

Resolución A.800(19)
aprobada el 23 de noviembre de 1995
(Punto 10 del orden del día)

**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 64º 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 por 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.

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.

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

† 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:

Tipo de tubería	C
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 Prueba de exposición al calor
- 5.8 Prueba de choque térmico de las boquillas con ampolla de vidrio
- 5.9 Prueba 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 (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.

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

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 armazón ¹
57	naranja	57 a 77	incolore
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.

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 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 tendrán el mismo margen constante de circulación y de tamaño y velocidad de la gota del 5% de los valores determinados previamente en virtud de lo estipulado de conformidad con 4.4.1 y 4.4.3.

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 horas; 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 la 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 $600 (m.s)^{0,5}$ ó 250% del valor del 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 del ITR posteriores a la exposición excederá los límites que aparecen en la figura 1 para la categoría pertinente. Además, el valor medio del ITR no excederá el 130% del valor medio posterior 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.

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

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 uno 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 una de las presiones hidráulicas especificadas en 5.5.2, que se aplicará 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 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 Nm. 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 $\pm 0,1$ 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.

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 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.

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.

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 Nm. 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.

* 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).

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.

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_1) 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 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.

Cuadro 3 - Condiciones de la prueba de inmersión en un horno para 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

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

$$(u_h/u_1)^{0.5} \leq 1,1$$

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.

* Si se determina que el valor de C es inferior a $0,5 (m\cdot s)^{0.5}$, se supondrá que el valor de C es $0,25 (m\cdot s)^{0.5}$ para calcular el valor de ITR.

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 $1 \text{ m/s} \pm 10\%$ 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 $1 \pm 0,25^\circ\text{C}/\text{min}$ 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:

$$RTI = \frac{-t_r(u)^{0.5}(1 + C/(u)^{0.5})}{\ln[1 - \Delta T_{ea}(1 + C/(u)^{0.5})/\Delta T_g]}$$

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 $^\circ\text{C}$;
- ΔT_g temperatura del aire en la sección de prueba menos la temperatura ambiente, en $^\circ\text{C}$;
- C factor de conductividad determinado de conformidad a lo prescrito en el 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:

$$RTI_{wc} = \frac{-t_{r-wc}(u)^{0.5}[1 + C(RTI_{wc}/RTI)/(u)^{0.5}]}{\ln\{1 - \Delta T_{ea}[1 + C(RTI_{wc}/RTI)/(u)^{0.5}]/\Delta T_g\}}$$

donde:

- t_{r-wc} 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°C/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 a 4 horas. 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.

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

5.8 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.

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 cero 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 dispersión, 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 ml 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 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 horas.

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 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$) 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

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 m³ y en la cual la zona de exposición se mantendrá a una temperatura de 35 ± 2°C. La temperatura se registrará como mínimo una vez al día, a siete horas 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 cm² de zona de recolección se recojan entre 1 ml y 2 ml de solución por hora durante un periodo de 16 horas, y la concentración salina será del 20 ± 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 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% ± 2% y una temperatura de 95°C ± 4°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 ± 5°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*.

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.

* 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.

5.13.2 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 3000 ciclos de presión, que varíen de 4 ± 2 bar (0,4 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 horas.

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 largo y 102 mm de profundidad a 152 mm por debajo del elemento termo-reactor 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.

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 colador 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.

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.

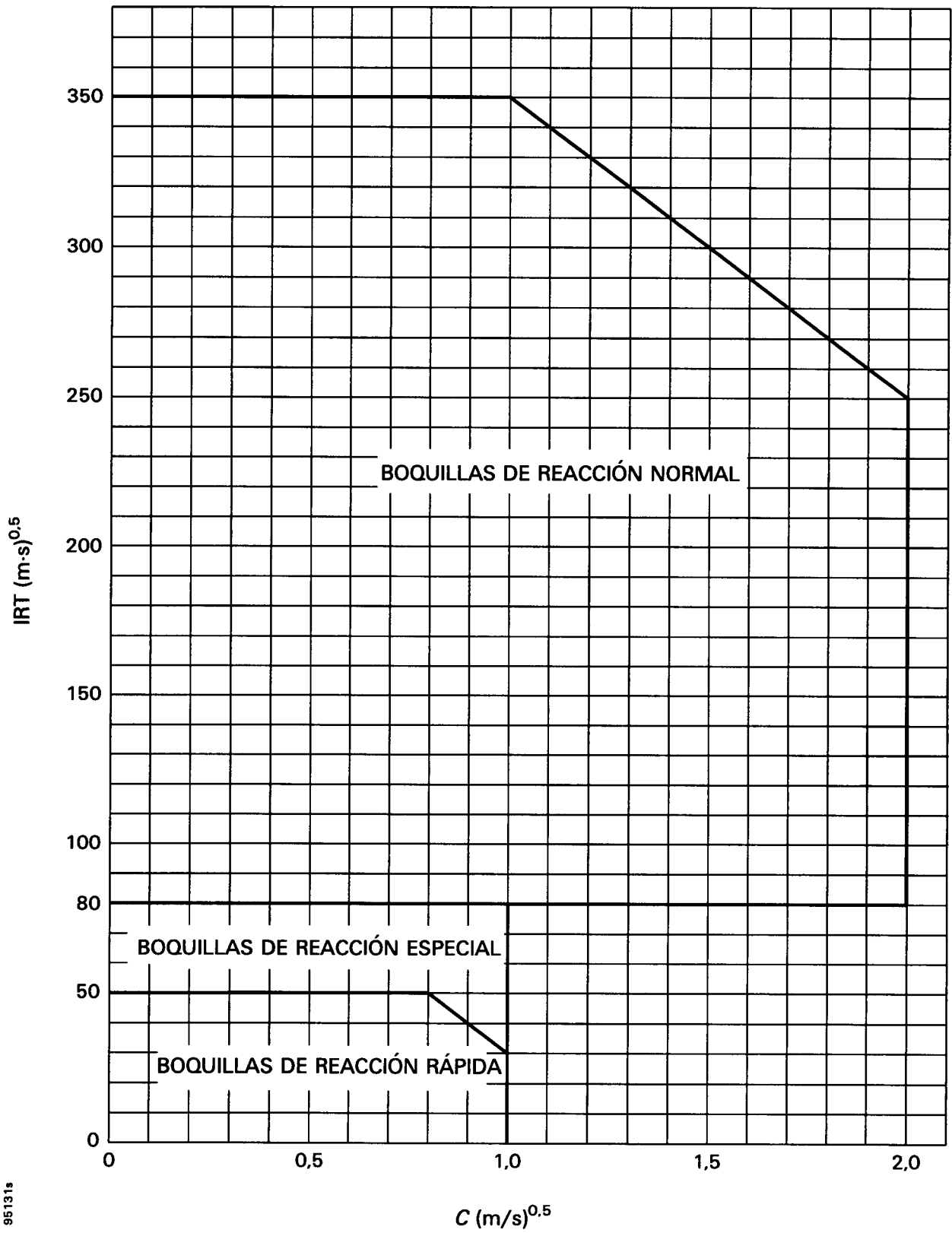


Figura 1 - Límites de ITR y de C para la orientación normal

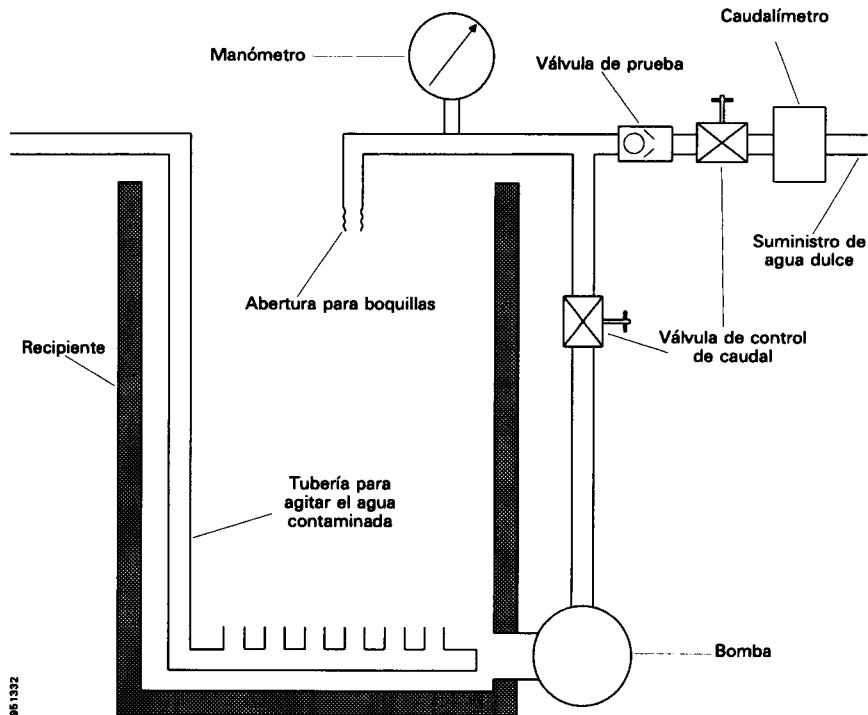


Figura 3 - Aparato para la prueba de obstrucción

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.

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

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 segundos.

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 por 4 m y 2,4 m de altura conectado al centro de un pasillo de 1,5 m por 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 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.
- .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 del eje del vano de la puerta del camarote recomendada por el fabricante. Se exceptuarán los sistemas en los que se requiere que las boquillas se instalen al exterior de cada vano.

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 por 0,8 m por 0,1 m recubierto de tela de algodón. Se cortará en los colchones dos "almohadas" de 0,5 m por 0,8 m por 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 piroretardante y tendrán una densidad aproximada de 33 kg/m³. La tela de algodón no tendrá un tratamiento piroretardante y tendrá un peso por superficie de 140 g/m² a 180 g/m². 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.

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 por 0,4 m por 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).

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.

Criterios de aceptación de los ensayos en camarotes y pasillos

		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. Los paneles acústicos serán de 12 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.
- .2 La temperatura del gas a la altura del cielo raso se medirá usando un termopar de 0,8 mm colocado a 75 ± 1 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 ± 1 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 por 0,3 m por 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 por 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 por 0,3 m por 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 a 20 kg/m^3 , una resistencia a la compresión de 147 a 160 N, de dimensiones 0,9 m por 1,0 m, sujetos a un marco de madera. El marco de madera tendrá una cara rectangular de madera contrachapada de aproximadamente 810 mm por 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):

Artículo	Código	Nº 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 por 914 mm, y 610 mm de altura.
Silla (reclinable) ¹	C	1	Silla reclinable hecha a medida, de aproximadamente 760 mm por 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, Massachusetts."
Mesa al lado del sofá	E	1	Medidas de la mesa: tablero aglomerado de partículas, de 19 mm, 660 mm por 495 mm; patas de la mesa de madera blanda, por ejemplo pino, abeto, etc.; 38 mm por 38 mm, 514 mm de altura.
Cortinas	CW	4	2 paneles para varillas (1016 mm por 1829 mm), tela: 50% poliéster, 50% algodón. 2 paneles para varillas finas (1016 mm por 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 a 125 segundos.

6.5 Método de ensayo

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo durante 10 minutos 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 litros 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 segundos 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, dos minutos 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 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. Este 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 nominales.

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 techo se recubrirá hasta 3,6 m de la esquina con paneles acústicos de celulosa. Estos tendrán de 12 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 de las paredes 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.

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 el párrafo 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).

7.5 Método de ensayo

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo durante 10 minutos 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 x 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 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 minutos 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.

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 en el mar*, Organización Marítima Internacional
- [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., 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

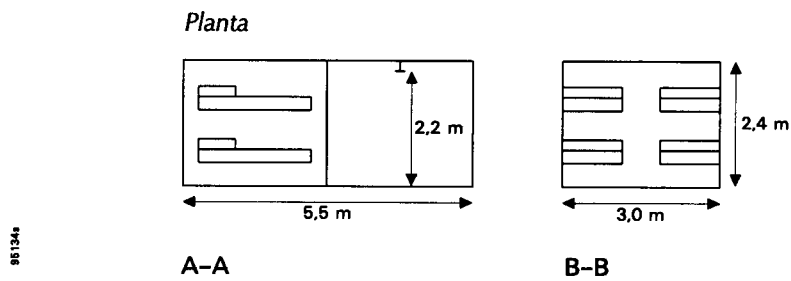
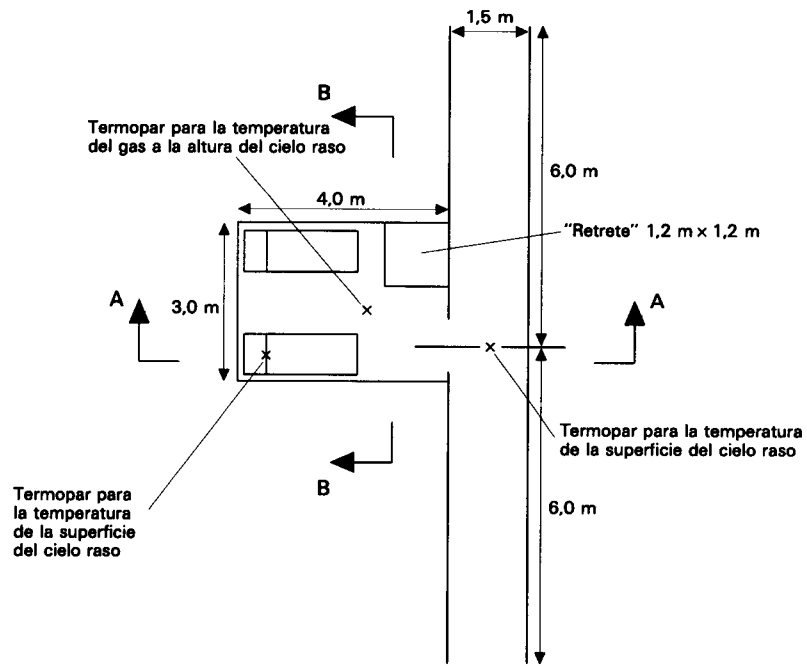


Figura 1

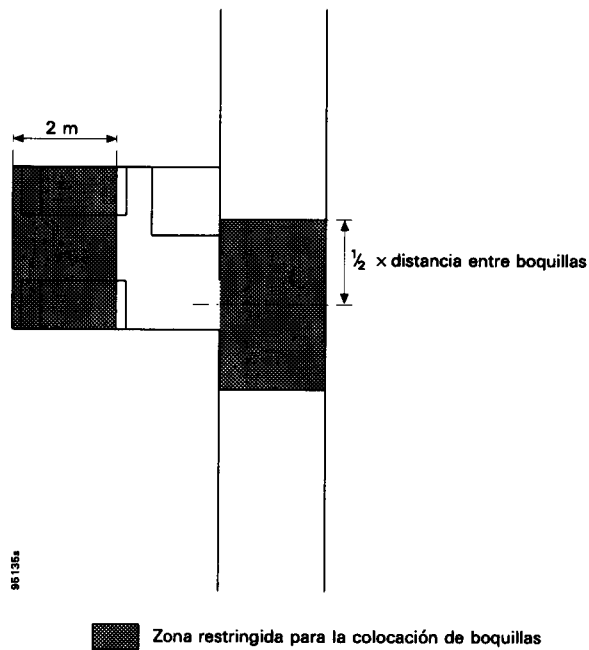


Figura 2

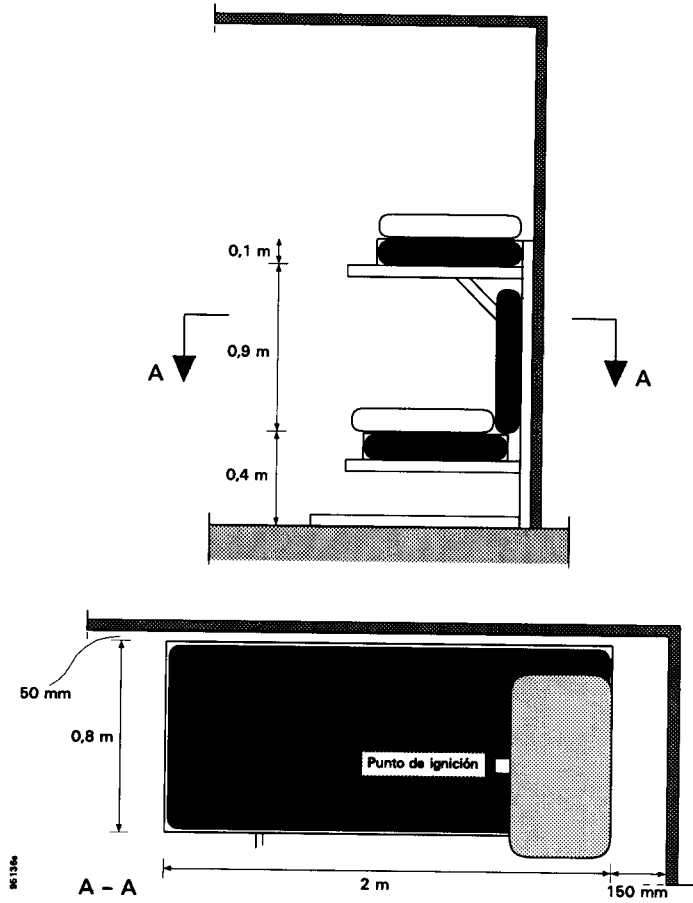


Figura 3

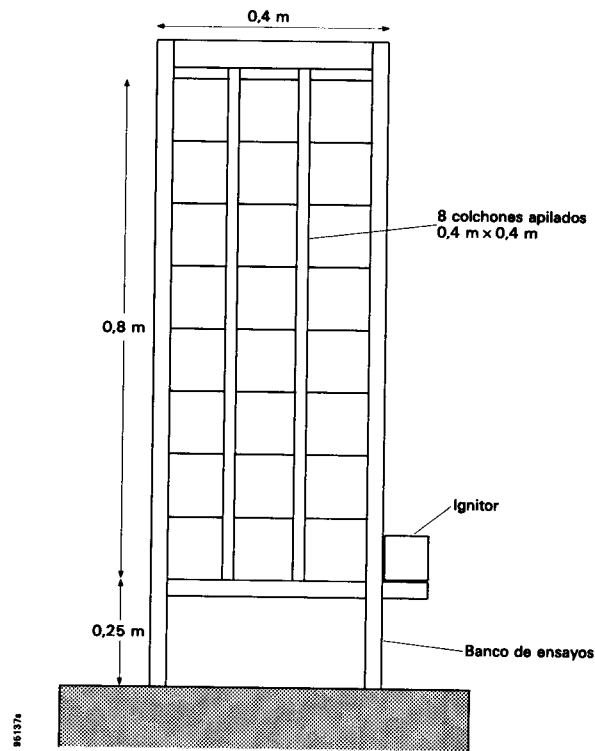


Figura 4

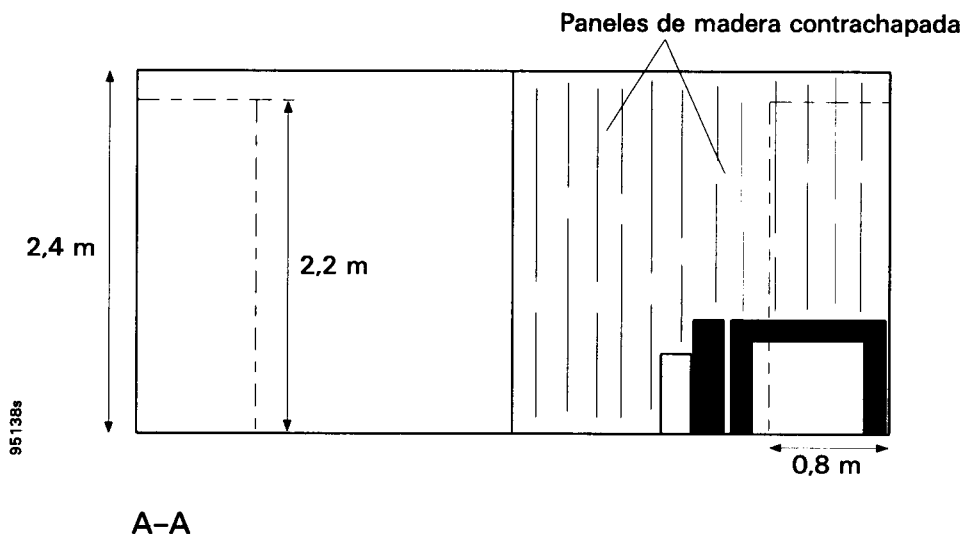
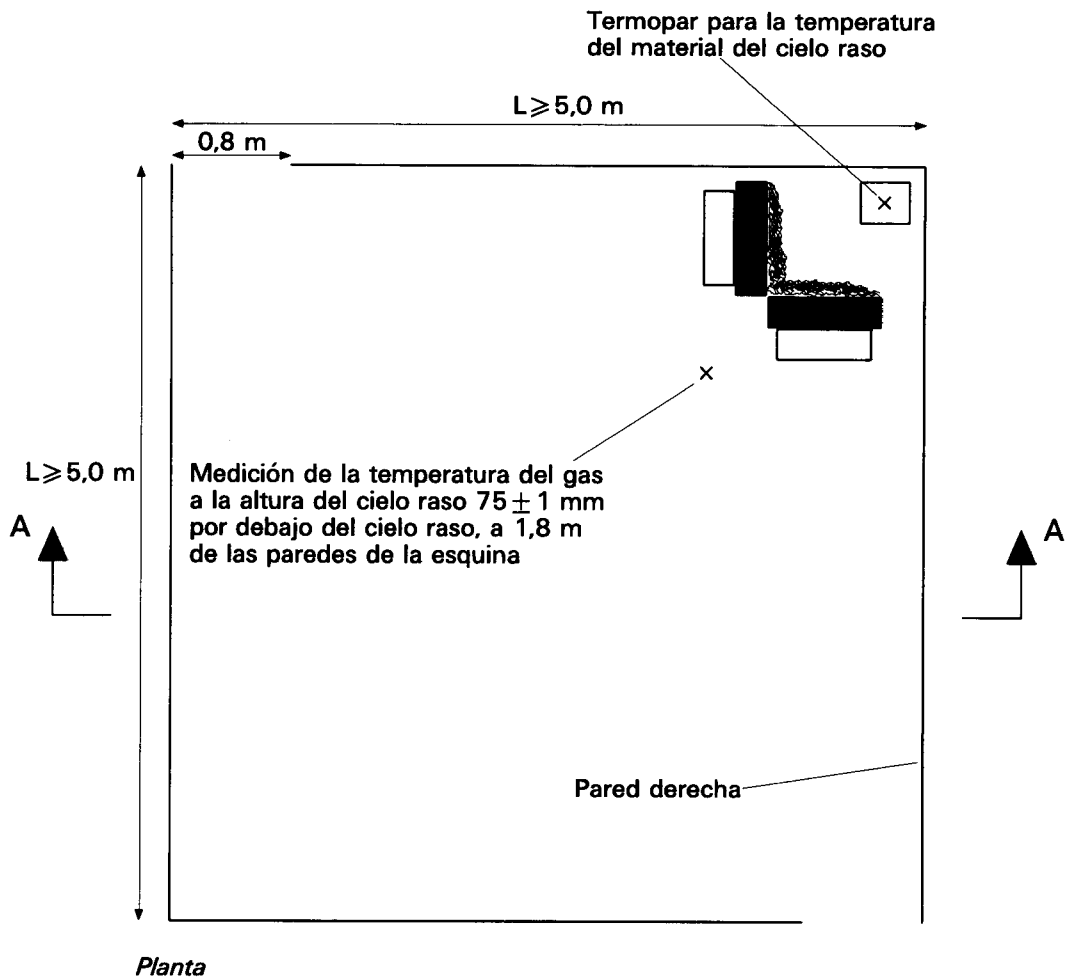
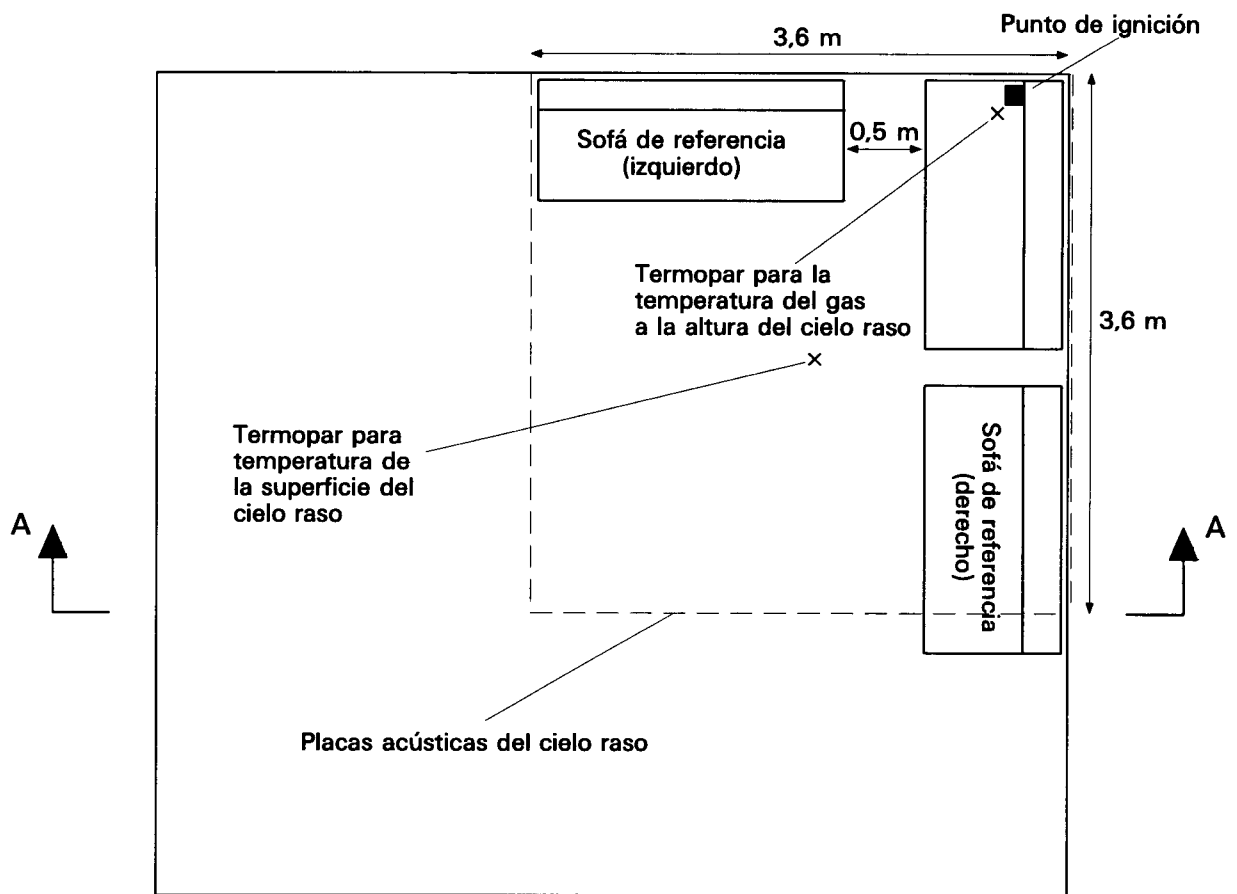
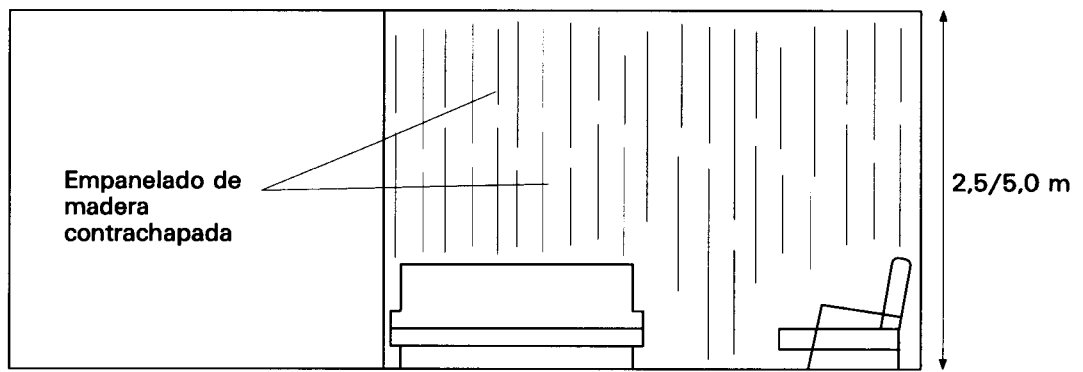


Figura 5
(armazón de madera y muebles simulados)

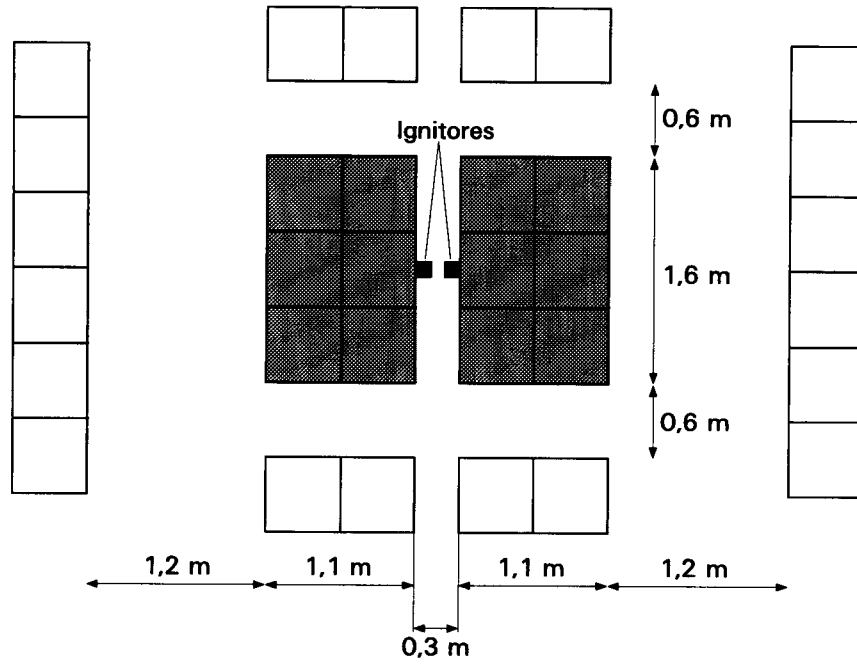


Planta

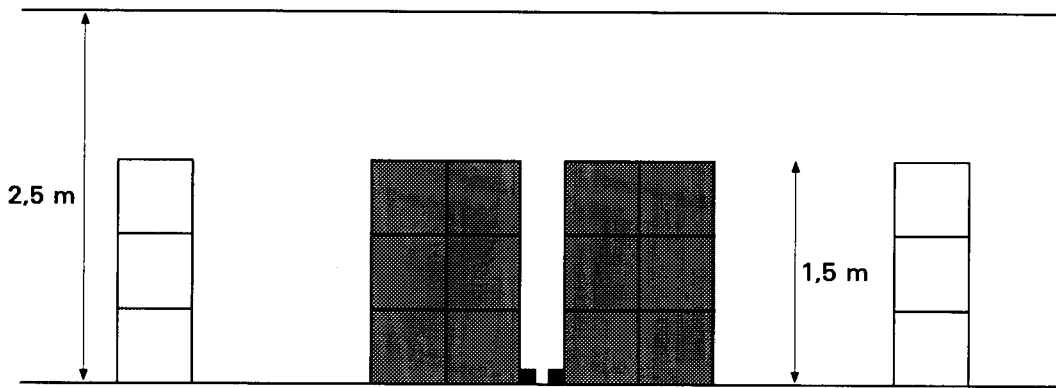


A-A

Figura 8



Planta



Frente

95143s

- Cajas de cartón llenas de vasos de poliestireno
- Cajas vacías usadas como dispositivo de referencia

Figura 9