Se deben tomar medidas para que las presiones producidas se ajusten a límites aceptables.

14 En todos los buques, el manual del proyecto del sistema de extinción de incendios debe indicar los procedimientos recomendados para el control de los productos de la descomposición de los agentes. El funcionamiento de los medios de extinción de incendios de los buques de pasaje no debe entrañar riesgos para la salud debido a la descomposición de los agentes extintores; por ejemplo, en los buques de pasaje no se deben descargar los productos de la descomposición en las proximidades de los puestos de reunión.

Apéndice

Método de ensayo de exposición al fuego de los sistemas fijos de extinción de incendios por gas

1 Alcance

1.1 El método de ensayo descrito en el presente documento está destinado a evaluar la eficacia de los sistemas fijos de extinción de incendios por gas para proteger los espacios de máquinas de categoría A y las cámaras de bombas de carga.

1.2 Se excluyen los sistemas de extinción de incendios comprendidos en la regla II-2/5 del Convenio SOLAS, en su forma enmendada.

1.3 El método de ensayo abarca las prescripciones mínimas de extinción de incendios.

1.4 El método de ensayo es aplicable a los gases, gases licuados y mezclas de gases. No es válido para los gases extintores mezclados con compuestos en estado sólido o líquido en condiciones ambientales.

1.5 El programa de ensayos tiene dos objetivos, a saber: 1) establecer la eficacia de un determinado agente extintor en su concentración de ensayo y 2) establecer que el sistema de distribución del agente en cuestión introduce éste en la sala de ensayos de manera que llene por completo la misma con objeto de alcanzar una concentración que permita extinguir las llamas en todos los puntos.

2 Muestras

El fabricante debe suministrar los componentes que se van a someter a prueba, junto con los criterios de proyecto e instalación, instrucciones, dibujos y datos técnicos suficientes para la identificación de los componentes.

3 Método de ensayo

3.1 *Principio*

Este procedimiento de ensayo permite determinar la eficacia de los distintos sistemas de extinción por agentes gaseosos en casos de incendios de chorro, de charco y de clase A.

3.2 *Aparatos*

3.2.1 Sala de ensayos

Los ensayos se deben llevar a cabo en una sala de 100 m² cuya dimensión horizontal no sea inferior a 8 m y que tenga una altura hasta el cielo raso

de 5 m. En la sala debe haber una puerta de acceso, que se pueda cerrar, de unos 4 m² de superficie. Además, en el cielo raso habrá tragaluces de ventilación que se puedan cerrar de 6 m² de superficie total como mínimo.

3.2.2 Integridad de la sala de ensayos

La sala de ensayos será nominalmente estanca cuando se cierren las puertas y tragaluces. La integridad de las juntas de las puertas, tragaluces y otras penetraciones (por ejemplo, lumbrreras de acceso a los instrumentos) se verificará antes de cada ensayo.

3.2.3 Modelo de máquina

- .1 El modelo de máquina, de 1 m x 3 m x 3 m (anchura x longitud x altura) se debe construir con chapa de acero de 5 mm de espesor nominal. El modelo debe llevar dos tubos de acero, de 0,3 m de diámetro y 3 m de longitud que simulan los colectores de escape y una plancha de acero sólido. En la parte superior del modelo se pondrá una bandeja de 3 m². Véanse las figuras 1, 2 y 3.
- .2 Se colocará en el suelo, alrededor del modelo, una plancha de 4 m x 6 m x 0,75 m de altura. Se dispondrá lo necesario para colocar las bandejas de combustible descritas en el cuadro 1 del modo indicado en la figura 2.

3.2.4 Instrumentos

Se emplearán instrumentos para medir y registrar de forma continua las condiciones de los ensayos. Se deben hacer las operaciones siguientes:

- .1 medir la temperatura en tres posiciones verticales (por ejemplo, 1 m, 2,5 m y 4,5 m);
- .2 medir la presión en la sala de ensayos;
- .3 tomar muestras y hacer análisis, a la altura media de la sala, para determinar los niveles de oxígeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono y los productos ácidos pertinentes del halógeno, como, por ejemplo yoduro de hidrógeno, ácido fluorhídrico, ácido clorhídrico;
- .4 disponer los medios para determinar los indicadores de extinción de la llama;
- .5 medir la presión en la lanza de combustible en el caso de incendios por nebulización;
- .6 medir la velocidad de flujo del combustible en el caso de incendios de chorro;
- .7 medir la presión en la lanza de descarga.

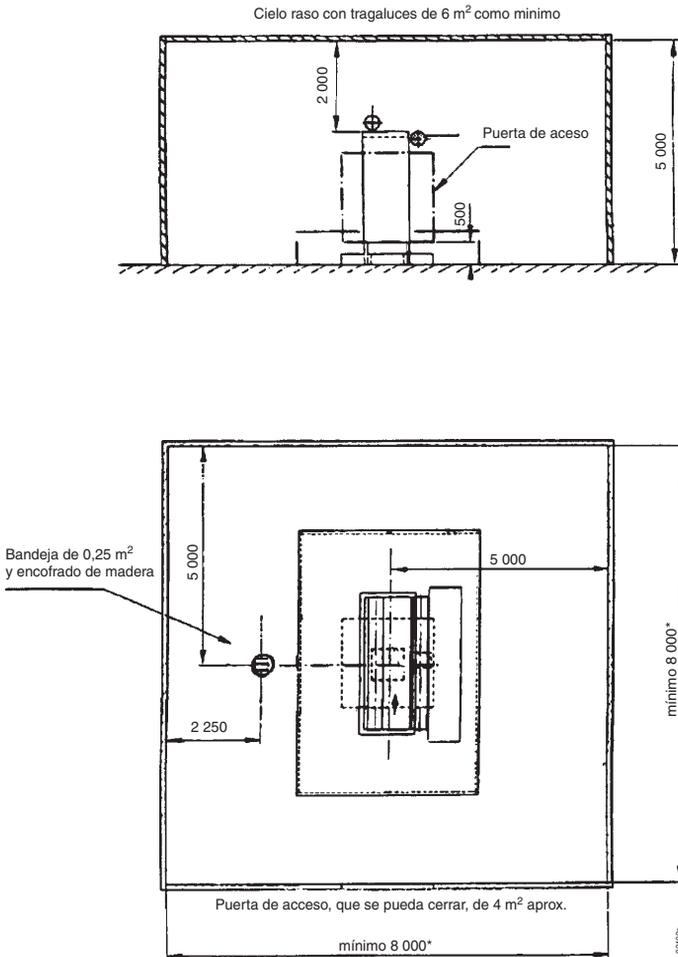


Figura 1

3.2.5 Lanzas

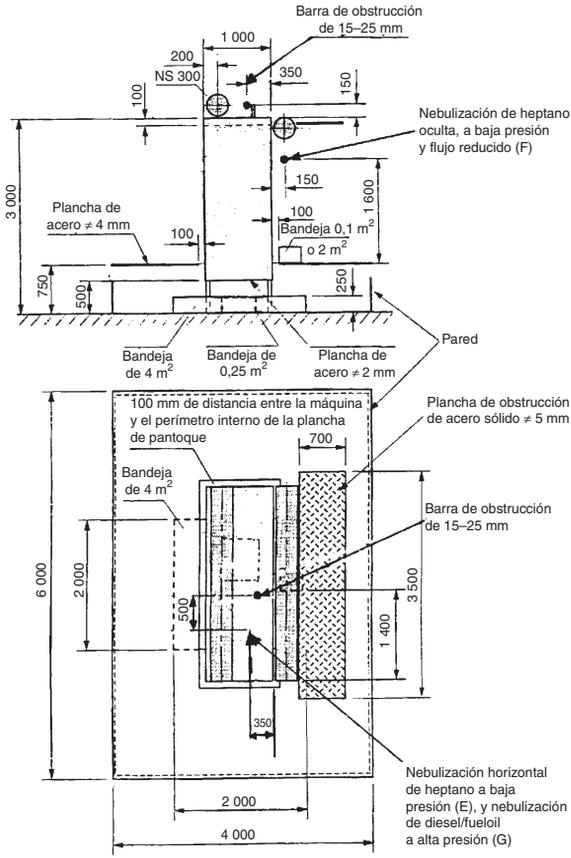
3.2.5.1 Para los ensayos las lanzas se deben instalar como máximo a 1 m del cielo raso.

3.2.5.2 Si se usa más de una lanza se deben colocar de forma simétrica.

3.2.6 Temperatura de la sala de ensayos

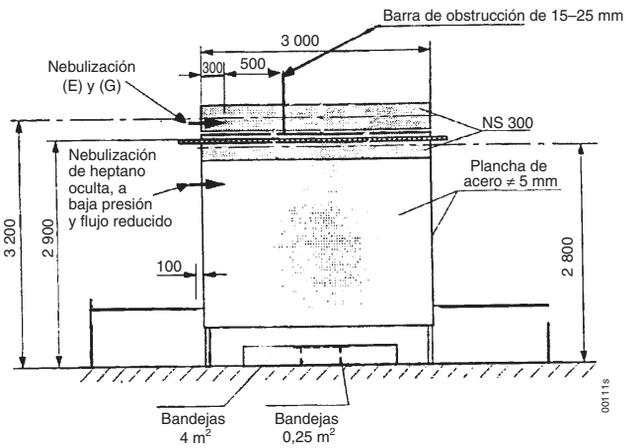
Debe anotarse la temperatura ambiente de la sala de ensayos al comienzo de los mismos con objeto de que sirva de base para calcular la concentración que se supone que alcanzará el agente a esa temperatura y con el peso de ese agente aplicado al volumen de ensayo.

* El área debiera ser de 100 m².



001105

Figura 2



001115

Figura 3

3.3 Incendios y programa de ensayos

3.3.1 Tipos de incendio

En el programa de ensayos descrito en el cuadro 3 se aplicarán los incendios de ensayo descritos en el cuadro 1.

Cuadro 1 – Parámetros de los incendios de ensayo

Incendio	Tipo	Combustible	Envergadura del incendio, MW	Observaciones
A	76-100 mm bote ID	Heptano	0,0012 a 0,002	Indicios
B	Bandeja de 0,25 m ²	Heptano	0,35	
C	Bandeja de 2 m ²	Diesel/fueloil	3	Véase la nota 1
D	Bandeja de 4 m ²	Diesel/fueloil	6	Véase la nota 1
E	Nebulización a baja presión	Heptano 0,16 ± 0,01 kg/s	5,8	
F	Nebulización baja presión, flujo lento	Heptano 0,03 ± 0,005 kg/s	1,1	
G		Nebulización, alta presión	Diesel/fueloil 0,05 ± 0,002 kg/s	1,8
H	Encofrado de madera	Abeto o pino	0,3	Véase la nota 2
I	Bandeja de 0,10 m ²	Heptano	0,14	

Notas correspondientes al cuadro 1:

¹ Por diesel/fueloil se entiende diesel ligero o fueloil comercial.

² El encofrado de madera debe ser sustancialmente el mismo que se describe en la norma ISO/TC 21/SC5/WG 8 ISO, Proyecto de norma internacional de la ISO, "Sistemas de extinción de incendio por gas, parte 1: Prescripciones generales". El encofrado consistirá en seis maderos de abeto o pino, de 50 mm x 50 mm x 450 mm de longitud, secados en horno, con un contenido de humedad de entre 9 y 13%. Los maderos se colocarán en cuatro capas alternas a ángulos rectos entre sí. Los maderos se espaciarán de forma pareja formando una estructura cuadrada.

La ignición del encofrado se obtendrá quemando heptano comercial en una bandeja cuadrada de acero de 0,25 m² de superficie. Durante el periodo de precombustión el encofrado se colocará encima del centro de la bandeja a una distancia de 300 a 600 mm.

Cuadro 2 – Parámetros de los incendios de chorro de ensayo

Tipo de incendio	Baja presión (E)	Baja presión, flujo reducido (F)	Presión alta (G)
Lanza nebulizadora	Ángulo de nebulización amplio (120 a 125°), tipo completamente cónico	Ángulo de nebulización amplio (80°), tipo completamente cónico	Ángulo normal (a 6 bares), tipo completamente cónico
Presión nominal del combustible	8 bares	8,5 bares	150 bares
Flujo del combustible	0,16 ± 0,01 kg/s	0,03 ± 0,005 kg/s	0,05 ± 0,002 kg/s
Temperatura del combustible	20 ± 5°C	20 ± 5°C	20 ± 5°C
Régimen nominal de desprendimiento de calor	5,8 ± 0,6 MW	1,1 ± 0,1 MW	1,8 ± 0,2 MW

3.3.2 Programa de incendios de ensayo

En el programa de incendios de ensayo se deben hacer ensayos únicos o combinados, según se indica en el cuadro 3.

3.3.2.1 Cada nuevo gas o mezcla de gases extintores se debe someter a todos los ensayos aplicables al cuadro 3.

3.3.2.2 Sólo se exigirá el ensayo N° 1 para evaluar las nuevas lanzas y el equipo del sistema de distribución conexo para los sistemas que emplean extintores de incendios que han superado con éxito los ensayos que se prescriben en 3.3.2.1. El ensayo N° 1 se efectuará para establecer y verificar la presión de proyecto mínima de la lanza especificada por el fabricante.

3.4 Sistema de extinción

3.4.1 Instalación del sistema

El sistema de extinción se debe instalar de conformidad con el proyecto y las instrucciones del fabricante. La distancia vertical máxima debe ser de 5 m.

3.4.2 Agente

3.4.2.1 Concentración de proyecto

La concentración de proyecto del agente extintor es aquélla (en porcentaje de volumen) que el proyectista del sistema exige para la aplicación del sistema de prevención de incendios.

Cuadro 3 – Programa de ensayos

Ensayo N°	Combinaciones de incendios (Véase el cuadro 1)
1	A: Controles, 8 esquinas. Véase la nota 1
2-a Véase la nota 2	B: Bandeja de heptano de 0,25 m ² debajo del modelo de máquina E: Nebulización horizontal a baja presión dirigida a una varilla de 15–25 mm a 0,5 m de distancia G: Nebulización a alta presión de diesel/fueloil encima del modelo de máquina Carga de fuego total: 7,95 MW
2-b Véase la nota 2	B: Bandeja de heptano de 0,25 m ² debajo del modelo I: Bandeja de heptano de 0,10 m ² en plancha superior centrada debajo de una plancha de obstrucción de acero sólido Carga de fuego total: 0,49 MW
3	C: Bandeja de diesel/fueloil de 2 m ² en plancha superior centrada debajo de una plancha de obstrucción de acero sólido H: Encofrado colocado según se indica en la figura 1 F: Nebulización horizontal a baja presión y flujo reducido – oculta – haciendo impacto en la pared interior del modelo de máquina Carga de fuego total: 4,4 MW
4	D: Bandeja de diesel de 4 m ² debajo del modelo de máquina Carga de fuego total: 6 MW

Notas correspondientes al cuadro 3:

- ¹ Los botes testigo de incendio se colocarán en los siguientes lugares:
- en las esquinas superiores de la sala de ensayos a 150 mm por debajo del cielo raso y a 50 mm de cada pared;
 - en las esquinas del suelo, a 50 mm de las paredes.
- ² El ensayo 2-a se utilizará para evaluar los sistemas extintores cuyos tiempos de descarga sean inferiores o iguales a 10 s.
El ensayo 2-b se utilizará para evaluar los sistemas extintores cuyos tiempos de descarga sean superiores a 10 s.

3.4.2.2 Concentración de ensayo

La concentración del agente extintor que procede usar en los ensayos de extinción de incendios debe ser la de proyecto especificada por el fabricante del sistema de extinción, excepto por lo que se refiere al ensayo N° 1 que se llevará a cabo con el 83% de la concentración de proyecto recomendada por el fabricante, si bien en ningún caso será inferior a la concentración necesaria para la extinción del fuego en el quemador acopado.

3.4.2.3 Cantidad del agente

La cantidad del agente extintor que procede usar se debe determinar de la siguiente manera:

3.4.2.3.1 Agentes halogenados

$$W = (V/S) \cdot C / (100 - C)$$

donde:

W = masa del agente, en kg

V = volumen de la sala de ensayos en m^3

S = volumen específico del vapor del agente a la temperatura y presión de la sala de ensayos, en kg/m^3

C = concentración del agente gaseoso, porcentaje del volumen.

3.4.2.3.2 Agentes de gas inerte

$$Q = V[294/(273 + T)] \cdot (P/1,013) \cdot \ln[100/(100 - C)]$$

donde:

Q = volumen del gas inerte, medido a 294 K y 1,013 bares, descargado, en m^3

V = volumen de la sala de ensayos en m^3

T = temperatura de la sala de ensayos en grados Celsius

P = presión de la sala de ensayos en bares

C = concentración del agente gaseoso, porcentaje de volumen.

3.5 *Procedimiento***3.5.1** Niveles de combustible en las bandejas

Las bandejas utilizadas para el ensayo se llenarán con 30 mm de combustible por lo menos, sobre una base de agua. La altura entre el líquido y el borde superior de la bandeja será de 150 ± 10 mm.

3.5.2 Mediciones del flujo y la presión del combustible

En los incendios de combustible nebulizado la presión y el flujo se medirán antes y durante el ensayo.

3.5.3 Ventilación**3.5.3.1** Periodo de precombustión

Durante el periodo de precombustión se ventilará bien la sala de ensayos. La concentración del oxígeno, medida a media altura de esta sala, no debe ser inferior al 20% del volumen en el momento de la descarga del sistema.

3.5.3.2 Fin del periodo de precombustión

Al finalizar el periodo de precombustión se cerrarán las puertas, los tragaluces y demás aberturas de ventilación.

3.5.4 Duración del ensayo

3.5.4.1 Periodo de precombustión

El fuego se iniciará de modo que la ignición tenga la siguiente duración antes de comenzar la descarga del agente extintor:

- .1 nebulización - 5 a 15 s
- .2 bandejas - 2 min
- .3 encofrado - 6 min

3.5.4.2 Duración de la descarga:

- .1 los agentes halogenados se descargarán a una velocidad suficiente para alcanzar el 95% de la cantidad mínima de proyecto en 10 s como máximo;
- .2 los agentes de gas inerte se descargarán a una velocidad suficiente para alcanzar el 85% de la cantidad mínima de proyecto en 120 s como máximo.

3.5.4.3 Tiempo de impregnación

Una vez finalizada la descarga del agente extintor la sala de ensayos se mantendrá cerrada durante 15 min.

3.5.5 Mediciones y observaciones

3.5.5.1 Antes del ensayo:

- .1 temperatura de la sala de ensayos, del combustible y del modelo de máquinas;
- .2 peso inicial de los contenedores del agente;
- .3 verificación de la integridad del sistema de distribución del agente y de las lanzas; y
- .4 peso inicial del encofrado de madera.

3.5.5.2 Durante el ensayo:

- .1 comienzo del procedimiento de ignición;
- .2 comienzo del ensayo (ignición);
- .3 hora de cierre de las aberturas de ventilación;
- .4 hora de activación del sistema de extinción;
- .5 tiempo desde fin de la descarga del agente;

- .6 hora en que se interrumpe el flujo del combustible para el incendio nebulizado;
- .7 hora de extinción de los incendios;
- .8 hora de la reignición, si se produce, durante el periodo de impregnación;
- .9 hora al final del periodo de impregnación; y
- .10 al comenzar el ensayo iníciense las operaciones indicadas en el párrafo 3.2.4.

3.5.6 Tolerancias

Salvo indicación en contrario se aplicarán las siguientes tolerancias:

- .1 longitud \pm 2% del valor;
- .2 volumen \pm 5% del valor;
- .3 presión \pm 3% del valor;
- .4 temperatura \pm 5% del valor;
- 5 concentración \pm 5% del valor.

Estas tolerancias se ajustan a la norma ISO 6182/1 de febrero de 1994, edición [4].

4 Criterios de clasificación

4.1 Los incendios de clase B se extinguirán a los 30 s de finalizar la descarga del agente extintor. Al finalizar el periodo de impregnación no se producirá reignición al abrir la sala de ensayos.

4.2 La nebulización del combustible se debe interrumpir 15 s después de producirse la extinción. Al finalizar el periodo de impregnación se debe reanudar la nebulización del combustible durante 15 s antes de abrir de nuevo la puerta, tras la cual no debe producirse reignición.

4.3 Al final del ensayo las bandejas de combustible contendrán suficiente combustible para cubrir el fondo de las mismas.

4.4 La pérdida de peso de los encofrados de madera no superará el 60%.

5 Informe sobre el ensayo

El informe sobre el ensayo debe incluir la información siguiente:

- .1 nombre y dirección del laboratorio encargado del ensayo;
- .2 fecha y número de identificación del informe sobre el ensayo;
- .3 nombre y dirección del cliente;

-
- .4 propósito del ensayo;
 - .5 componentes del sistema utilizado para el método de muestreo;
 - .6 nombre y dirección del fabricante o proveedor del producto;
 - .7 nombre u otras marcas de identificación del producto;
 - .8 descripción del producto sometido a ensayo
 - dibujos
 - descripciones
 - instrucciones de montaje
 - especificación de los materiales incluidos
 - dibujo detallado de la disposición de los útiles para el ensayo;
 - .9 fecha en que se suministró el producto;
 - .10 fecha del ensayo;
 - .11 método de ensayo;
 - .12 dibujo de cada configuración para el ensayo;
 - .13 identificación del equipo y los instrumentos utilizados;
 - .14 conclusiones;
 - .15 desviaciones del método de ensayo, si las hubiera;
 - .16 resultados del ensayo, incluidas las observaciones y mediciones realizadas durante y después del mismo; y
 - .17 fecha y firma.

MSC/Circ.1007
(26 June 2001)

Directrices para la aprobación de sistemas fijos de extinción de incendios a base de aerosoles equivalentes a los sistemas fijos de extinción de incendios a base de gas indicados en el Convenio SOLAS 1974, para los espacios de máquinas

1 El Comité de Seguridad Marítima aprobó, en su 74^o periodo de sesiones (30 de mayo a 8 de junio de 2001), las Directrices para la aprobación de sistemas fijos de extinción de incendios a base de aerosoles equivalentes a los sistemas fijos de extinción de incendios a base de gas indicados en el Convenio SOLAS 1974, para los espacios de máquinas, que figuran en el anexo.

2 Se invita a los Gobiernos Miembros a que apliquen las Directrices adjuntas cuando aprueben sistemas fijos de extinción de incendios a base de aerosoles para los espacios de máquinas de categoría A.

Anexo

Directrices para la aprobación de sistemas fijos de extinción de incendios a base de aerosoles equivalentes a los sistemas fijos de extinción de incendios a base de gas indicados en el Convenio SOLAS 1974, para los espacios de máquinas

Cuestiones generales

1 Es preciso demostrar que los sistemas fijos de extinción de incendios a base de aerosoles equivalentes a los sistemas fijos de extinción de incendios prescritos en las reglas II-2/7* del Convenio SOLAS, que se utilicen en los espacios de máquinas de categoría A, poseen el mismo grado de fiabilidad que el considerado apropiado para el funcionamiento de los sistemas fijos de extinción de incendios por gas aprobados de conformidad con lo dispuesto en la regla II-2/5† del Convenio SOLAS. Asimismo, es preciso demostrar, sometiénolos a prueba de conformidad con lo indicado en el apéndice, que dichos sistemas son aptos para extinguir los diferentes tipos de incendio que se pueden producir en los espacios de máquinas.

2 Los sistemas de extinción de incendios a base de aerosoles descargan un agente químico para extinguir un incendio, interrumpiendo el proceso de formación de las llamas.

Dos son los métodos para aplicar el agente del aerosol al espacio protegido:

- .1** mediante aerosoles concentrados producidos en generadores pirotécnicos por medio de la combustión de la carga del agente; y
- .2** mediante los aerosoles dispersos, que no son generados pirotécnicamente, sino que están almacenados en recipientes con el agente portador (tal como gases inertes o un hidrocarburo halogenado), descargándose el aerosol en el espacio a través de válvulas, tuberías o boquillas aspersoras.

* Véase la regla II-2/10.5 del capítulo II-2 del SOLAS, aprobada mediante la resolución MSC.99(73).

† Véase la regla II-2/10.4 del capítulo II-2 del SOLAS, aprobada mediante la resolución MSC.99(73).

Definiciones

- 3** *Aerosol*: medio extintor de incendios que no agota el ozono, constituido por un aerosol concentrado o un aerosol disperso.
- 4** *Generador*: dispositivo que produce un agente extintor de incendios utilizando medios pirotécnicos.
- 5** *Densidad de proyecto* (g/m^3): masa del compuesto productor del aerosol que se requiere por cada m^3 de volumen del espacio para extinguir un tipo determinado de incendio; se incluye el factor de seguridad.
- 6** *Agente y medio*: para efectos de las presentes directrices, estas palabras son intercambiables.

Prescripciones principales

- 7** Serán aplicables todas las prescripciones de las reglas mediante II-2/5.1*, 5.3.1, 5.3.2 y 5.3.3 del Convenio SOLAS, a reserva de las modificaciones efectuadas mediante las presentes directrices, según proceda.
- 8** La densidad mínima del agente se deberá determinar y verificar mediante la prueba a escala natural descrita en el método de ensayo que figura en el apéndice.
- 9** En los sistemas a base de aerosoles, el tiempo de descarga del 85% de la densidad de proyecto no excederá de 120 s. Tal vez sea necesario que los sistemas efectúen la descarga en menos tiempo por motivos no relacionados con la extinción del incendio.
- 10.1** La cantidad de agente extintor destinada al espacio protegido debe calcularse a la temperatura ambiente mínima prevista utilizando la concentración de proyecto basada en el volumen neto del espacio protegido, comprendido el guardacalor.
- 10.2** El volumen neto de un espacio protegido es la parte del volumen bruto del espacio que es accesible al agente extintor de incendios.
- 10.3** Al calcular el volumen neto de un espacio protegido, dicho volumen debe incluir el volumen de sentina, el del guardacalor y el del aire libre contenido en depósitos de aire que en caso de incendio puede descargarse en el espacio protegido.
- 10.4** Los objetos que ocupan espacio en el espacio protegido se deben sustraer del volumen bruto del espacio. Entre éstos se incluyen, aunque la lista no es exhaustiva, los siguientes:

* Véase la regla II-2/10.9.1.1.1 del capítulo II-2 del SOLAS, aprobada mediante la resolución MSC.99(73).

- .1 maquinaria auxiliar;
- .2 calderas;
- .3 condensadores;
- .4 evaporadores;
- .5 motores principales;
- .6 engranajes de reducción;
- .7 tanques; y
- .8 troncos.

10.5 Las modificaciones ulteriores del espacio protegido que alteren el volumen neto del mismo exigirán que se ajuste la cantidad de agente extintor a fin de cumplir lo prescrito en el presente párrafo y en los párrafos 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 11.1, 11.2 y 11.3.

11.1 No se debe usar ningún sistema de supresión de incendios que sea cancerígeno, mutagénico o teratogénico a las concentraciones que se prevé utilizar. Todos los sistemas estarán provistos de dos mandos separados para la descarga del agente extintor en un espacio protegido. Se proveerán medios para emitir automáticamente una señal acústica de la descarga del agente extintor de incendios en todo espacio en que el personal trabaje habitualmente o al que tenga acceso. La alarma permanecerá activada durante un periodo adecuado* antes de la descarga del agente extintor. Se deberá evitar la exposición innecesaria a los agentes a base de aerosol, incluso a concentraciones por debajo del nivel de efecto nocivo.

11.2 Aerosoles pirotécnicamente generados: Los sistemas a base de aerosoles pirotécnicamente generados para los espacios que están normalmente ocupados se permitirán a concentraciones en las que las partículas de aerosol no excedan el nivel de efecto nocivo, tal como se haya determinado mediante una técnica científicamente aceptada[†], y los gases producidos por el generador pirotécnico no excederán el nivel de efecto nocivo no observable correspondiente al efecto tóxico crítico, tal como se haya determinado en una prueba de toxicidad a corto plazo.

11.3 Aerosoles dispersos: Los sistemas a base de aerosoles dispersos para los espacios que están normalmente ocupados se permitirán a concentraciones en las que las partículas de aerosol no excedan el nivel de

* Véanse las Interpretaciones de expresiones y otras frases vagas del capítulo II-2 del Convenio SOLAS (circular MSC/Circ.847).

[†] Véase el Programa regional de índices de dosis depositadas del *Environmental Protection Agency* de los Estados Unidos, "Methods of Derivation of Inhalation Reference Concentrations and Application of Inhalation Dosimetry" EPA/600/8-90/066F, de octubre de 1994, sobre los métodos de derivación de las concentraciones de inhalación de referencia y la aplicación de la dosimetría de inhalación.

efecto nocivo determinado mediante una técnica científicamente aceptada*. Si el gas portador es un hidrocarburo halogenado se podrá utilizar hasta el nivel de efecto nocivo no observable. Si el gas portador del hidrocarburo halogenado se ha de utilizar por encima del nivel de efecto nocivo no observable, se proveerán medios para limitar la exposición al periodo especificado en un modelo farmacocinético basado en principios fisiológicos científicamente aprobados*, o en un modelo equivalente que establezca claramente los límites de exposición sin riesgos desde el punto de vista de la concentración de los agentes extintores y del periodo de exposición de las personas. Si el gas portador es un gas inerte, se proveerán medios para limitar la exposición a un periodo igual o inferior a 5 min, en el caso de los sistemas a base de gases inertes proyectados para concentraciones inferiores al 43% (correspondientes a una concentración de oxígeno del 12%, equivalente al oxígeno al nivel del mar), o para limitar la exposición a un periodo no superior a 3 min, en el caso de los sistemas a base de gases inertes proyectados para concentraciones entre un 43% y un 52% (correspondientes a una concentración de oxígeno de entre un 12% y un 10%, equivalente al oxígeno al nivel del mar).

11.4 En ningún caso se debe usar un sistema de aerosoles dispersos con concentraciones de gases portadores de hidrocarburos halogenados por encima del nivel mínimo de efecto nocivo observable o de la concentración letal aproximada, ni tampoco se debe usar un sistema a base de aerosoles dispersos con un gas portador inerte a concentraciones superiores al 52%, calculadas en función del volumen neto del espacio protegido a la temperatura ambiente máxima prevista, sin instalar los mandos estipulados en la regla II-2/5.2.5.1 y 5.2.5.2[†] del Convenio SOLAS.

12 El sistema y sus componentes deben estar proyectados de modo que soporten los cambios de temperatura ambiente, las vibraciones, la humedad, los golpes y choques, la obstrucción, la compatibilidad electromagnética y la corrosión que normalmente existen en los espacios de máquinas. Los generadores de los sistemas de aerosoles concentrados estarán proyectados de modo que se evite la autoactivación a temperaturas inferiores a 250°C.

13 El sistema y sus componentes se proyectarán, fabricarán e instalarán de conformidad con unas normas aceptables para la Organización. Como mínimo, las normas relativas al proyecto y a la instalación abarcarán los elementos siguientes:

- .1 seguridad:
- .1 toxicidad;

* Véase el documento FP 44/INF.2 (Estados Unidos) - *Physiologically based pharmacokinetic model to establish safe exposure criteria for halocarbon fire extinguishing agents*.

[†] Véase la regla II-2/10.4.1.1.1 del capítulo II-2 del SOLAS, aprobada mediante la resolución MSC.99(73).

- .2 ruido, generador, descarga de los generadores/lanzas;
- .3 productos de la descomposición; y
- .4 oscurecimiento;
- .2 proyecto y disposición del recipiente de almacenamiento:
 - .1 prescripciones sobre la resistencia;
 - .2 densidad máxima/mínima de la carga, escala de temperaturas de servicio;
 - .3 indicación de la presión y el peso;
 - .4 reducción de la presión; y
 - .5 determinación de los agentes, fecha de producción, fecha de instalación y clasificación de los riesgos;
- .3 normas sobre la provisión, cantidad y calidad del agente, vida útil y tiempo de servicio del agente y del elemento de ignición;
- .4 manejo y eliminación del generador al final de su tiempo de servicio;
- .5 tuberías y accesorios:
 - .1 resistencia, propiedades de los materiales, resistencia al fuego; y
 - .2 prescripciones sobre la limpieza;
- .6 válvulas:
 - .1 prescripciones sobre el ensayo; y
 - .2 compatibilidad con el elastómero;
- .7 generadores/lanzas:
 - .1 prescripciones sobre la altura y el área del ensayo; y
 - .2 resistencia a temperaturas elevadas;
- .8 sistemas de accionamiento y control:
 - .1 prescripciones sobre el ensayo; y
 - .2 prescripciones sobre el sistema auxiliar de suministro de energía;
- .9 alarmas e indicadores:
 - .1 alarma de predescarga, alarmas de descarga del agente y demoras;
 - .2 prescripciones sobre el circuito de vigilancia;
 - .3 señales de aviso, alarmas acústicas y visuales; y
 - .4 notificación de averías;

-
- .10 prescripciones sobre la integridad y fugas de la sala de ensayos:
 - .1 fugas de la sala de ensayos;
 - .2 aberturas; y
 - .3 dispositivos de enclavamiento para la ventilación mecánica;
 - .11 prescripciones sobre la densidad de proyecto, cantidad total de inundación;
 - .12 cálculo del flujo del agente:
 - .1 verificación y aprobación del método de cálculo de proyecto;
 - .2 pérdidas de la instalación y/o longitud equivalente; y
 - .3 tiempo de descarga;
 - .13 prescripciones sobre inspección, mantenimiento y ensayo; y
 - .14 prescripciones relativas al manejo y almacenamiento de los componentes pirotécnicos.
- 14** El tipo de generador/lanza, la separación máxima entre los generadores y las lanzas y la altura máxima de instalación y la presión mínima de los generadores/lanzas estarán dentro de los límites de la prueba.
- 15** Las instalaciones estarán limitadas al máximo volumen sometido a prueba.
- 16** Los recipientes de los agentes se pueden almacenar en un espacio de máquinas protegido si se hallan distribuidos por todo ese espacio y se cumplen las disposiciones de la regla II-2/5.3.3 del Convenio SOLAS, según sea aplicable. La disposición de los generadores, recipientes, circuitos eléctricos y tuberías esenciales para poner en funcionamiento el sistema debe ser tal que, aun en caso de que sufra daños cualquiera de las líneas de conducción de energía a causa de un incendio o una explosión en el espacio protegido (es decir, el concepto de un solo fallo), se pueda descargar al menos la densidad de proyecto de la carga estipulada en el párrafo 10 *supra* para la extinción de incendios, habida cuenta de lo prescrito en cuanto a la distribución uniforme del agente extintor en todo el espacio.
- 17** La descarga de un agente extintor puede producir una sobrepresión o una subpresión considerable en el espacio protegido. Es posible que deban adoptarse medidas para que las presiones producidas se ajusten a límites aceptables.

18 En todos los buques, el manual del proyecto del sistema de extinción de incendios debe indicar los procedimientos recomendados para el control de los productos de la descomposición de los agentes. El funcionamiento de los medios de extinción de incendios de los buques de pasaje no debe entrañar riesgos para la salud debido a la descomposición de los agentes extintores (por ejemplo, en los buques de pasaje no se deben descargar los productos de la descomposición en las proximidades de los puestos de reunión).

19 Se deberá disponer de repuestos y de las instrucciones de funcionamiento y mantenimiento del sistema recomendadas por el fabricante.

Apéndice

Método de ensayo contra incendios de los sistemas fijos de extinción de incendios a base de aerosoles

1 Alcance

1.1 El método de ensayo descrito en el presente documento está destinado a evaluar la eficacia de los sistemas fijos de extinción de incendios a base de aerosoles para proteger los espacios de máquinas de categoría A.

1.2 El método de ensayo es aplicable a los aerosoles y abarca las prescripciones mínimas de extinción de incendios.

1.3 El programa de ensayos tiene dos objetivos:

- .1** establecer la eficacia de un determinado agente extintor a su concentración de ensayo; y
- .2** establecer que el sistema de distribución del agente de que se trate introduce éste en la sala de ensayos de manera que llene por completo la misma con objeto de alcanzar una concentración que permita extinguir las llamas en todos los puntos.

2 Muestras

El fabricante debe suministrar los componentes que se van a someter a ensayo, junto con los criterios de proyecto e instalación, instrucciones, dibujos y datos técnicos suficientes para la identificación de los componentes.

3 Método de ensayo

3.1 Principio

Este procedimiento de ensayo tiene como finalidad determinar la eficacia de los distintos sistemas de extinción a base de aerosoles en casos de incendios de chorro, de charco y de clase A.

3.2 Aparatos

3.2.1 Sala de ensayos

Los ensayos se deben llevar a cabo en una sala de 100 m² cuya dimensión horizontal no sea inferior a 8 m y que tenga una altura hasta el cielo raso de 5 m. En la sala debe haber una puerta de acceso, que se pueda cerrar, de unos 4 m² de superficie. Además, en el cielo raso habrá tragaluces de ventilación que se puedan cerrar, de 6 m² de superficie total como mínimo. Se podrá utilizar una sala más grande si se solicita la aprobación para volúmenes mayores.

3.2.2 Integridad de la sala de ensayos

La sala de ensayos debe quedar nominalmente estanca cuando se cierren las puertas y tragaluces. La integridad de las juntas de las puertas, tragaluces y otras aberturas (por ejemplo, lumbreras de acceso a los instrumentos) se verificará antes de cada ensayo.

3.2.3 Modelo de máquina

- .1** El modelo de máquina, de 1 m x 3 m x 3 m (anchura x longitud x altura) se debe construir con chapa de acero de 5 mm de espesor nominal. El modelo debe llevar dos tubos de acero, de 0,3 m de diámetro y 3 m de longitud, que simulen los colectores de escape y una plancha de acero maciza. En la parte superior del modelo se pondrá una bandeja de 3 m² (véanse las figuras 1, 2 y 3).
- .2** El modelo se colocará en el interior de una armazón metálica de 4 m x 6 m de base y 0,75 m de altura. Se dispondrá lo necesario para colocar las bandejas de combustible, tal como se describe en el cuadro 3, del modo indicado en la figura 2.

3.2.4 Instrumentos

Se emplearán instrumentos para medir y registrar de forma continua las condiciones de los ensayos. Se deben hacer las operaciones siguientes:

- .1** medir la temperatura en tres posiciones verticales (por ejemplo, 1 m, 2,5 m y 4,5 m);
- .2** medir la presión en la sala de ensayos;

- .3 tomar muestras y hacer análisis, a la altura media de la sala, para determinar los niveles de oxígeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono y otros elementos pertinentes;
- .4 disponer los medios para determinar los indicadores de extinción de la llama;
- .5 medir la presión en la lanza de combustible en el caso de incendios de chorro;
- .6 medir la velocidad de flujo del combustible en el caso de incendios de chorro;
- .7 medir la presión en la lanza de descarga; y
- .8 disponer los medios para determinar la duración de la descarga del generador.

3.2.5 Generadores/lanzas

3.2.5.1 Para los ensayos, los generadores/lanzas se deben instalar como máximo a 1 m del cielo raso.

3.2.5.2 Si se usa más de un generador/lanza, se deben colocar de forma simétrica.

3.2.6 Temperatura de la sala de ensayos

Debe anotarse la temperatura ambiente de la sala de ensayos al comienzo de los mismos con objeto de que sirva de base para calcular la concentración que se supone que alcanzará el agente a esa temperatura y con el peso de ese agente aplicado al volumen de ensayo.

3.3 Tipos de fuego y programa de ensayos

3.3.1 Tipos de fuego

En el programa de ensayos descrito en el cuadro 3 se aplicarán los tipos de fuego descritos en el cuadro 1 *infra*.

3.3.2 Programa de ensayos

3.3.2.1 En el programa de ensayos se deben utilizar los tipos de fuego por separado o combinándolos según se indica en el cuadro 3 *infra*.

3.3.2.2 Cada nuevo agente extintor se debe someter a todos los ensayos aplicables del cuadro 3.

3.3.2.3 Sólo se exigirá el ensayo N° 1 para evaluar las nuevas lanzas y el equipo del sistema de distribución conexo para los sistemas que emplean agentes extintores de incendios que han superado con éxito los ensayos que se prescriben en el párrafo 3.3.2.2 *supra*. El ensayo N° 1 se efectuará para establecer y verificar la presión de proyecto mínima de la lanza especificada por el fabricante.

Cuadro 1 – Parámetros de los incendios de ensayo

Incendio	Tipo	Combustible	Envergadura del incendio, MW	Observaciones
A	Bote de 76-100 mm de diámetro interior	Heptano	0,0012 a 0,002	Testigo
B	Bandeja de 0,25 m ²	Heptano	0,35	
C	Bandeja de 2 m ²	Diesel/fueloil	3	Véase la nota 1
D	Bandeja de 4 m ²	Diesel/fueloil	6	Véase la nota 1
E	Aspersión a baja presión y flujo lento	Heptano 0,03 ± 0,005 kg/s	1,1	
F	Encofrado de madera	Abeto o pino	0,3	Véase la nota 2
G	Bandeja de 0,10 m ²	Heptano	0,14	

Notas correspondientes al cuadro 1:

¹ Por diesel/fueloil se entiende diesel ligero o fueloil comercial.

² El encofrado de madera debe ser básicamente el mismo que se describe en la norma 14520 de la ISO, "Sistemas de extinción de incendio por gas, parte 1: Prescripciones generales (2000)". El encofrado consistirá en seis maderos de abeto o pino, de 50 mm x 50 mm x 450 mm de longitud, secados en horno, con un contenido de humedad de entre 9 y 13%. Los maderos se colocarán en cuatro capas alternas a ángulos rectos entre sí. Los maderos se espaciarán de forma pareja formando una estructura cuadrada.

La ignición del encofrado se obtendrá quemando heptano comercial en una bandeja cuadrada de acero de 0,25 m² de superficie. Durante el periodo de precombustión el encofrado se colocará encima del centro de la bandeja a una distancia de 300 a 600 mm.

Cuadro 2 – Parámetros de los incendios de chorro de ensayo

Tipo de incendio	A baja presión y flujo lento (E)
Lanza aspersora	Ángulo de aspersión amplio (80°), tipo completamente cónico
Presión nominal del combustible	8,5 bares
Flujo del combustible	0,03 ± 0,005 kg/s
Temperatura del combustible	20 ± 5°C
Régimen nominal de desprendimiento de calor	1,1 ± 0,1 MW

Cuadro 3 – Programa de ensayos

Ensayo N°	Combinaciones de incendios (véase el cuadro 1)
1	A: Testigos, 8 esquinas (véase la nota)
2	B: Bandeja de heptano de 0,25 m ² debajo del modelo G: Bandeja de heptano de 0,10 m ² en plancha superior situada debajo de una plancha de obstrucción de acero maciza Carga de fuego total: 0,49 MW
3	C: Bandeja de diesel/fueloil de 2 m ² en plancha superior situada debajo de una plancha de obstrucción de acero maciza F: Encofrado de madera colocado según se indica en la figura 1 E: Aspersión horizontal oculta a baja presión y flujo lento sobre la pared interior del modelo de máquina Carga de fuego total: 4,4 MW
4	D: Bandeja de diesel de 4 m ² debajo del modelo de máquina Carga de fuego total: 6 MW

Nota correspondiente al cuadro 3:

Los botes testigo de fuego se colocarán en los siguientes lugares:

- .1 en las esquinas altas de la sala de ensayos, a 150 mm del cielo raso y a 50 mm de cada pared; y
- .2 en las esquinas del suelo, a 50 mm de las paredes.

3.4 Sistema de extinción

3.4.1 Instalación del sistema

El sistema de extinción se debe instalar de conformidad con el proyecto y las instrucciones del fabricante. La distancia vertical máxima debe ser de 5 m.

3.4.2 Agente

3.4.2.1 Densidad de proyecto

La densidad de proyecto del agente extintor es la masa neta del extintor por unidad de volumen (g/m³) que el proyectista del sistema exige para la extinción de incendios.

3.4.2.2 Densidad de ensayo

La densidad del agente extintor que procede usar en los ensayos de extinción de incendios debe ser la de proyecto especificada por el fabricante del sistema de extinción, excepto por lo que se refiere al ensayo N° 1, que se llevará a cabo con el 77% como máximo de la densidad de proyecto recomendada por el fabricante.

3.4.2.3 Cantidad de aerosol

La cantidad de aerosol extintor que procede usar se determinará de la siguiente manera:

$$W = V \times q \text{ (g)},$$

siendo:

W = masa del agente (g);

V = volumen de la sala de ensayos (m^3);

q = densidad de aerosol (g/m^3).

3.5 Procedimiento

3.5.1 Niveles de combustible en las bandejas

Las bandejas utilizadas para el ensayo se llenarán de combustible hasta una altura de 30 mm por lo menos, sobre una base de agua. La distancia entre el líquido y el borde superior de la bandeja será de 150 ± 10 mm.

3.5.2 Mediciones del flujo y la presión del combustible

En los incendios de chorro, la presión y el flujo del combustible se medirán antes y durante el ensayo.

3.5.3 Ventilación

3.5.3.1 Periodo de precombustión

Durante el periodo de precombustión se ventilará bien la sala de ensayos. La concentración del oxígeno, medida a media altura de esta sala, no debe ser inferior al 20% del volumen en el momento de la descarga del sistema.

3.5.3.2 Fin del periodo de precombustión

Al finalizar el periodo de precombustión se cerrarán las puertas, los tragaluces y demás aberturas de ventilación.

3.5.4 Duración del ensayo

3.5.4.1 Periodo de precombustión

El fuego se iniciará de modo que la ignición tenga la siguiente duración antes de comenzar la descarga del agente extintor:

- .1 nebulización - 5 a 15 s

- .2 bandejas - 2 min
- .3 encofrado - 6 min

3.5.4.2 Duración de la descarga

Los agentes en aerosol se descargarán a una velocidad suficiente para alcanzar el 85% de la densidad mínima de proyecto en 120 s como máximo.

3.5.4.3 Tiempo de retención

Una vez finalizada la descarga del agente extintor la sala de ensayos se mantendrá cerrada durante 15 min.

3.5.5 Mediciones y observaciones

3.5.5.1 Antes del ensayo

- .1 temperatura de la sala de ensayos, del combustible y del modelo de máquina;
- .2 peso inicial de los contenedores del agente;
- .3 verificación de la integridad del sistema de distribución del agente y de las lanzas; y
- .4 peso inicial del encofrado de madera.

3.5.5.2 Durante el ensayo

- .1 comienzo del procedimiento de ignición;
- .2 comienzo del ensayo (ignición);
- .3 hora de cierre de las aberturas de ventilación;
- .4 hora de activación del sistema de extinción;
- .5 tiempo desde fin de la descarga del agente;
- .6 hora en que se interrumpe el flujo del combustible para el fuego por aspersión;
- .7 hora de extinción de todos los incendios;
- .8 hora de la reignición, si se produce, durante el tiempo de retención;
- .9 hora al final del tiempo de retención; y
- .10 al comenzar el ensayo iníciense las operaciones indicadas en el párrafo 3.2.4.

3.5.6 Tolerancias

A menos que se indique lo contrario, se aplicarán las siguientes tolerancias:

- .1 longitud $\pm 2\%$ del valor;
- .2 volumen $\pm 5\%$ del valor;

- .3 presión $\pm 3\%$ del valor;
- .4 temperatura $\pm 5\%$ del valor; y
- .5 concentración $\pm 5\%$ del valor.

Estas tolerancias se ajustan a la norma ISO 6182/1 de febrero de 1994, edición 4.

4 Criterios de clasificación

4.1 Los incendios de clase B se deberán extinguir a los 30 s de finalizar la descarga del agente extintor. Al finalizar el tiempo de retención no se producirá reignición al abrir la sala de ensayos.

4.2 La aspersión del combustible se debe interrumpir 15 s después de producirse la extinción. Al finalizar el tiempo de retención se debe reanudar la aspersión del combustible durante 15 s antes de abrir de nuevo la puerta, tras la cual no debe producirse reignición.

4.3 Los extremos de las bandejas de combustible deberán contener suficiente combustible para cubrir el fondo de las mismas.

4.4 La pérdida de peso de los encofrados de madera no superará el 60%.

4.5 Una vez extinguidos los fuegos testigo previstos en el ensayo 1 (incendio A), se efectuará un ensayo de reignición a los 30 s de finalizar la descarga del agente extintor. El ensayo consiste en un intento de provocar la ignición de dos de los recipientes testigo. Un recipiente se situará a ras del suelo y el otro a la altura del cielo raso en la esquina diametralmente opuesta. A los 10 min de extinguirse el fuego se activará a distancia una fuente de ignición eléctrica durante al menos 10 s en cada recipiente. El ensayo se repetirá cuatro veces más a intervalos de un minuto, y el último tendrá lugar 14 min después de la extinción del fuego. El ensayo de ignición fracasará si en cualquiera de estos intentos de reignición se observa una combustión continua de 30 s o más.

5 Informe sobre el ensayo

El informe sobre el ensayo debe incluir la información siguiente:

- .1 nombre y dirección del laboratorio encargado del ensayo;
- .2 fecha y número de identificación del informe sobre el ensayo;
- .3 nombre y dirección del cliente;
- .4 propósito del ensayo;
- .5 componentes del sistema utilizado para el método de muestreo;
- .6 nombre y dirección del fabricante o proveedor del producto;

- .7 nombre u otras marcas de identificación del producto;
- .8 descripción del producto sometido a ensayo;
 - .1 dibujos;
 - .2 descripciones;
 - .3 instrucciones de montaje;
 - .4 especificación de los materiales incluidos; y
 - .5 dibujo detallado de la disposición de los útiles para el ensayo;
- .9 fecha en que se suministró el producto;
- .10 fecha del ensayo;
- .11 método de ensayo;
- .12 dibujo de cada configuración para el ensayo;
- .13 identificación del equipo y los instrumentos utilizados;
- .14 conclusiones;
- .15 desviaciones del método de ensayo, si las hubiera;
- .16 resultados del ensayo, incluidas las observaciones y mediciones realizadas durante y después del mismo; y
- .17 fecha y firma.

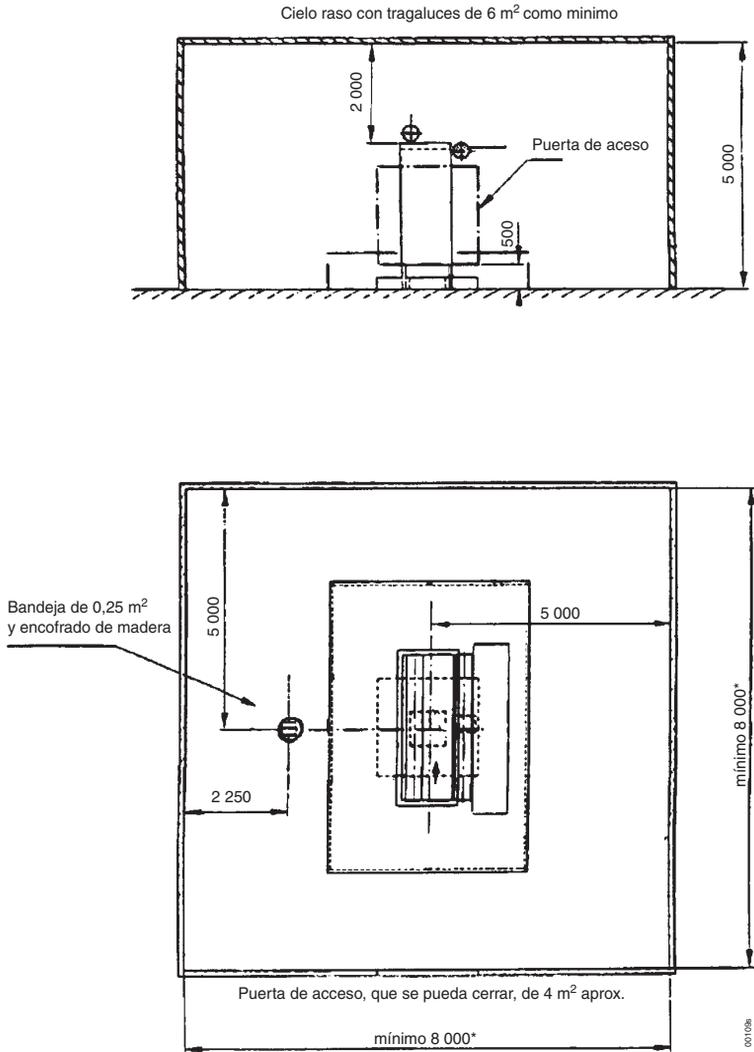
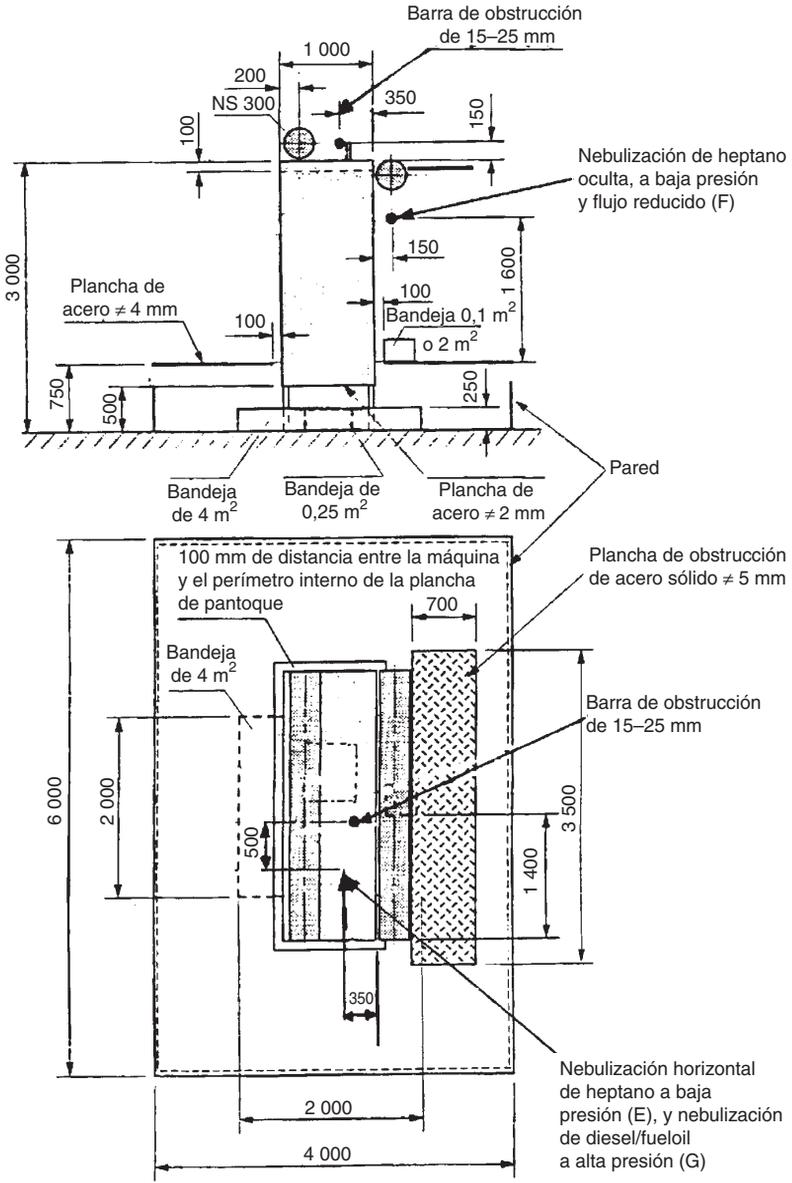


Figura 1

* El área debería ser de 100 m².



001105

Figura 2

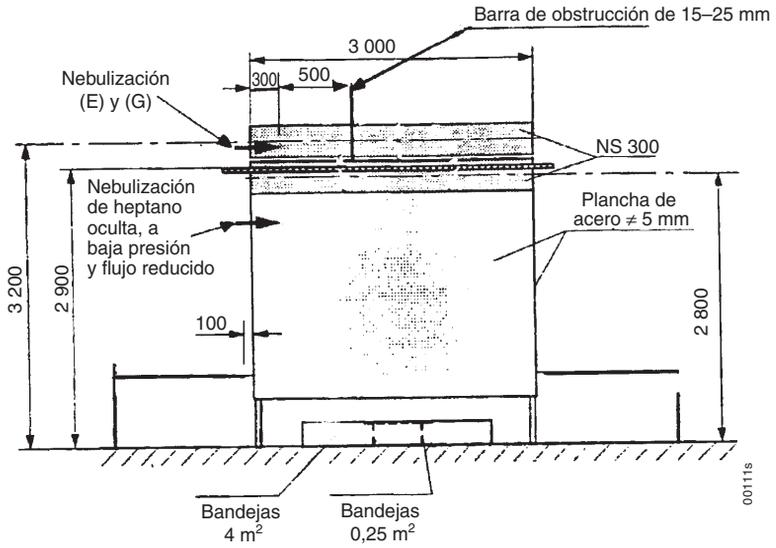


Figura 3

MSC/Circ. 1009
(8 junio 2001)

**Enmiendas a las Normas revisadas para el proyecto,
la prueba y el emplazamiento de los dispositivos
destinados a impedir el paso de las llamas a
los tanques de carga de los buques tanque
(MSC/Circ.677)**

1 El Comité de Seguridad Marítima, en su 74^o periodo de sesiones (28 de mayo a 8 de junio de 2001), tras tomar nota de que se había completado la norma 15364 de la ISO, "*Ships and marine technology - Pressure/vacuum valves for cargo tanks*" (Buques y tecnología marítima - Válvulas de presión/vacío para los tanques de carga), aprobó enmiendas al párrafo 1.2.4 de las Normas revisadas para el proyecto, la prueba y el emplazamiento de los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga de los buques tanque (MSC/Circ.677), según se indica a continuación:

1.2.4 Los dispositivos se probarán y situarán de conformidad con las presentes normas. Además de cumplir las mismas, las válvulas de presión/vacío deberán cumplir la norma 15364:2000 de la ISO, "*Ships and marine technology - Pressure/vacuum valves for cargo tanks*" (Buques y tecnología marítima - Válvulas de presión/vacío para los tanques de carga).

2 Se invita a los Gobiernos Miembros a que apliquen las enmiendas a las Normas revisadas, junto con la regla II-2/4* del Convenio SOLAS 1974, enmendado, a los dispositivos instalados el 1 de julio de 2002 o posteriormente.

3 También se invita a los Gobiernos Miembros que tengan a bien señalar dichas enmiendas a las Normas revisadas, a la atención de proyectistas y propietarios de buques y a otras partes interesadas en el proyecto, la construcción y el funcionamiento de los buques tanque.

* Se hace referencia al capítulo II-2 revisado del Convenio SOLAS, adoptado mediante la resolución MSC.99(73).

Resolución MSC.98(73)
(aprobada el 5 de diciembre de 2000)

**Adopción del Código internacional de sistemas
de seguridad contra incendios**

EL COMITÉ DE SEGURIDAD MARÍTIMA,

RECORDANDO el artículo 28 b) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité,

TOMANDO NOTA de la revisión del capítulo II-2 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), 1974, (en adelante llamado “el Convenio”),

RECONOCIENDO la necesidad de que la utilización de los sistemas de seguridad contra incendios prescritos en el capítulo II-2 revisado del Convenio siga siendo obligatoria,

TOMANDO NOTA de la resolución MSC.99(73), mediante la cual aprobó, entre otras cosas, enmiendas al capítulo II-2 del Convenio con el fin de que las disposiciones del Código internacional de sistemas de seguridad contra incendios (Código SSCI) sean de obligado cumplimiento en virtud de dicho Convenio,

HABIENDO EXAMINADO en su 73° periodo de sesiones el texto del Código SSCI propuesto,

1. ADOPTA el Código internacional de sistemas de seguridad contra incendios (Código SSCI), cuyo texto figura en el anexo* de la presente resolución;
2. INVITA a los Gobiernos Contratantes del Convenio a que tomen nota de que el Código SSCI tendrá efecto, a partir del 1 de julio de 2002, cuando entren en vigor las enmiendas al capítulo II-2 del Convenio;
3. PIDE al Secretario General que envíe copias certificadas de la presente resolución y del texto del Código SSCI, que figura en el anexo, a todos los Gobiernos Contratantes del Convenio;
4. PIDE ADEMÁS al Secretario General que envíe copias de la presente resolución y de su anexo a todos los Miembros de la Organización que no sean Gobiernos Contratantes del Convenio.

* Véase la página 1.