

NFPA 11

Norma para Espumas de Baja, Media y Alta Expansión

Edición

°
-

NFPA, Battery March Park, PO Box Quincy, MA
Una organización internacional de códigos y normas

Acuerdo de licencia de la NFPA

Este documento es propiedad literaria de la National Fire Protection Association NFPA Battery March Park, Quincy, MA USA
Todos los derechos reservados.

La NFPA otorga una licencia de acuerdo con el derecho de descargar un archivo electrónico de este documento NFPA para almacenamiento temporal en una computadora con propósitos de mirar y/o imprimir una copia del documento NFPA para uso individual. Ni la copia electrónica ni la impresa pueden ser reproducidas de ningún modo. Adicionalmente, el archivo electrónico no puede ser distribuido a otro lado por redes de computadores u otra manera. La copia impresa solamente puede ser utilizada personalmente o distribuida en su empresa.

NFPA 11

Norma para

Espumas de Baja, Media y Alta Expansión

Edición 2002

NOTA: El asterisco (*) después del número o letra indicadora de un párrafo indica que se puede encontrar material aclaratorio sobre el párrafo en el Anexo A.

Los cambios diferentes a los editoriales están indicados por una línea vertical al lado del párrafo, tabla o ilustración en la que ha ocurrido el cambio. Estas líneas se incluyen como ayuda al usuario para identificar los cambios de la edición anterior. Cuando se han suprimido uno o más párrafos completos, la supresión está indicada con una viñeta entre los párrafos que quedan.

En el Capítulo 2 y Anexo H se puede encontrar información sobre publicaciones mencionadas.

Capítulo 1 Administración

1.1* Alcance. Esta norma cubre el diseño, instalación, operación, prueba y mantenimiento de sistemas de espuma de baja, media y alta expansión para protección de incendios. No es el propósito de esta norma especificar dónde se requiere protección de espuma.

1.2 Objeto. Esta norma está destinada para el uso y guía de las personas responsables del diseño, instalación, prueba, inspección, aprobación, listado, operación y mantenimiento de sistemas fijos, semifijos y portátiles de espuma de baja, media y alta expansión para extinción de incendios para riesgos interiores o exteriores. Nada en esta norma intenta restringir nuevas tecnologías o arreglos alternativos, siempre y cuando no se rebaje el grado de seguridad prescrito por la norma.

1.3 Aplicación. Esta norma no se aplica a los siguientes tipos de sistemas:

- (1) Espumas y sistemas químicos (considerados obsoletos)
- (2) Sistemas de inundación de espuma-agua o de rocío (Ver NFPA 16, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores de Espuma-Agua y Sistemas de Pulverización de Espuma-Agua*)
- (3) Sistemas de rociadores de espuma-agua de cabeza cerrada (Ver NFPA 16, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores de Espuma-Agua y Pulverizadoras*)
- (4) Sistemas de agentes combinados
- (5) Vehículos móviles de espuma (Ver NFPA 1901, *Norma para Vehículos Automotores de Incendio*)

(6) Espuma y sistemas Clase A (Ver NPFA 1150, *Norma Sobre Químicos de Espuma para Combustibles Clase A para Combate de Incendios en Áreas Rurales, Suburbanas y de Vegetación*).

1.4 Retroactividad. Las estipulaciones de esta norma reflejan el consenso de lo que es necesario para proporcionar un grado aceptable de protección contra los riesgos tratados en esta norma en el momento de su expedición.

A menos que se especifique de otra manera, las estipulaciones de esta norma no aplican a las facilidades, equipos, estructuras, o instalaciones que existían o fueron aprobadas para construcción o instalación antes de la fecha de vigencia de la norma. Donde se especifique, las estipulaciones de esta norma serán retroactivas.

En aquellos casos donde la autoridad competente determine que las condiciones existentes presentan un grado inaceptable de riesgo, se permitirá a la autoridad competente aplicar retroactivamente cualquier parte de esta norma que se considere apropiada.

Los requerimientos retroactivos de esta norma podrán ser modificados si su aplicación fuese claramente impráctica a juicio de la autoridad competente, y sólo cuando sea claramente evidente que se está proporcionando un grado prudente de seguridad.

1.5 Equivalencia. Nada en esta norma intenta evitar el uso de sistemas, métodos o dispositivos de calidad, resistencia, resistencia al fuego, efectividad, durabilidad, y seguridad equivalentes o superiores.

1.6 Unidades y Fórmulas. Las unidades métricas de medida en esta norma están de acuerdo con el sistema métrico modernizado conocido como el Sistema Internacional de Medidas (SI). La unidad litro, que no forma parte pero está reconocida por el SI, se usa comúnmente en la protección internacional de incendios. Los factores de conversión para esta unidad se encuentran en la Tabla 1.6.

Tabla 1.6 Unidades de Medida Métricas

NombreSímbolos de la Unidad	Usados de C	Factor conversión
litroL1 Gal		= 3.785 litros
litro por minuto por metro cuadrado	L/min·m	1 gpm/pie = 40.746 L/min·m
decímetro cúbicoDm		1 gal = 3.785 dm
pascalPa1 psi		= 6894.757 Pa
barbar1 psi = 0.0689 bar		
barbar1 bar = 10		Pa
kilopascalkPa1 psi = 6.895 kPa		

Nota: Para conversiones e información adicionales, ver ASTM SI 10, *Norma para Práctica Métrica*.

La espuma debería ser producida por un generador cuya relación de expansión sea aproximadamente la producida por el generador propuesto para instalación.

El incendio de prueba debería hacerse con una pila de ocho armazones (estibas) estándar de madera dura de 1.22 m x 1.22 m (4 pies x 4 pies) secada hasta un contenido de humedad entre 5 y 8 por ciento y puestas sobre soportes incombustibles adecuados no más de 610mm (24 pulg) por encima de piso. Debajo de las armazones debe haber una vasija de 0.93 m pies) con 3.8 L (1 gal) de heptano o nafta flotando en agua. La superficie del líquido inflamable debería estar aproximadamente 305 mm (12 pulg) por debajo de las tablas de fondo del armazón inferior.

En la primera prueba de cada serie debería cronometrarse la llenada, sin incendio para determinar el tiempo de tránsito de la espuma. Debería cronometrarse la localización de la orilla delantera de la espuma mientras avanza por el piso del recinto o edificación a intervalos adecuados. También debería anotarse el tiempo cuando la espuma llega al borde de la vasija. Esta información permitirá estimar con exactitud razonable la localización de la orilla delantera de la espuma 3 minutos antes de que la espuma llegue al borde de la vasija. Después de esto, durante cada prueba de incendio, debería encenderse el heptano cuando la espuma llega a ese punto correspondiente a 3 minutos antes de llegar a la vasija. De esta manera, se le da al incendio un tiempo reproducible de quema previa de 3 minutos. Esta prueba de llenado puede terminarse cuando la espuma ha llenado hasta el tope las armazones de madera y se ha determinado el tiempo de tránsito de la espuma.

El tiempo mínimo de tránsito de la espuma debería ser 12 minutos (150 por ciento del tiempo máximo de sumersión de 8 minutos, de la Tabla 8.13.4). Para considerarse exitosa bajo la condición de tiempo de tránsito de la espuma, la espuma debería dar un control adecuado del incendio de prueba. El generador de espuma debería hacerse funcionar un máximo de 30 minutos. El control adecuado debería interpretarse como la ausencia de quema activa dentro de la pila de prueba mientras la pila está cubierta de espuma.

G.2 Prueba de Control de Calidad. Las temperaturas del aire y la solución deben mantenerse entre 15.6°C y 18.3°C (60°F y 65°F). La prueba de laboratorio de escala de expansión y desagüe descrita en la lista siguiente se ha encontrado adecuada para fines de control de calidad:

- (1) Mezclar la solución de espuma.
- (2) Llenar la lata de solución de espuma con la solución.
- (3) Pesar la lata con solución de espuma y montar en el aparato.
- (4) Aplicar presión de 172 kPa (25 psi) al líquido.
- (5) Poner en marcha el ventilador y ajustar la compuerta hasta una abertura de aproximadamente 1/3. (La compuerta podría tener que ajustarse después para obtener la proporción deseada de expansión.)

- (6) Abrir el solenoide. Ajustar la presión del líquido a 103 kPa (15 psi) usando la válvula de medición de líquido. (Podría ser necesario un reajuste posterior.)
 - (7) A medida que se forma espuma en los tamices, recoger las primeras gotas en el vaso de precipitado picudo. Guardar el líquido en el vaso para añadirlo al residuo en la lata de espuma.
 - (8) Dejar llenar el tambor de drenaje con la espuma expandida. Poner el cronómetro y cerrar el solenoide cuando el tambor esté lleno.
 - (9) Añadir el líquido del paso 7 a la lata de solución de espuma y pesarla de nuevo. Anotar el total de mililitros usados. (1 galón es aproximadamente 1 ml.)
- Registrar el desagüe de líquido en mililitros a intervalos de 1 minuto, después a intervalos de 10 minutos.
- (11) Diagramar tiempo versus porcentaje desaguado y anotar la relación de expansión.

$$\text{Porcentaje desaguado} = \frac{\text{total ml desaguados al tiempo dado} \times X}{\text{Total ml usados}}$$

$$\text{Proporción de expansión} = \frac{\text{Volumen del tambor en ml}}{\text{Total ml usados}}$$

Ver Ilustración G.2(a) e Ilustración G.2(b).

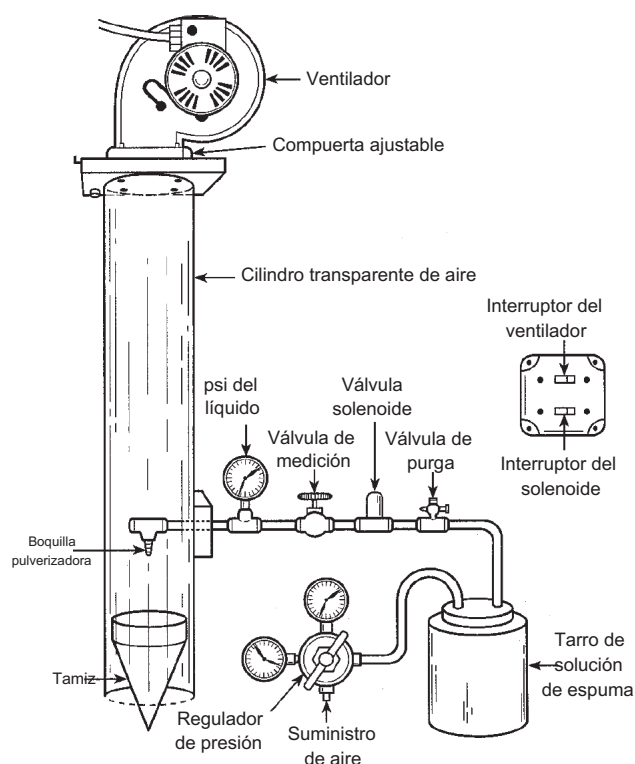


Ilustración G.2(a) Generador de Prueba de Calidad de Espuma de Alta Expansión.

[illegible]

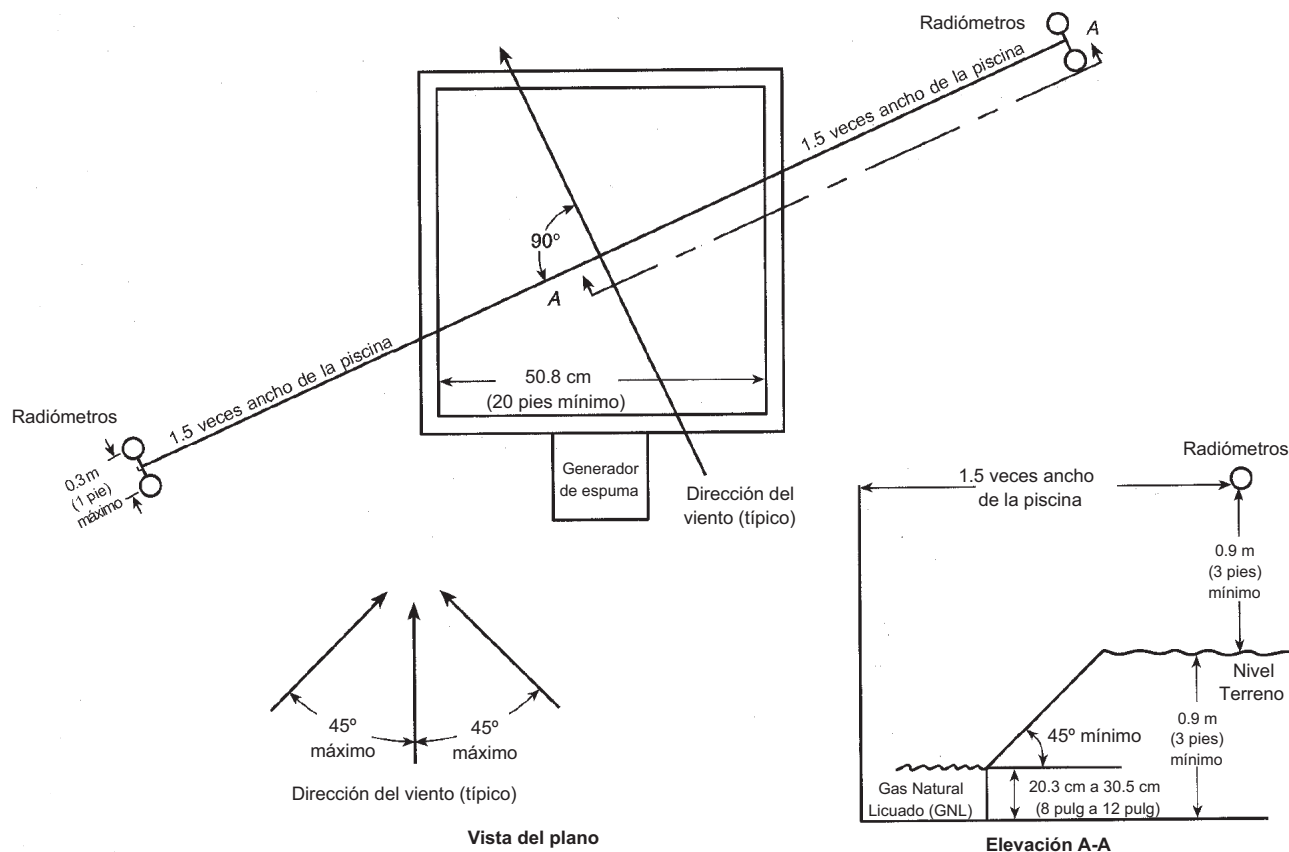


Ilustración G.4 Foso de Prueba Estándar para Evaluación de Espuma de Alta Expansión.

que lo grados de radiación promedios, 1 y $\frac{1}{2}$ veces el ancho de el estanque desde el centro del estanque medido en dirección a través del viento, hayan llegado a 10 por ciento de los valores libres iniciales de régimen permanente.

- (b) *Régimen de descarga de espuma por área de unidad* es la velocidad de circulación de la espuma expandida por minuto por pie cuadrado de área de superficie de gas natural licuado.

Equipo de Prueba

- (a) Un foso para pruebas configurado como se muestra en la Ilustración G.4.
- (b) Cuatro radiómetros de gran ángulo, enfriados por agua con instrumentos de registro continuo para cada uno.
- (c) Instrumentos meteorológicos para medir temperatura y humedad relativa y medir y registrar velocidad y dirección del viento durante las pruebas.
- (d) Cronómetros.
- (e) Equipos calibrados para medir flujos de agua y concentrados de espuma o flujos de solución de espuma si es premezclada.

- (f) Un generador de espuma calibrado para determinar su curva de desempeño de la presión del agua, generación, relación de expansión, y régimen de drenaje de la espuma expandida.

Procedimientos de Prueba.

- (a) Toda la instrumentación debe ser revisada o calibrada antes de realizar las pruebas.
- (b) El régimen de la solución de espuma, la relación de dosificación del concentrado de espuma o velocidad de circulación total de la solución si la solución es premezclada, y presión de entrada de la solución del generador de espuma como lo especifica el fabricante del equipo deben ajustarse y mantenerse durante la prueba.
- (c) Los radiómetros deben estar colocados como lo muestra la Figura G.4.
- (d) Como puede verse en la Ilustración G.4, se debe centrar un generador de espuma sencillo en el lado de sotavento del estanque. Se debe establecer un solo régimen de aplicación de espuma y no puede cambiarse después de la ignición. Toda la espuma generada se debe aplicar al foso de pruebas. El tiempo de control

empezará en el momento que se observe la primera espuma visible en el punto de aplicación.

(e) La velocidad de flujo de agua y el flujo de concentrado de espuma, o el flujo de la solución, si es premezclada, deberían monitorearse y registrarse para garantizar la dosificación y regímenes de aplicación adecuadas.

(f) Al comienzo de la prueba, el viento no debería ser más de 9 nudos (10 millas / hora o 16 km/hora) con ráfagas hasta de 13 nudos (15 millas por hora o 24 km/hora). Para condiciones óptimas de prueba con vaporización mínima de GNL, no debe haber agua estancada en el foso.

(g) Deben descargarse en el foso por lo menos 1.76 L/m gal/pie) de GNL, con una temperatura de almacenamiento no más caliente que -151°C (-240°F) y un análisis de por lo menos 85 por ciento de metano. La primera ignición del foso de prueba debe ocurrir dentro de 30 minutos del comienzo de la descarga.

(h) Después de la ignición debe haber una pre-quema hasta que el incendio se estabiliza como lo indiquen los radiómetros, pero no por más de 45 segundos.

(i) La aplicación debería comenzar y medirse el tiempo de control del incendio.

(j) Una vez establecido el control, el régimen de descarga por unidad de área para mantener el control del incendio debería determinarse cortando la espuma y permitiendo que el incendio crezca hasta 25 por ciento de la intensidad inicial, re-aplicando entonces la espuma hasta que los niveles de radiación se reduzcan a 10 por ciento de la intensidad inicial no controlada. Se debería repetir por lo menos tres ciclos.

Reporte. La información en el reporte de prueba incluye lo siguiente:

(a) Fecha y hora de las pruebas.

(b) Lugar de las pruebas.

(c) Agencia de pruebas.

(d) Modelo del equipo y materiales probados.

(e) Temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, temperatura y calidad del agua (potable o impotable y dulce o salada), y condiciones generales del clima para cada prueba.

(f) Análisis inicial de GNL antes de descargarse en el foso.

(g) Profundidad del GNL en el foso.

(h) Información de desempeño del generador de espuma.

(i) Información de todos los dispositivos de registro y medida.

(j) Dimensiones del foso, orientación y disposición para la prueba.

(k) Regímenes de aplicación, relaciones de expansión, y medidas de soporte.

(l) Curva mostrando el tiempo versus grados de radiación, marcados para indicar tiempos de control y comienzo y final de la aplicación de espuma para cada prueba.

Anexo H Referencias de Información

H.1 Publicaciones Mencionadas. Los siguientes documentos o parte de ellos se mencionan en esta norma con fines informativos solamente y no son parte de los requisitos de este documento a menos que también estén relacionados en el Capítulo

H.1.1 Publicaciones NFPA. National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, P. O. Box 9101, Quincy, MA

NFPA 11A, *Norma para Sistemas de Espuma de Media y Alta Expansión*, edición 1999.

NFPA 13, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*

NFPA 16, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores de Espuma-Agua y Rocio de Espuma-Agua*, edición 1999.

NFPA 18, *Norma para Agentes Humectantes*, edición 1995.

NFPA 30, *Código de Líquidos Inflamables y Combustibles*, edición 2000.

NFPA 59A, *Norma para la Producción, Almacenamiento y Manejo de Gas Natural Licuado (GNL)*, edición 2001.

NFPA 70, *Código Eléctrico Nacional* *, edición 2002.

NFPA 72 * *Código Nacional de Alarmas de Incendio* * edición 2002.

NFPA 414, *Norma para Rescate de Aviones y Vehículos de Combate de Incendios*, edición 2001.

NFPA 1150, *Norma para Químicos de Espuma para Combate de Incendios para Combustibles Clase A en Áreas Rurales, Suburbanas y de Vegetación*, edición 1999.

NFPA 1901, *Norma para Vehículos Automotores de Incendio*, edición 1999.

H.1.2 Publicaciones ASTM. American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

ASTM D 1141, *Especificación Normalizada para Sustituto de Agua de Mar*

IEEE/ASTM SI 10, *Norma para el Uso del Sistema Internacional de Unidades (SI): El Sistema Métrico Moderno*

H.1.3 Otras Publicaciones.
IBC Code Regulation

D.W. Johnson et al, *Control y Extinción de Incendios de GNL*, Applied Technology Corp., DOEEV-6020-1, agosto 1980.

Federal Specification O-F-555C, *Líquido de Espuma, Extinción de Incendios Mecánica* (edición agotada).

IEEE 45, *Práctica Recomendada para Instalaciones Eléctricas a Bordo*,

ISO 9001, *Sistemas de Calidad – Modelo de Control de Calidad en Diseño, Desarrollo, Producción, Instalación y Servicio*

ISO 9002, *Sistemas de Calidad – Modelo de Control de Calidad en la Producción, Instalación y Servicio*

NVIC 11-92, *Índice de Circulares de Inspección de Navegación y Embarcaciones* (NVICs).

UL 162, *Norma para Seguridad de Equipos de Espuma y Concentrados Líquidos*, marzo 1989.

Regulación SOLAS 61, Capítulo 212.

Título 60, *Código de Regulaciones Federales*, Parte 30926.

U.S., EPA, *Ley Comprensiva de Compensación & Responsabilidad de Respuesta Ambiental* (CERCIA), Sección 102(b) y 103(a).

Especificación Federal VV-G-1690. *Gasolina, Automotriz, Con Plomo o sin Plomo*

H.2 Referencias Informativas.

TP 127, Canadian Standard, Ottawa, Ontario.

United Nations Environment Programme Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer – Final Act 1987» (Protocolo de Montreal sobre Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, Programa Ambiental de las Naciones Unidas – Documento Final 1987), UNEP/RONA, Room DCZ-0803, United Nations, New York, NY 10017.

H.3 Referencias para Extractos. (Reservado)

Índice

© 2002 National Fire Protection Association. Todos los derechos Reservados

Los derechos de autor de este índice son separados y distintos a los derechos en el documento al que sirve de índice. Las provisiones de la licencia para el documento no aplican al índice. Este índice no puede reproducirse en todo o en parte por ningún medio sin el permiso escrito de la National Fire Protection Association, Inc.

siones de la licencia
rito de la National

-A-

Accesorios

Sistemas de Media y Alta Expansión.....

Actuación

Emergencia 10.3, A.10.3
Mantenimiento de Equipos
Métodos 4.9.1 a 4.9.3, 8.7.1, 8.7.5.5, 8.20.2.2, 8.20.2.3
Supervisión 4.9.2.5, 8.7.3, A.4.9.2.5

AFFF

Ver Concentrado de Espuma Formadora
de Película Acuosa (AFFF)

Agua, Temperatura

4.2.1.4, A.4.2.1.4

Alarma Sistema Operativo

A.4.9.2.5

Alcance de la Norma

A.1.1

Almacenamiento, Estanterías y Apilamientos Altos

A.8.2

Almacenamiento, Tanques

Ver Tanques

Aplicación de la Norma

Aplicación Superficial, Tanques Techo Fijo (cónico)

Exteriores 5.2.5, A

Aprobado (Definición).....

3.2.1, A.3.2.1

Aspectos Ambientales de Espumas

Ver Espumas, Ambiente

Autoridad Competente (Definición).....

3.2.2, A

-B-

Bombas con Motor de Agua, Acopladas (Definición)..

Bombas para Agua

Con Motor de Agua Acoplado (definición).....

Bombas para Concentrado Espumígeno

9.12.2 a 9.12.5, A.4.6, A.7.1, A.9.12.2, A.9.12.3

Boquillas Aireadoras con Inductor incorporado

A.3.3.4

Boquillas, Espuma

Ver Espuma, Boquillas

-C-

Coladores, Filtros

Mantenimiento.....

Tubería.....

Combate de Incendios

Hoja de Datos..... D.1

Operaciones, Aspectos Ambientales..... E.3.1

Compatibilidad de Espumas

4.4, A.4.4.1.1, A.4.4.2

Concentrados de Espuma, tasas de consumo

Concentración

10.6.3, A.10.3, A.10.6.3(2)

Definición.....

Pruebas C.2

Prueba por Conductividad..... C.2.12

Concentrados de Espuma, bombas

9.12.2 a 9.12.5, A.4.6, A.7.1, A.9.12.2, A.9.12.3

Concentrados de Espuma

Ver Concentrados

resistentes al Alcohol, Espumas Formadoras

de Película Acuosa (AFFF), Espumas Fluoroproteicas

Formadoras de Película (FFFP), Espumas Fluoroproteicas,

Espumas Proteínicas

Almacenamiento 4.3.2, 8.8.7, 8.8.8, 9.11, A.4.3.2,

A.9.1.1.1, A.9.11.2.1

Alta Expansión..... Ver Concentrados de Alta Expansión

Aprobación 9.1.4, A.9.1.3, A.9.1.4.3

Cantidad 4.3.2.2, A.4.3.2.2

Compatibilidad 4.4, 9.11.8, A.4.4.1.1, A.4.4.2

Definición.....3

Generadores de Alta Expansión, Equipos.....

Inspección 11.6, C.4

Media Expansión..... Ver Concentrados de Media

Expansión

Otros (Definición)

Sintética (Definición).....

Suministro A.9.12

Tipos .1, A.4.3.1.2

Definición.....

Concentrados Fluoroproteicos

Concentrados de Media Expansión

8.2.2.2, 8.8.4 a 8.8.8,

8.12.1, 8.21.1.1.3, A.8.8.8, Anexo G

Definición..... 3.3.12.7, A

Concentrados Proteicos

Definición.....

Concentrados Sintéticos (Definición).....

Conductividad de Soluciones de Espuma, Métodos

..... C.2.1.2

Congelación, Protección contra

9.9.4, A.4.3.2.4.2, A.9.9.4

Contrapresión

5.2.6.4, A.5.2.6.4, Ver Generadores

de alta contra presión

Controladores, Servicio Limitado

7.3.3, 7.3.4.1, A.7.3.4

-D-

Debe (Definición)..... 3

Debería (Definición)

Definiciones Cap. 3

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)

de Soluciones de Espuma E.7.3

Derrames en Areas sin Diques

.8, A.5.8

Descargas Fijas de Espuma

Areas Exteriores con Dique..... 5.7.3.1, 5.7.3.2, A.5.7.3.2

Aplicación Subsuperficial, Criterios de Diseño..... 5.2.6.2,

Tabla 5.2.6.2.8, A.5.2.6.2

Aplicación Superficial, Criterios de Diseño. 5.2.5, A

Debajo del Sello Primario

Dique para Espuma	
Mantenimiento.....	
Método del Escudo para Intemperie.....	
Nivel Bajo	5.7.3.4, A.5.7.3.4.3
Protección en el Sello.....	5.3.4.1(1), 5.3.5
Sistema bajo el Sello.....	5.3
Sobre el Sello con Dique.....	5.3.5.2, 5.3.5.3, Tabla 5.3.5.3.1
	A.5.3.5.2.3, 5.3.5.3.5, 5.3.5.3.6

Descargas Fijas para Salida de Espuma a Nivel Bajo	
	A.5.7.3.4.3

Detección, Equipos	
	A.4.9.2.5, A.4.9.2.6
Mantenimiento.....	
Sistemas de Espuma de Media y Baja Expansión..	8.7.1.2,
	8.7.2, 8.7.3, A.8.7.2.2, A.8.7.2.3

Diques, Areas Exteriores	A.5.7
---------------------------------	-------

Ductos, Sistemas de Media y Alta Expansión	
---	--

-E-

Elementos de Descarga Aspirantes	
Definición.....	

Elementos de Descarga	
Definición.....	
No aspirantes.....	
Definición.....	

Elementos de Descarga, No aspirantes	
Definición.....	

Entrenamiento	8.21.6, 11.7, E.3.2
----------------------	---------------------

Equipos de Protección Personal (EPP)	8.6.1.2, A.8.6.1.2
---	--------------------

Equivalencia de Normas	
-------------------------------	--

Espumas Alta Expansión	
Gas Natural Licuado (LNG), Uso en.....	8.20, A.8.20
Mantenimiento.....	8.14, A.8.14
Métodos de Extinción.....	8.2, A.8.2
Tiempo de sumersión	A.8.13.4
Volumen de Sumersión	

Espumas de Alta Expansión, Concentrados	
	8.8.4 a 8.8.8, 8.12.1, 8.21.1.1.3, A.8.8.8, Anexo G
Definición.....	3.3.12.7, A.3.3.12.7
Cantidad	

Espuma de Alta Expansión, Sistemas	Ver Sistemas
	de Media y Alta Expansión

Espuma, Especificaciones de Sistemas	Cap. 6
---	--------

Espumas, Sistemas de Media y Alta Expansión	
Aplicación Local	8.4(2), 8.17 a 8.20, A.8.18.2, A.8.20

Espuma	Ver Espumas de Media y Alta Expansión
Definiciones.....	
Medida de Expansión / Drenaje.....	C.1
Prueba de Propiedades Físicas.....	Anexo C
Drenaje del Tiempo para el 25%.....	C

Espumas, Aspectos Ambientales	Anexo E
Colección y Tratamiento antes de disponer de	
las Soluciones de Espuma.....	E.6
Descarga de Soluciones de Espuma a Aguas	
Servidas previo al Tratamiento.....	E.7

Desecho de Soluciones.....	E.5, E.6
Escenarios de descarga.....	E.3
Propiedades Ambientales de Surfactantes	
Fluoroquímicos e Hidrocarburos.....	E.9
Sistemas Fijos.....	E.4

Espumas, Boquillas

Definición.....	3.3.15
Fijos.....	5.7.3.2, A.5.7.3.3.2
Monitor	5.6.5.1, A.5.6.5.1, A.5.6.5.2
Para Manguera con Inductor Incorporado.....	4.5.1
Proporcionador	
Definición.....	5.7.3.2, A.5.7.3.3.2

Espumas, Cámaras C.1.5, Ver Descargas Fijas de Espuma

Espuma Componentes del Sistema	Cap. 4
Bombas de Concentrado.....	A.4.6, A.7.1, 4.2.2, 4.6, 7.1
Concentrados Espumígenos.....	Ver Concentrados
Proporcionadores de Espuma.....	4.5
Suministro de Agua	4.2, A.4.2.1.2, A.4.2.1.4
Tubería.....	4.7, A

Espumas Concentrados Ver Concentrados de Espuma

Espumas, Concentrados Sintéticos (Definición).....

Espumas, Concentrados Resistentes al Alcohol

Areas Exteriores con Diques.....	5.7.4
Almacenamiento en Tanques Exteriores....	5.5.4, A.5.5.4.1
Definiciones.....	5.8.1
Derrames Incendiados	
Tanques Techo Fijo (Cónico) Exteriores.....	5.2.5, A
Salidas Fijas de Descarga.....	5.2.4.3, A.5.2.4.3
Monitores y Líneas Manuales.....	

Espumas, Chorros de Manguera	5.7.2, A.5.7
Definición.....	3.3.14
Requisitos Suplementarios.....	5.9.1, A.5.9

Espumas, Diques

Espuma, Diseño de Sistemas	Cap. 5
Areas, Derrames sin Diques.....	5.8, A
Diques Areas Exteriores.....	5.7, A
Llenaderos, Cargaderos.....	5.6, A
Protección Suplementaria.....	5.9, A
Riesgos, Especificaciones.....	5.1, A
Tanques, Interiores	5.5, A.5.5.1, A.5.5.4.1
Tanques Techo Fijo (Cónico) Exteriores.....	5.2, A
Tanques Techo Flotante (Membrana)	
con Techo Fijo.....	5.4, A
Tanques Techo flotante, Tope Abierto.....	5.3, A

Espumas, Especificaciones y Planos Cap. 6

Espumas Fluoroproteicas Formadoras de Película (FFFP)

Espumas, Formador de Espuma Alta Contrapresión	
Definición.....	

Espumas Formadoras de Película Acuosa (AFFF)	
Definición.....	

Espumas, Hojas de Datos Sobre Combate de Incendios	Anexo D
---	---------

Espumas, Llenaderos con Rociadores de

Agua-Espuma	
Espumas, Métodos de Generación de Espumas	
Definición.. 3.3.13, A.3.3.13, Ver Generadores de Espuma	
Espumas, Monitores	
Aplicaciones marinas..... 9.4.1, 9.5, A.9.4	
Chorros (Definición)	
Derrames Incendiados	
Diques Exteriores..... 5.7	
Llenaderos, Cargaderos 5.6.3(2), 5.6.5, A.5.6.5.1, A.5.6, 5.2	
Requerimientos Anexo B	
Sellos, Protección de Áreas..... 5.3.4.1(3), 5.3.7	
Espuma, Muestreo C	
Espuma, Muestreo de Elementos sobre cabeza C	
Espuma, Requerimientos de Instalación para	
Sistemas Cap.7	
Bombas de Concentrado A.7.1	
Lavado	
Mangueras, Requerimientos de 7.4, A.7.4.1.3(2), A.7.4.1.4	
Soportes y Protección para..... 7.6	
Suministro de Potencia Eléctrica..... 7.3, A.7.3.4	
Válvulas	
Espumas, Restaurar el Sistema de	
Espumas Sistemas de Operación y Control	
Métodos de Actuación..... Ver Actuación	
Equipos	
Espuma, Soluciones Ver Soluciones Premezcladas	
Definición.....	
Determinación de Concentración C.2	
Espumas en Soluciones Premezcladas	
Definición..... 3.3.21	
Suministro de Agua y.....	
Espumas, Suministros Auxiliares	
Espumas, Tanques de Techo Fijo (Cónicos) Exteriores	
Conteniendo Hidrocarburos..... Tabla 5.2.4.2.2	
Criterios de Diseño..... 5.2.4, A	
Limitaciones	
Tasas de Aplicación..... 5.2.4.2, A.5.2.4.2.1, A.5.2.4.2.2	
Espumas, Tipos de Sistemas A.4.8	
Espumas, Tipo Hidrocarburo Surfactante A.3.3.4, E.9	
Etiquetado (Definición).....	
Expansión	
Definición.....	
Procedimiento de medición..... C.1	
-F-	
Filtros	
Mantenimiento.....	
Tubería.....	
Formadores Fijos de Espuma (Definición)	
Formadores de Espuma de Alta Contrapresión	
Definición.....	
Formadores de Espuma de Tipo Forzado	
Definición..... 3.3.22	
Formadores de Espuma a Presión	
Definición..... 3.3.22	
Formadores de Espuma a Presión	
Definición.....	
Fuegos Clase A	
Definición..... 3.3.6.1	
Concentrado de Espuma, Pruebas de Desempeño G.1, G.2	
Sistemas de Media y Alta Expansión, Uso de..... 8.12.2.2, 8.17, 1.2.1, A.8.2, A.8.12.2.2	
Fuegos Clase B E.2, Ver Líquidos Inflamables y Combustibles	
Definición..... 3	
Concentrado de Espuma, Prueba de Desempeño.. G.1, G.3	
Sistemas de Media y Alta Expansión, Uso de..... 8.1 A.8.2, A.8.12.2.2	
Fuegos en Equipo Eléctrico	
Desenergización de Equipos..... 8.6.1.3	
Espacios Eléctricos Seguros..... 8.6.2, A	
Fuegos, sistemas de Inundación Total 8.13.5.2.3(4), A.8.13.5.2.3(4)	
Fuegos, Sellos	
Tanques de Techo Flotante en Interiores..... A	
Tanques de Techo Flotante Interno con Cubierta, Exteriores 5.4.2.2, A.5.4.2.2.4	
Tanques de Techo Flotante, Tope Abierto Exteriores A	
-G-	
Gases de Líquidos Inflamables 3.4(5), A.8.2, A.8.3.2	
Gas Natural Licuado (LNG) 2(4), A.8.2, G.1, G.4	
Gases Licuados del Petróleo (LPG) A	
Generadores de Alta Contra Presión	
Definición.....	
Generadores de Espuma Tipo Ventilador Ver Espuma, Generadores	
Generadores de Espuma, Aspirados Ver Espuma, Generadores	
-I-	
Incendios Clase A Ver Fuegos Clase A	
Incendios Clase B Ver Fuegos Clase B	
Incendios de toda la superficie (área total)	
Tanques de Techo Flotante, Interiores..... A	
Tanques de Techo Flotante (membrana) con Techo Fijo..... 5.4.2.1	
Tanques de Techo Flotante, Techo o Tope Abierto..... A	
Incendios Químicos Ver Fuegos Químicos	
Inductores Ver Proporcionadores	
Inspecciones 9.10, 10.1, 11.1, A.11.6, C.4	
Instalación Ver Espuma, Requerimientos de Instalación	
Instrucciones de Operación	
Inyección Subsuperficial	
Contrapresión, Limitaciones..... 5.2.6.4, A.5.2.6.4	
Definiciones.....	
Diseño, Criterios..... 5.2.6, A	
Espuma, Salidas de Descarga..... 5.2.6.2, Tabla 5.2.6.2.8, A.5.2.6.2	

Elevación.....	5.2.6.3, A.5.2.6.3
Tasas de Aplicación.....	5.2.6.5, A.5.2.6.5.2
Tasas Mínimas de Descarga.....	5.2.6.5, A.5.2.6.5.2
Inyección Semi-Subsuperficial	
Definición.....	
Sistemas.....	5.2.7, A.5.2.7

-L-

Lavado	
Requerimientos de Instalación.....	7.2
Prueba y Aceptación después de Instalados.....	
Líquidos Inflamables y Combustibles	Ver Fuegos Clase B
Definición.....	
Diques Areas Exteriores.....	
Tanques Areas Interior.....	5.5.4, A.5.5.4.1
Sistemas de Media y Alta Expansión.....	8.3.2(2), 8.3.2(3), 8.12.2.3(1), 8.12.2.3(3), Tabla 8.13.4, A.8.2, A.8.3.2
Requerimientos de E spuma.....	
Sistemas de Aplicación Local.....	
Tanques de Techo fijo (Cónico) Exteriores.....	5.2.4.3, 5.2.4.4, 5.2.5.3, A.5.2.4.3, A.5.2.5.3
Derrames Incendiados	
Listado (Definición).....	3.2.4, A
Llenadero, Sistemas de Espuma	A.5.6
Llenadero de Carrostanque	A.5.6
Llenadero de Carros sobre rieles	A.5.6

-M-

Mangueras Manuales	
Aplicaciones Marinas.....	9.5.4, 9.6, A.9.4
Definición.....	
Espuma M uestreo.....	C
Requerimientos	Anexo B
Sello, Protección.....	5.3.4.1(2), 5.3.6, A
Tanques de Techo Fijo (Cónico) Exteriores.....	
	Tabla 5.2.4.2.2, A.5.2.4
Mangueras, Requerimientos de Instalación	
Mantenimiento	Cap. 4
Materiales Reactivos al Agua	
Marina, Aplicaciones	Cap.9
Espuma Sistemas Fijos de Baja Expansión	
Sobrecubierta para Tanqueros Químicos	
y Petroleros.....	9.3, A.9.3
Para Espacios de Maquinaria.....	9.2, A
Espumas Elementos de Descarga.....	9.4, A.9.4
Espumas, Sistemas Almacenamiento Concentrado..	
	A.9.11.1.1, A.9.11.2.1
Hidráulicos Cálculos.....	9.7
Mangueras Manuales	
Monitores	
Prueba e Inspección.....	9.10, A.9.10.1, Anexo F
Soportes y Protección de Tuberías.....	9.9, A.9.9
Suministros.....	9.12, A.9.12
Tubería, Materiales.....	9.13, A.9.13.5
Válvulas Seccionadoras.....	9.8

Media y Alta Expansión, Mantenimiento de Sistema	A.8.15
Monitores, Boquillas	5.2.4.1.1, 5.6.5.1., 5.6.5.2, A.5.6.5.1, A.5.6.5.2
Monitores Portátiles (Cañones)	5.7.2, 5.8.1.2, A.5.7
Definición.....	3.3.20

-N-

Normas (Definición)	
----------------------------	--

-P-

Parada de Emergencia, Equipos	
Sistemas de Media y Baja Expansión.....	8.7.5.1
Personal, Seguridad del	8.6, A
Planos, Sistemas de Espuma	Cap. 6
Proporcionador (Inductor)	
Definición.....	3.3.4, A
Boquilla Inductora de Espuma.....	
Definición.....	
En Línea	
Definición.....	3 3.24.3, A.3.3.24.3
Sistema de Media y Alta Expansión.....	8.7.5.1
Proporcionadores, Alrededor de la Bomba	
Definición.....	3 3.24.4, A.3.3.24.4
Proporcionadores con Medidor	
Definición.....	3 3.24.6, A.3.3.24.6
Proporcionadores Media y Alta Expansión	
Proporcionamiento	
Definición.....	3.3.23
Sistemas Aireados, Métodos de.....	4.5
Definición.....	3.3.24
Propósito de la Norma	
Protección arriba del sello con dique para espuma	5.3.5.3, 8.13.5.1, 8.13.6.2, A.8.2
	Cap. 10
Pruebas	
Aceptación	10.3, A.10.3
Aplicaciones Marinas.....	8.9, A.9.10.1, Anexo F
Descarga	10.6, A.10.6
Espuma	C.3
Espuma, Aspectos Ambientales	E.3.3
Espuma, Media y Alta Expansión....	8.13.5.1, 8.13.6.2, A.8.2
Inspección y Examen Visual	
Operación.....	10.5
Presión	
Propiedades Físicas de la Espuma.....	Anexo C
Restauración del Sistema.....	10.7
Pruebas de Aceptación	10.3, A.10.3
Pruebas de Operación	
Pruebas de Presión	
-R-	
Ratas Mínimas de Descarga	
Areas Exteriores con Diques.....	
Generadores portátiles de Espuma, Uso de.....	

Inyección Subsuperficial de Espuma...	5.2.6.5, A.5.2.6.5.2
Llenaderos	
Marinas, Sistemas Fijos de Espuma de	
Baja Expansión	9.3.5, A.9.3.5.1, A.9.3.5.3
Salidas Fijas de Descarga de Espuma.....	4.8(3), A.4.8(3)
Tanques Almacenamiento, Interiores.....	
Espumas, Sistemas de Media y Alta Expansión.....	8.13.5,
8.19.1, 8.20.3, 8.20.4, 8.21.4.1, A.8.13.5.2.3, A.8.20.3	
Ratas o Tasas de Aplicación	<i>Ver Tasas Mínimas</i>
	de Aplicación
Referencias	Cap. 2
Refractómetro, Método para medir concentración	C.2.1.1
Reserva de Concentrado Espumígeno	
Sistemas de Media y Alta Expansión.....	
Retroactividad de la Norma	
Riesgos, Especificaciones para Sistemas de Espuma	A.5.1
Riesgos Interiores	5.5, A.5.5.1, A.5.5.4.1
Rociadores Fijos Espuma - Agua	
	-S-
Seguridad del Personal	A.8.6
Sellos, Protección del Área	
Líneas Manuales, Criterios de Diseño.....	5.3.6, A
Métodos	A.5.3.4.3
Monitores de Espuma, Criterios de Diseño.....	
Salidas Fijas de Descarga, Criterios de Diseño.....	A.5.3.5.2.3
Sellos, Incendios en	
Tanques de Techo Flotante Interior.....	A.5.1
Tanques de Techo Flotante Cubiertos, Exteriores.	5.4.2.2,
	A.5.4.2.2.4
Tanques de Techo Flotante de Tope Abierto.....	A
Sellos, Escudos Protección a Intemperie	
Sistemas Actuados Automáticamente	A.4.9.2.5,
	A.4.9.2.6
Sistemas de Media y Alta Expansión.....	
Sistemas Actuados Manualmente	
Sistemas de Espuma, Especificaciones y Planos	Cap. 6
Sistemas de Espuma, Operación y Control	
Equipos	
Métodos de Actuación.....	<i>Ver Actuación</i>
Sistemas de Espuma para Techos de Tanques	a5.4,
	A.5.2 a A.5.4
Sistemas de Espuma, Requerimientos de Instalación.	Cap. 7
Bombas de Concentrado.....	7.1, A.7.1
Lavado	
Mangueras	
Suministro de Energía.....	7.3, A.7.3
Tubería y Soportes.....	7.4, A.7.4.1.3(2), A.7.4.1.4
Válvulas	
Sistemas de Espuma, Tipos	A.4.8
Sistemas de Inundación Total	A.8.2
Sistemas de Inundación Total de Media y Alta	
Expansión ...	8.4(1), 8.12 a 8.16, A.8.12.2.2, A.8.13 a A.8.15
Distribución.....	8.16
Mantenimiento.....	8.15 a A.8.15
Requerimientos de Espuma.....	8.13, A.8.13
Volumen de Sumergencia	8.14, A.8.14
Sistemas Proporcionadores de Espuma Aireada	
Aire para Sistemas de Espuma de Media y Alta	
Expansión	
Definición.....	
Sistemas de Protección Bajo el Sello	
Sistemas de Espuma, llenaderos	
Sistemas de Espuma, Media y Alta Expansión	Cap. 8
Agua	
Aire, suministro.....	8.9
Distribución, sistemas.....	
Generadores Portátiles de Espuma.....	8.
Información y Requerimientos	
Localización Aparatos Generadores.....	8.10, A.8.10.2
Mecanismos de Extinción.....	8.2, A.8.2
Operación y Control del Sistema..	8.7, A.8.7.2.2, A.8.7.2.3,
	A.8.7.5
Sistemas que protegen uno o más riesgos.....	8.5
Tipos de Sistemas	
Uso y Limitaciones	.3, A.8.3.2
Sistemas Móviles de Espuma	4.8(3), A.4.8(3)
Sistemas Semifijos de Espuma	4.8(2), 7.4.1.5, A.4.8(2)
Suministro de Agua	A.2, 8.8.1 a 8.8.3, A.4.2.1.2, A.4.2.1.4
Sistemas de Media y Alta Expansión.....	
Generadores Portátiles de Espuma, Uso de.....	
Suministro de Energía	
Instalación, Requerimientos.....	7.3, A.7.3.4
Marino, Sistemas.....	
Media y Alta Expansión, Sistemas.....	
Sistemas de Detección.....	8.7.2.3, A.8.7.2.3
Generadores Portátiles.....	
Surfactantes Fluoroquímicos, Propiedades Ambientales	E.9
Surfactantes Hidrocarbonatos	E.9
	-T-
Tanques	
Almacenamiento de Concentrado Espumígeno.....	4.3.2.3,
	8.8.8, 9.11, A.9.11.1.1, A.9.11.2.1
Proporcionador a Presión.....	A.3.3.24.5
Definición.....	
Protección	Anexo B
Almacenamiento para Sistemas Extintores	
de Espuma	
Tanques Interiores.....	5.5, A.5.5.1
Techos de Tanques.....	5.2, A.5.4, A.5.1, A.5.2, A.5.4
Tanques de Techo Flotante (Interno) Cubiertos	.4, A.5.4
Tanques de Techo Fijo (Cónico)	.2, A.5.2
Conteniendo Líquidos Inflamables y Combustibles.	5.2.4.3,
	5.2.4.4, 5.2.5.3, A.5.2.4.3, A.5.2.5.3

Capítulo 2 Publicaciones Mencionadas

2.1 General. Los documentos o partes de ellos relacionados en este capítulo se mencionan dentro de esta norma y deben considerarse parte de los requerimientos de este documento.

2.2 Publicaciones de la NFPA. National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, P. O. Box 9101, Quincy, MA

NFPA 11A, *Norma para Sistemas de Espumas de Media y Alta Expansión*, edición 1999.

NFPA 13, *Norma para Instalación de Sistemas de Rociadores*, edición 2002.

NFPA 15, *Norma para Sistemas Fijos de Pulverización de Agua para Protección de Incendios*, edición 2001.

NFPA 16, «Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores de Espuma-Agua y Sistemas de Pulverización de Espuma-Agua», edición 1999.

NFPA 20, *Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección de Incendios*, edición 1999.

NFPA 24, *Norma para la Instalación de Tuberías de Servicio Privado de Incendios y sus Accesorios*, edición 2002.

NFPA 70, *Código Eléctrico Nacional* ® edición 2002.

NFPA 72 ® *Código Nacional de Alarmas de Incendio* ®, edición 2002.

NFPA 1150, *Norma para Químicos de Espuma para Combate de Incendios para Combustibles Clase A en Áreas Rurales, Suburbanas y de Vegetación*, edición 1999.

NFPA 1901, *Norma para Vehículos Automotores de Incendio*, edición 1999.

2.3 Otras Publicaciones.

2.3.1 Publicaciones ANSI. American National Standards Institute, Inc., 11 West 42nd St., 13th Floor, New York, NY 10036.

ANSI B1.20.1, *Roscas de Tubería*

ANSI B16.1, *Rebordes y Conexiones de Reborde de Tubería de Hierro Fundido*

ANSI B16.3, *Conexiones de Rosca de Hierro Maleable*

ANSI B16.4, *Conexiones de Rosca de Hierro Gris*

ANSI B16.5, *Rebordes de Tubería y Conexiones de Reborde*

ANSI B16.9, *Conexiones de Acero Forjado de Soldadura a Tope*

ANSI B16.11, *Conexiones Forjadas, Soldadura de Casquillo y Reborde*

ANSI B16.25, *Extremos de Soldadura a Tope*

2.3.2 Publicaciones ASTM. American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2958.

ASTM A 53, *Especificaciones de Norma para Tuberías, Acero Negro y al Baño Caliente, Galvanizado, Soldado y Sin Costura*,

ASTM A 105, *Especificaciones de Norma para Forjados de Acero Carbono para Aplicaciones en Tuberías*

ASTM A 106, *Especificaciones de Norma para Servicio en Alta Temperatura para Tuberías de Acero Carbono sin Costuras*

ASTM A 135, *Especificaciones de Norma para Tuberías Soldadas de Resistencia Eléctrica*

ASTM A 182, *Especificaciones de Norma para Bridas de Tubería de Acero Forjado o de Aleación Laminada, Conexiones Forjadas, Accesorios Forjados, y Válvulas y Partes para Servicio en Alta Temperatura*

ASTM A 216, *Especificaciones de Norma para Piezas de Acero Fundido, al Carbón, Apropriadadas para Soldadura por Fusión, para Servicio de Alta Temperatura*

ASTM A 234, *Especificaciones de Norma para Accesorios de Tuberías de Acero Carbono Forjado y Acero Aleado para Temperaturas Moderadas y Elevadas*

ASTM A 312, *Especificaciones de Norma para Tuberías Austeníticas de Acero Inoxidable Sin Costura y Soldadas*

ASTM A *Especificaciones de Norma para Piezas Fundidas de Retención de Presión de Hierro Férrico Dúctil para uso a Temperaturas Elevadas*

ASTM A 795, *Especificaciones de Norma para Tuberías de Acero, Negro y al Baño Caliente, Galvanizado, Soldado y Sin Costuras, para Uso en Protección de Incendios*

ASTM SI 10, *Norma para el Uso del Sistema Internacional de Unidades (SI): El Sistema Métrico Moderno*

2.3.3 Publicación AWS. American Welding Society, 550 N.W. Lejeune Road, Miami, FL 33126.

AWS D10.9, *Norma para Calificación de Procedimientos de Soldadura y Soldadores de Tuberías y Cañerías*

2.3.4 Publicación API. American Petroleum Institute, 120 L Street Northwest, Washington, DC 20005.

API 650, *Tanques de Acero Soldado para Almacenamiento de Combustibles*

2.3.5 Publicación IEEE. Institute of Electrical and Electronic Engineers, 445 Hoes Lane, P.O. Box 1331, Piscataway, NJ 08855-

IEEE 45, *Práctica Recomendada para Instalaciones Eléctricas*

Conteniendo Hidrocarburos.....	T	abla 5.2.4.2.2, 5.2.5.2, A.5.2.5.2.1, A.5.2.5.2.2	Tubería, Soldadura	4.7.4.3, A.4.7.4.3
Definición.....		A.5.1	Tubería, Uniones	A.4.7.4.3
Protección.....		Anexo B		
Tanques de Techo Flotante, Tope Abierto		A.5.3	-U-	
Tanques Proporcionadores a Presión			Unidades de Medida	
Definición.....	3	.2.24.5, A.3.3.24.5	-V-	
Tanques de Techo Fijo Exteriores, Aplicación			Válvulas	
Subsuperficial		5.2.5, A	Aplicaciones Marinas.....	9.8, A.9.3.3.2
Tipo I Descargas de Salida	T	abla 5.2.5.2.2	Requerimientos de Instalación.....	7.5
Definición.....			Sistemas de Media y Alta Expansión.....	8.7
Tipo II, Descargas de Salida	T	abla 5.2.5.2.2	Supervisión	
Definición.....			Tubería.....	4.7.6, A
Torretas, Muestreo de Espuma		C	Ventilación, Sistemas Inundación Total	

2.3.6 Publicación IMO. International Maritime Organization, 4 Albert Embankment, London SE1 7SR.

Seguridad de Vida en el Mar, Regulaciones SOLAS II-2/4.3 y 4.3.5.

2.3.7 Publicación UL. Underwriters Laboratories, Inc., 333 Pfingsten Road, Northbrook, IL 60062.

UL 162, *Norma para Seguridad de Equipos de Espuma y Concentrados Líquidos*

Capítulo 3 Definiciones

3.1 General. Las definiciones contenidas en este capítulo se aplican a los términos que se usan en esta norma. Cuando no se incluyen los términos, debe aplicarse su uso común.

3.2 Definiciones Oficiales de la NFPA.

3.2.1* Aprobado. Aceptable para la autoridad competente.

3.2.2* Autoridad Competente. La organización, oficina o persona responsable de aprobar un equipo, instalación o procedimiento.

3.2.3 Rotulado. Equipo o materiales a los cuales les ha sido fijado un rótulo, símbolo u otra marca de identificación de una organización aceptable para la autoridad competente y encargada de la evaluación del producto, que mantiene la inspección periódica de la producción de los equipos o materiales rotulados, y por cuyos rótulos el fabricante indica acatamiento de las normas apropiadas o desempeño de manera específica.

3.2.4* Listado. Equipo, materiales o servicios incluidos en una lista publicada por una organización aceptable a la autoridad competente y comprometida con la evaluación de productos o servicios, que mantiene inspección periódica de la producción de los equipos o materiales listados o evaluación periódica de los servicios, y cuyo listado indica que los equipos, materiales o servicios satisfacen las normas apropiadas o han sido probados y encontrados apropiados para uso de una manera específica.

3.2.5 Debe. Indica un requerimiento obligatorio.

Debería. Indica recomendación o algo que se aconseja pero no es requisito.

3.2.7. Norma. Documento cuyo texto principal contiene solamente estipulaciones obligatorias usando la palabra «debe» para indicar requisitos y que está en forma generalmente adecuada para consulta obligatoria por otra norma y código o para adopción como ley. Los requerimientos no obligatorios

deben estar localizados en un apéndice o anexo, nota al pie de página, o nota en letra menuda y no deben considerarse parte de los requisitos de la norma.

3.3 Definiciones Generales.

3.3.1 Dispositivos de Descarga por Aspiración de Aire. Estos aparatos están especialmente diseñados para aspirar y mezclar aire con la solución de espuma para producir espuma. La espuma es entonces descargada de acuerdo a un patrón específico de diseño.

3.3.2 Concentración. El porcentaje de concentrado de espuma contenido en una solución de espuma. El tipo de concentrado de espuma que se usa determina el porcentaje de concentración requerido. Por ejemplo, un concentrado de espuma de 3 por ciento se mezcla en la proporción de 97 partes de agua a 3 partes de concentrado para hacer la solución de espuma.

3.3.3 Dispositivo de Descarga. Aparato diseñado para descargar agua o solución de espuma-agua en un patrón predefinido, fijo o ajustable. Ejemplos incluyen, pero no se limitan a rociadores, boquillas de pulverización y boquillas de manguera.

3.3.4* Eductor (Inductor). Dispositivo que usa el principio Venturi para introducir una cantidad proporcionada de concentrado de espuma en la corriente de agua. La presión en el cuello está por debajo de la presión atmosférica y extraerá líquido del depósito de almacenamiento atmosférico.

3.3.5 Expansión. La proporción de volumen final de espuma al volumen de la solución de espuma original.

3.3.6 Incendio.

3.3.6.1 Clase A. Incendio de materiales combustibles ordinarios, como madera, telas, papel, caucho y muchos plásticos.

3.3.6.2 Clase B. Incendio de líquidos inflamables, aceites combustibles, grasas, breas, pinturas de aceite, lacas, y gases inflamables.

3.3.7 Salida Fija de Descarga de Espuma. Dispositivo conectado permanentemente a un tanque, dique u otra estructura de confinamiento, diseñado para introducir espuma.

3.3.8 Monitor Fijo (Cañón). Dispositivo que suministra un gran chorro de espuma y está montado sobre un soporte fijo, ya sea elevado o sobre la superficie. Puede alimentarse la solución al monitor por medio de una tubería o manguera permanente.

3.3.9 Líquidos Inflamables y Combustibles. Los líquidos inflamables son o incluyen cualquier líquido que tenga un punto de inflamación por debajo de 37.8°C (100°F) y una presión de vapor no mayor de 276 kPa (40 psi absoluta) a 37.8°C

(100°F). Los líquidos inflamables deben subdividirse como sigue: (1) Los líquidos Clase I deben incluir aquellos que tengan puntos de inflamación por debajo de 37.8°C (100°F) y a su vez se subdividen como sigue: A. Los líquidos Clase IA deben incluir aquellos con un punto de inflamación por debajo de 22.8°C (73°F) y un punto de ebullición por debajo de 37.8°C (100°F). B. Los líquidos Clase IB deben incluir aquellos que tienen punto de ebullición por debajo de 22.8°C (73°F) y un punto de ebullición por encima de 37.8°C (100°F). C. Los Líquidos Clase IC deben incluir aquellos con puntos de inflamación a o por encima de 22.8°C (73°F) y por debajo de 37.8°C (100°F). Los líquidos combustibles son o incluyen cualquier líquido que tenga un punto de inflamación a o por encima de 37.8°C (100°F). Deben subdividirse como sigue: (1) Los líquidos Clase II deben incluir aquellos con puntos de inflamación a o por encima de 37.8°C (100°F) y por debajo de 60°C (140°F); (2) Los líquidos Clase IIIA deben incluir aquellos con puntos de inflamación a o por encima de 60°C (140°F) y por debajo de 93.3°C (200°F); (3) Los líquidos Clase IIIB deben incluir aquellos con puntos de inflamación mayores de 93.3°C (200°F).

3.3.10 Espuma. La espuma para combate de incendios, dentro del alcance de esta norma, es un agregado estable de pequeñas burbujas de densidad más baja que el aceite o agua que muestra tenacidad para cubrir superficies horizontales. La espuma de aire se hace mezclando el aire en una solución de agua que contiene un concentrado de espuma por medio de un equipo diseñado adecuadamente. La espuma fluye libremente sobre una superficie de líquido incendiado y forma una fuerte manta continua que excluye el aire y sella los vapores de combustible volátil no permitiendo el acceso al aire. Resiste la ruptura por viento o corrientes de aire o el ataque del calor y las llamas y es capaz de resellarse en caso de rotura mecánica. Las espumas para combate de incendios retienen estas propiedades por períodos de tiempo relativamente largos. Las espumas también se definen por expansión y están divididas arbitrariamente en tres campos de expansión. Estos campos corresponden generalmente a ciertos tipos de uso descritos más adelante. Los tres campos son los siguientes: (1) Espuma de baja expansión: expansión hasta 20; (2) Espuma de expansión media: expansión de 20 a 200; (3) Espuma de alta expansión: expansión de 200 a aproximadamente 1000.

Cámara de Espuma. Ver Salida Fija de Descarga de Espuma.

3.3.12 Concentrado de Espuma. El concentrado de espuma es un agente líquido espumoso concentrado, como se recibe del fabricante. Para efectos de este documento se usa «concentrado de espuma» y «concentrado» indistintamente.

3.3.12.1 Concentrado de Espuma Resistente al Alcohol. Este concentrado se usa para combatir incendios en materiales solubles en agua y otros combustibles destructores de espumas regulares, AFFF o FFFP, lo mismo que para incendios que involucran hidrocarburos. Hay tres tipos generales. Uno se

basa en polímeros naturales solubles en agua, como concentrados de proteína o fluoroproteína y también contiene materiales insolubles en alcohol que se precipitan como barrera insoluble en la estructura de burbujas. El segundo tipo está basado en concentrados sintéticos y contiene un agente gelificante que rodea las burbujas de espuma y forma una masa protectora flotante sobre la superficie de los combustibles solubles en agua; estas espumas también pueden tener propiedades de formación de película sobre combustibles hidrocarburos. El tercer tipo se basa tanto en polímeros naturales solubles en agua, como proteína fluorada, y contiene un agente gelificante que protege la espuma de combustibles solubles en agua. Esta espuma también puede tener características de formación de película y proteína fluorada sobre combustibles hidrocarburos. Los concentrados de espuma resistentes al alcohol se usan generalmente en concentraciones de soluciones de 3 a 10 por ciento, dependiendo de la naturaleza del riesgo a proteger y el tipo de concentrado.

3.3.12.2 Concentrado de Espuma Productor de Película Acuosa (AFFF). Este concentrado se basa en surfactantes fluorados y estabilizadores de espuma y generalmente se diluye con agua a una solución de 1 por ciento, 3 por ciento o 6 por ciento. La espuma que se forma actúa como barrera tanto para excluir aire u oxígeno como para desarrollar una película acuosa sobre la superficie del combustible capaz de suprimir el desarrollo de vapores del combustible. La espuma producida con concentrado AFFF es compatible con químicos secos y por lo tanto es adecuada para usar en combinación con éstos.

3.3.12.3 Concentrado de Espuma Protéica Formadora de Película Acuosa (FFFP). Este concentrado se basa en surfactantes fluorados para producir una película acuosa fluida para suprimir vapores de hidrocarburos. Este tipo de espuma utiliza una base de proteína más aditivos e inhibidores estabilizantes para proteger contra congelación, corrosión y descomposición bacteriana, y también resiste la absorción de combustible. La espuma generalmente se diluye con agua a una solución de 3 a 6 por ciento y es compatible con químicos secos.

3.3.12.4 Concentrado de Espuma Fluoroproteínica. El concentrado de espuma fluoroproteínica es muy similar al concentrado de espuma de proteína pero tiene un aditivo surfactante fluorado sintético. Además de un manto de espuma que excluye el aire, también puede depositar una película que previene la vaporización del combustible líquido. Se diluye con agua en soluciones de 3 a 6 por ciento dependiendo del tipo. Este concentrado es compatible con ciertos químicos secos.

3.3.12.5 Tipo de Concentrado de Espuma. La clasificación de un concentrado de espuma que incluye la composición química como se define bajo concentrado de espuma (ver 3.3.12 incluyendo el porcentaje de uso, la temperatura mínima utilizable y los combustibles en los cuales el concentrado es efectivo.

3.3.12.6 Otros Concentrados de Espumas Sintéticas. Otros concentrados de espumas sintéticas se basan en agentes activos hidrocarburos de superficie y están listados como agente humectante, agente espumante, o ambos. En general, el uso de estas espumas se limita a la aplicación con boquilla portátil para incendios por derrames dentro del alcance de sus listados. Deben consultarse los listados apropiados para determinar la proporción y método adecuado de aplicación.

3.3.12.7 Concentrado de Espuma de Media y Alta Expansión.

Este concentrado, que generalmente se deriva de hidrocarburos surfactantes, se usa en equipos especialmente diseñados para producir espumas con proporciones de volumen de espuma a volumen de solución de 20:1 hasta aproximadamente 1000:1. Estos equipos pueden ser de tipo de aspiración de aire o ventilador.

3.3.12.8 Concentrado de Espuma de Proteína. El concentrado de espuma de proteína consiste primordialmente de productos de un hidrolizado de proteína más aditivos estabilizantes e inhibidores para proteger contra congelación, evitar la corrosión de equipos y recipientes, resistir la descomposición bacteriana, controlar la viscosidad, o bien, para asegurar la disposición para uso en situaciones de emergencia. Se diluyen con agua para formar soluciones de 3 a 6 por ciento dependiendo del tipo. Estos concentrados son compatibles con ciertos químicos secos.

3.3.12.9 Concentrado de Espuma Sintética. El concentrado de espuma sintética se basa en agentes espumantes distintos de las proteínas hidrolizadas e incluyen Concentrados de Espuma Productores de Película Acuosa (AFFF), Concentrados de Espuma de Media y alta Expansión y Otros Concentrados de Espuma Sintética.

3.3.13* Métodos de Producción de Espuma. Los métodos de producción de espuma aireada reconocidos en esta norma incluyen chorro de manguera, boquilla de espuma, y generadores de media y alta expansión, productor de espuma, productor de espuma a presión alta (contrapresión o tipo forzado), o monitor de espuma.

3.3.13.1 Generadores de Espuma – Tipo Aspirador. Los generadores de espuma pueden ser fijos o portátiles. Las corrientes de chorro de la solución de espuma aspiran suficientes cantidades de aire que son entonces arrastradas sobre los tamices o mallas para producir espuma. Estos generadores generalmente producen espuma con proporciones de expansión no mayores de 250:1.

3.3.13.2 Generadores de Espuma – Tipo Ventilador. Los generadores de espuma pueden ser fijos o portátiles. La solución de espuma se descarga como un rocío sobre mallas o tamices a través de los cuales pasa una corriente de aire producida por un abanico o ventilador. El ventilador puede ser propulsado por motores eléctricos, máquinas de combustión interna, aire, gas o motores hidráulicos o de agua. Los moto-

res de agua son generalmente propulsados por la misma solución de espuma.

3.3.14 Chorro de Manguera de Espuma. El chorro de espuma procedente de una manguera.

3.3.15 Boquilla de Espuma o Productor Fijo de Espuma. La boquilla de manguera especialmente diseñada o el productor de espuma fijo diseñado para aspirar el aire, que está conectado a un suministro de solución de espuma. Están construidos de manera que expiden uno o varios chorros de solución de espuma a un espacio con libre acceso al aire. Parte de la energía del líquido se usa para aspirar el aire dentro del chorro, y la turbulencia corriente abajo de este punto crea una espuma estable capaz de ser dirigida hacia el riesgo que se protege. Pueden instalarse varios tipos de dispositivos al extremo de la boquilla para hacer que la espuma sea emitida en un patrón amplio o chorro compacto.

3.3.16 Chorro Monitor de Espuma. Chorro de espuma de gran capacidad de una boquilla asegurada en posición y que puede ser dirigido por una persona.

3.3.17 Solución de Espuma. Mezcla homogénea de agua y concentrado de espuma en las proporciones adecuadas. Para efectos de este documento, «solución de espuma» y «solución» se usan intercambiamente.

3.3.18 Manguera (Línea). La manguera y boquilla que se pueden sostener y orientar manualmente. La reacción de la boquilla generalmente limita el flujo de la solución a aproximadamente 1125 L/min (300 gpm).

3.3.19 Dispositivos de Descarga que no Aspiran Aire. Estos dispositivos están diseñados para proveer un patrón específico de descarga de agua. Al descargar solución AFFF o FFFP, producen una AFFF o FFFP efectiva con un patrón de descarga similar al patrón de descarga de agua.

3.3.20 Monitor Portátil (Cañón). Dispositivo que suministra un chorro monitor de espuma y está montado sobre un soporte móvil sobre ruedas para poder ser transportado al lugar del incendio.

3.3.21 Solución Premezclada de Espuma. La solución premezclada se produce introduciendo una cantidad medida de concentrado de espuma en una cantidad determinada de agua en un tanque de almacenamiento.

3.3.22 Productor de Espuma a Presión. (Tipo de Alta Contrapresión o Forzada). Productor de espuma que utiliza el principio Venturi aspirando aire dentro de un chorro de solución de espuma para formar espuma a presión. En este dispositivo se conserva suficiente energía de velocidad de manera que la espuma resultante pueda ser conducida a través de tuberías o mangueras hasta el riesgo que se protege.

3.3.23 Dosificación. Es la introducción continua de concentrado de espuma en la proporción recomendada dentro del chorro de agua para formar solución de espuma.

3.3.24 Métodos de Dosificación para Sistemas de Espuma de Aire. Los sistemas de dosificación usados para crear una solución adecuada de agua y concentrado líquido de espuma reconocidos por esta norma incluyen: Bomba Acoplada de Motor de Agua, Eductor de Espuma de Boquilla, Dosificación Regulada, Tanque de Dosificación a Presión, y Dosificador alrededor de la Bomba («Around-the-Pump Proportioner»).

3.3.24.1 Bomba de Espuma Acoplada a un Motor de Agua. Un motor de desplazamiento positivo de diseño apropiado en la línea de suministro de agua que se acopla a una segunda bomba, más pequeña, de concentrado de espuma de desplazamiento positivo, para proveer un flujo de concentrado.

3.3.24.2 Eductor de Boquilla de Espuma. Un Venturi de diseño adecuado con «tubo de succión» que se incluye en la construcción de la boquilla de espuma de manera que el concentrado líquido de espuma sea extraído a través de un corto tramo de tubería o tubo flexible que conecte la boquilla de espuma con el recipiente de concentrado de espuma. De esta manera se mezcla el concentrado automáticamente con el agua en las proporciones recomendadas.

3.3.24.3* Inductor en Línea. Un inductor tipo Venturi situado en la línea de suministro de agua al productor de espuma. El inductor está conectado por líneas sencillas o múltiples a la fuente de concentrado de espuma. Está precalibrado y podría ser ajustable.

3.3.24.4* Dosificación Regulada. Se usa una bomba de concentrado de espuma separada para inyectar concentrado de espuma al chorro de agua. Orificios, o venturis, o ambos, controlan o miden la proporción de agua a concentrado de espuma. Puede utilizarse ya sea ajuste manual o automático de inyección a presión del concentrado de espuma o control de flujo. Otro tipo de dosificación usa una bomba o tanque de diafragma para equilibrar la presión del agua y el concentrado. Orificios variables dosifican automáticamente a través de una amplia variedad de requerimientos de solución.

3.3.24.5* Tanque Proporcionador a Presión. Se provee un método para desplazar por agua concentrado de espuma de un tanque cerrado (con o sin separador de diafragma), usando flujo de agua a través de un orificio Venturi.

3.3.24.6* Dosificador alrededor de la Bomba («Around-the-Pump Proportioner»). La caída de presión, entre el lado de descarga y la succión de la bomba de agua del sistema se usa para inducir concentrado de espuma al agua a través de orificios adecuados, variables o fijos. La caída de presión se produce al pasar el agua por un inductor Venturi en una derivación entre la succión y la descarga de la bomba.

3.3.25 Inyección Semi-Subsuperficial de Espuma. Descarga de espuma en la superficie del líquido contenido en un tanque de almacenamiento desde una manguera flotante que se eleva desde un recipiente entubado cerca del fondo del tanque.

3.3.26 Inyección Subsuperficial de Espuma. Descarga de espuma dentro de un tanque de almacenamiento desde una salida cerca del fondo del tanque.

3.3.26.1 Salida de Descarga, Tipo I. Una salida aprobada de descarga que conduce y suministra espuma suavemente sobre la superficie del líquido sin sumersión de la espuma o agitación de la superficie.

3.3.26.2 Salida de Descarga, Tipo II. Una salida aprobada de descarga que no suministra la espuma suavemente sobre la superficie del líquido pero está diseñada para mermar la sumersión de la espuma y la agitación de la superficie.

Capítulo 4 Componentes de Sistemas y Tipos de Sistemas

4.1 General.

Este capítulo estipula los requisitos para el uso correcto de los componentes de sistemas de espuma.

Todos los componentes deben estar listados para el uso deseado.

Donde no existan listados para los componentes, los componentes deben ser aprobados.

4.2 Suministros de Agua.

4.2.1 Suministros de Agua, Incluyendo Solución Premezclada.

4.2.1.1 Calidad. Se permite que los suministros de agua de los sistemas de espuma sean dura o blanda, salada o dulce, pero deben ser de calidad que no produzca efectos adversos en la formación o estabilidad de la espuma.

No deben estar presentes inhibidores de corrosión, químicos de separación de emulsiones, o cualquier otro aditivo sin consulta previa con el proveedor del concentrado de espuma.

4.2.1.2* Cantidad. El suministro de agua debe ser en tal cantidad que alimente todos los dispositivos que se permita usar simultáneamente por el tiempo especificado.

Esta cantidad incluye no solamente el volumen requerido para el aparato de espuma sino que también permita el uso en otras operaciones de combate de incendios, además de los requerimientos normales de la planta.

No se requiere proveer sistemas premezclados de solución con el suministro continuo de agua.

4.2.1.3 Presión. La presión disponible a la entrada del sistema de espuma (ej. generador de espuma, productor de espuma, etc.) bajo las condiciones de flujo estipuladas debe ser la presión mínima asignada al sistema.

4.2.1.4* Temperatura. Debe obtenerse una producción óptima de espuma usando agua a temperaturas entre 4° C (40° F) y 37.8° C (100° F).

4.2.1.5 Diseño. El sistema de agua debe estar diseñado e instalado de acuerdo con la NFPA 24, *Norma Para la Instalación de Sistemas Privados de Servicio de Incendios y sus Accesorios*.

Donde haya sólidos suficientemente grandes para obstruir las aberturas o dañar el equipo se deben proveer filtros.

Debe proveerse el número suficiente de hidrantes para suministro de agua para los equipos de espuma.

Los hidrantes debe estar localizados según lo requiera la autoridad competente.

4.2.1.6 Almacenamiento. El suministro de agua o solución premezclada deben estar protegidos contra el clima donde se esperan temperaturas de congelación.

4.2.2 Bombas de Agua y Concentrado de Espuma.

Cuando se requieren bombas de agua o concentrado de espuma para la operación del sistema automático de espuma, estas deben ser diseñadas e instaladas de acuerdo con la NFPA 20, *Norma para la Instalación de Bombas Fijas para Protección de Incendio*

No se requieren controladores de acuerdo con la NFPA 20 para sistemas manuales.

4.3 Concentrados de Espuma.

4.3.1 Tipos de Concentrados de Espuma.

El concentrado de espuma debe estar listado.

El concentrado usado en un sistema de espuma debe estar listado para uso sobre el líquido combustible o inflamable a protegerse.

Deben seguirse las limitaciones del listado y las especificaciones del fabricante.

Los concentrados de espuma para protección de combustibles hidrocarburos deben ser uno de los siguientes tipos:

- (1) Proteína
- (2) Fluoroproteica
- (3) Espuma formadora de película acuosa (AFFF)

(4) Espuma Fluoroproteica formadora de película acuosa (FFFP)

(5) Resistente al alcohol

(6) Otros listados para este uso

Los líquidos polares inflamables miscibles en agua o combustibles deben estar protegidos por concentrados resistentes al alcohol listados para este uso.

4.3.2 Almacenamiento del Concentrado.

4.3.2.1 Instalaciones de Almacenamiento.

Los concentrados de espuma y el equipo de almacenamiento deben ubicarse en sitios que no estén expuestos al riesgo que protegen.

Si están almacenados, los concentrados de espuma y equipos deben estar en una estructura no combustible.

Para sistemas exteriores no automáticos, la autoridad competente puede permitir el almacenamiento de concentrados de espuma en un sitio fuera de las instalaciones donde estos suministros estén disponibles en todo momento.

Deben proveerse facilidades de carga y transporte para los concentrados de espuma.

Los suministros fuera de las instalaciones deben ser del tipo requerido para uso en los sistemas de dicha instalación.

En el momento de un incendio, estos suministros fuera de las instalaciones deben acopiarse en las cantidades requeridas, antes de poner el equipo en operación, para garantizar la producción ininterrumpida de espuma al régimen diseñado para el período de tiempo que se requiera.

4.3.2.2* Cantidad. La cantidad de concentrado debe ser suficiente por lo menos para el mayor riesgo o grupo de riesgos si ellos se protegen simultáneamente.

4.3.2.3 Tanques de Almacenamiento de Concentrado de Espuma. Los tanques de almacenamiento volumétrico para líquidos espumígenos deben estar fabricados o revestidos interiormente con materiales compatibles con el concentrado.

Condiciones de Almacenamiento.

Para asegurar la operación correcta de cualquier sistema de producción de espuma, deben tenerse en cuenta en el diseño las características químicas y físicas de los materiales que hacen parte del sistema.

Los concentrados de espuma deben almacenarse dentro de los límites de temperatura listados.

Deben proveerse marcas sobre los recipientes de almacenamiento para identificar el tipo de concentrado y la concentración de la solución prevista.

Suministro de Concentrados de Espuma.

4.3.2.5.1 Regímenes de Gasto de Concentrados de Espuma.

Los regímenes de gasto deben basarse en el porcentaje de concentrado usado en el diseño del sistema (ej. 3 por ciento a 6 por ciento u otro, según esté listado o aprobado por la autoridad competente).

4.3.2.5.2 Provisión de Reserva de Concentrados de Espuma.

Debe haber un suministro de reserva de concentrado de espuma para satisfacer los requisitos de diseño con objeto de poner de nuevo en servicio el sistema después de su operación.

La provisión de reserva debe estar en tanques o compartimientos separados, en tambores en las instalaciones, o disponible en un término no mayor a 24 horas en una fuente exterior.

4.3.2.6 Suministros Auxiliares . También deben estar disponibles otros equipos necesarios para colocar el sistema de nuevo en operación, tales como botellas de nitrógeno u anhídrido carbónico para sistemas de premezclado.

4.4 Compatibilidad de los Concentrados.

4.4.1 Compatibilidad de Concentrados de Espuma.

No deben mezclarse diferentes tipos de concentrados de espuma para almacenamiento.

No deben mezclarse diferentes marcas del mismo tipo de concentrado a menos que el fabricante haya suministrado información para demostrar que son compatibles y sea aceptado por la autoridad competente.

Se permite aplicar en un incendio, en secuencia o simultáneamente, espumas producidas por separado de concentrados de proteínica, fluoroproteínicas, FFFP, y AFFF.

4.4.2* Compatibilidad de Espumas con Agentes Químicos Secos.

Los fabricantes de los químicos secos y concentrados de espuma que se van a utilizar en el sistema deben confirmar que sus productos son compatibles entre sí.

Cuando se usan, deben aplicarse las limitaciones impuestas sobre cualquiera de los agentes individuales.

4.5 Dosificación de Espumas . El método de dosificación de la espuma debe ajustarse a uno de los siguientes:

- (1)Boquilla Inductora de espuma
- (2)Inductor en línea
- (3)Dosificadores a presión
- (4)Dosificadores alrededor de la bomba
- (5)Dosificadores de bombeo directo

(6)Dosificación regulada

(7)Dosificadores de presión balanceada

4.6* Bombas de Concentrado de Espuma.

El diseño y materiales de construcción de las bombas de concentrados de espuma deben estar de acuerdo con la NFPA

Norma para la Instalación de Bombas Fijas para Protección de Incendios

Debe prestarse atención especial al tipo de sello o empaque que se usa.

Las bombas de concentrado de espuma deben tener suficiente capacidad para cumplir la demanda máxima del sistema.

Para garantizar la inyección positiva de concentrados, los regímenes de presión de descarga de las bombas y la capacidad de diseño de descarga deben ser mayores que la presión de agua máxima disponible bajo cualquier condición en el punto de inyección de concentración.

4.7 Tuberías.

4.7.1 Materiales de las Tuberías. Las tuberías dentro del área de riesgo deben ser de acero u otra aleación especificada para la presión y temperatura involucradas.

La Tubería de acero no debe ser de peso menor que el estándar (Cédula 40 hasta diámetro nominal de 12 pulgadas).

La tubería de acero debe ajustarse a una de las siguientes normas:

- (1)ASTM A 135, *Especificaciones de Norma para Tuberías Soldadas por Resistencia Eléctrica*
- (2)ASTM A 53, *Especificaciones de Norma para Tuberías, Acero, Negro y al Baño de Caliente, Galvanizado, Soldado y Sin Costura*
- (3)ASTM A 795, *Especificaciones de Norma para Tuberías de Acero, Negro Zincado en Caliente (Galvanizado), Soldado o Sin Costuras, para Uso en Protección de Incendios*

Las tuberías fuera del área de riesgo deben ajustarse a los materiales permitidos por la NFPA 24, *Norma para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendios y sus Accesorios*.

Cuando están expuestas a influencias corrosivas, las tuberías deben ser resistentes a la corrosión o protegidas contra corrosión.

Se permite usar tubería liviana [Cédula 10 diámetros nominales hasta 5 pulgadas; 3.40-mm (0.134 pulg) de espesor de pared para 6 pulg; y 4.78 mm (0.188 pulg) de espesor de

pared para 8 pulgadas y 10 pulgadas] en áreas donde es improbable la exposición a incendios.

La selección de paredes de tuberías debe tener en cuenta los requisitos de presión interna, corrosión interna y externa de las paredes, y flexión mecánica.

Tubería para Sistemas de Espuma

Debe usarse tubería galvanizada para atmósferas normalmente no corrosivas.

La tubería que conduce concentrados de espuma no debe ser galvanizada.

La tubería en contacto constante con concentrados de espuma debe ser construida de material compatible con el concentrado y que no se afecte con éste.

La tubería en contacto permanente con concentrados de espuma no debe tener efectos perjudiciales sobre el concentrado de espuma.

Para efectos de calcular la pérdida por fricción en tuberías de solución, deben usarse los siguientes valores C para la fórmula Hazen-Williams:

- (1) Tubería de acero negro o acero fundido sin recubrir – 100
- (2) Tubería de acero galvanizado – 120
- (3) Tubería de asbesto-cemento o hierro fundido cubierta de cemento – 140

4.7.3 Accesorios.

Todos los accesorios de tuberías deben estar de acuerdo con una de las siguientes:

- (1) ANSI B16.1, *Tubería y Accesorios Bridados de Hierro Fundido*
- (2) ANSI B16.3, *Accesorios Roscados de Hierro Maleable*
- (3) ANSI B16.4, *Accesorios Roscados de Hierro Gris*
- (4) ANSI B16.5, *Tuberías y Accesorios Bridados*
- (5) ANSI B16.9, *Accesorios con Soldadura a Tope de Acero Forjado*
- (6) ANSI B16.11, *Accesorios Forjados, Roscados y Soldados al Cuello*
- (7) ANSI B16.25, *Extremos Soldados a Tope*
- (8) ASTM A 234, *Norma para Accesorios de Tuberías de Acero al Carbono Forjado y Aleaciones para Temperaturas Moderadas y Elevadas*

Las conexiones no deben tener menos del peso estándar.

No deben usarse conexiones de hierro forjado cuando las secciones de tubería seca están expuestas a un posible

incendio o cuando los accesorios están sujetos a tensión en sistemas auto portantes.

No deben usarse accesorios con empaquetadura de caucho o elastoméricas en áreas expuestas a incendio a menos que el sistema de espuma sea activado automáticamente.

Deben usarse conexiones galvanizadas para atmósferas normalmente no corrosivas.

Las conexiones que conducen concentrados de espuma no deben ser galvanizadas.

4.7.4 Unión de Tuberías y Accesorios

Las rosas de las tuberías deben estar de acuerdo con ANSI B1.20.1, *Roscas de Tuberías*

Las dimensiones de las ranuras cortadas o rebordeadas y los diámetros exteriores de los materiales de tubería deben ajustarse a las recomendaciones de los fabricantes y certificaciones de los laboratorios que aprueban.

Las prácticas de soldadura deben estar de acuerdo con los requisitos de AWS D10.9, *Norma para la Calificación de Procedimientos de Soldadura y Soldadores para Tuberías y Tubos*.

Debe tenerse precaución para verificar que las aberturas estén totalmente cortadas y que no queden obstrucciones en el paso del agua.

Deben tomarse precauciones para verificar que no ocurra corrosión galvánica entre la tubería y los accesorios.

4.7.3 Filtros.

Deben proveerse filtros o tamices donde haya sólidos de tamaño suficientes para obstruir aberturas, orificios, o dañar el equipo.

La proporción del área abierta de la canastilla del filtro con relación al área del tubo de entrada debe ser por lo menos 10:1. El área abierta neta del filtro debe ser por lo menos cuatro veces el área de la tubería de succión. El tamaño de la malla del filtro debe estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la bomba.

4.7.6* Válvulas.

Todas las válvulas para líneas de solución de agua y espuma deben ser de tipo indicador, como OS&Y o indicador de poste.

Las válvulas automáticas para líneas de concentrado de espuma deben estar listadas para este servicio.

Deben permitirse especificaciones de válvulas para uso de agua fuera del áreas de riesgo o represadas.

Dentro del área de riesgo o represada, las válvulas de control y de cierre deben ser de acero u otra aleación capaz de soportar la exposición a temperaturas de incendio.

Todas las válvulas requeridas para sistemas automáticos de espuma deben ser supervisadas en su posición normal de operación por uno de los siguientes métodos:

- (1) Eléctrico, de acuerdo con la NFPA 72, *Código Nacional de Alarmas de Incendio* *
- (2) Cadena y Candado
- (3) Sellado

4.8* Tipos de Sistemas. Se permiten los siguientes cuatro tipos de sistemas:

- (1) Fijo
- (2) Semifijo
- (3) Móvil
- (4) Portátil

4.9 Operación y Control de Sistemas.

4.9.1 Métodos de Accionamiento.

Se permite accionar los sistemas automática o manualmente.

Todos los sistemas deben estar provistos con un accionamiento manual.

4.9.2 Sistemas Accionados Automáticamente.

Los sistemas automáticos deben ser accionados por equipo de detección automática.

La operación debe ser controlada por medios mecánicos, eléctricos, hidráulicos o neumáticos aprobados.

Donde la operación es automática, debe usarse una fuente de energía adecuada y confiable.

La necesidad de un suministro alternativo de energía la debe determinar la autoridad competente.

Debe proveerse equipo de detección automática (sea neumático, hidráulico o eléctrico) supervisado, dispuesto de manera que una falla del equipo o pérdida de supervisión de presión de aire o pérdida de energía produzca la notificación real de la situación anormal.

Se permite que los pequeños sistemas para riesgos localizados estén sin supervisión, sujeto a la aprobación de la autoridad competente.

Los equipos eléctricos de detección automática y cualquier equipo eléctrico auxiliar, si está en áreas peligrosas, deben ser diseñado expresamente para uso en dichas áreas.

En algunos casos, se permite disponer el sistema para cerrarse automáticamente después de un tiempo de operación predeterminado.

Cuando se requiere cierre automático, debe permanecer la situación de alarma hasta que se reconecte manualmente.

El sistema de detección debe activar una alarma local lo mismo que una alarma en un lugar permanentemente atendido.

Las alarmas de los sistemas de detección también deben activarse cuando el sistema se opera manualmente.

4.9.3 Sistemas Activados Manualmente.

Los controles para sistemas activados manualmente deben estar localizados fuera de la zona de riesgo para permitir su operación segura en una emergencia, pero lo suficientemente cerca para asegurarse que el operador observe la condición del incendio.

La localización y propósito de los controles debe estar indicada y relacionada con las instrucciones de operación.

4.9.4 Equipos.

Todos los mecanismos de operación deben estar diseñados para las condiciones de servicio que encuentran.

Los mecanismos de operación no deben quedar inoperantes o ser susceptibles de activación accidental por factores ambientales como una temperatura alta o baja, humedad o contaminación atmosférica, o condiciones marítimas.

Los sistemas los mecanismos de operación automática deben tener los medios para activación manual.

Capítulo 5 Diseño del Sistema

5.1* Tipos de Riesgos. Este capítulo cubre información de diseño para el uso de espuma para protección de tanques de almacenamiento a la intemperie, riesgos de líquidos inflamables interiores, estantería para carga, áreas represadas, y áreas de derrame no represadas.

5.2 Métodos de Protección. Los siguientes métodos para proteger tanques exteriores de techo fijo se incluyen en esta sección:

- (1) Monitores de espuma y mangueras
- (2) Aplicación de superficie con salidas fijas de descarga de espuma
- (3) Aplicación Subsuperficial (Inyección por la base)
- (4) Métodos de inyección semi-subsuperficial

Copyright ©
National Fire Protection Association, Inc.
One Batterymarch Park
Quincy, Massachusetts 02169

AVISO IMPORTANTE ACERCA DE ESTE DOCUMENTO

Los códigos y normas de la NFPA, de los cuales este documento contiene uno, se desarrollan a través de un proceso de desarrollo de normas por consenso aprobado por el American National Standards Institute (Instituto Nacional Americano de Normas). Este proceso reúne a voluntarios que representan puntos de vista e intereses diferentes para lograr el consenso en materia de incendios y seguridad. Dado que NFPA administra el proceso y establece reglas para promover la equidad en el desarrollo del consenso, no prueba de manera independiente, ni evalúa, ni verifica la precisión de cualquier información ó la validez de cualquiera de los juicios contenidos en sus códigos y normas.

La NFPA niega responsabilidad por cualquier daño personal, a propiedades u otros daños de cualquier naturaleza, ya sean especiales, indirectos, en consecuencia ó compensatorios, resultado directo ó indirecto de la publicación, su uso, ó dependencia en este documento. La NFPA tampoco garantiza la precisión ó que la información aquí publicada esté incompleta.

Al expedir y poner este documento a la disposición del público, la NFPA no se responsabiliza a prestar servicios profesionales ó de alguna otra índole a nombre de cualquier otra persona ó entidad. Tampoco se responsabiliza la NFPA de llevar a cabo cualquier obligación por parte de cualquier persona ó entidad a alguien más. Cualquier persona que utilice este documento deberá confiar en su propio juicio independiente ó como sería apropiado, buscar el consejo de un profesional competente para determinar el ejercicio con razonable en cualquier circunstancia dada.

La NFPA no tiene poder, ni responsabilidad, para forzar el cumplimiento del contenido de este documento. Tampoco la NFPA lista, certifica, prueba ó inspecciona productos, diseños ó instalaciones en cumplimiento con este documento. Cualquier certificación ú otra declaración de cumplimiento con los requerimientos de este documento no deberá ser atribuible a la NFPA y es únicamente responsabilidad del certificador ó la persona ó entidad que hace la declaración.

Esta lista de métodos no debe considerarse en ningún orden o preferencia.

5.2.1 Protección Suplementaria. Además de los medios principales de protección, debe proveerse protección suplementaria de acuerdo con los requisitos de la Sección 5.9.

5.2.2 Bases de Diseño. El diseño del sistema debe basarse en la protección del tanque que requiera el mayor flujo de solución de espuma, incluyendo chorros de manguera suplementarios.

5.2.3* Limitaciones. No deben usarse bocas de salida fijas para proteger tanques horizontales o a presión.

5.2.4 Criterios de Diseño para Monitores y Líneas de Mangueras de Espuma.

Limitaciones.

Las boquillas monitoras no deben considerarse como el medio principal de protección para tanques de techo fijos de más de 18 metros (60 pies) de diámetro.

No se permite usar líneas de mangueras de espuma como medios de protección principal para tanques de techo fijos de más de 9 metros (30 pies) de diámetro o más de 6 metros (20 pies) de altura.

5.2.4.2 Regímenes de Aplicación de Espuma.

Para determinar los requisitos reales de flujo de la solución, deben tenerse en cuenta las pérdidas potenciales de espuma por viento u otros factores.

Los parámetros de diseño para el uso de monitores y boquillas de manguera para proteger tanques que contienen hidrocarburos deben estar de acuerdo con la Tabla 5.2.4.2.2.

Tanques que Contienen Líquidos Inflamables o Combustibles que Requieren Espumas Resistentes al Alcohol

Los líquidos solubles en agua y ciertos líquidos inflamables y combustibles y solventes polares que son destructivos para las espumas corrientes (no resistentes al alcohol) deben usar espumas resistentes al alcohol.

Para líquidos en una profundidad mayor de 25.4 mm (1 pulgada), los chorros monitores y de manguera de espuma deben limitarse para uso con espumas especiales resistentes al alcohol, listadas y/o aprobadas para esa finalidad.

En todos los casos, el fabricante del concentrado de espuma y del equipo de producción de espuma deben consultarse sobre las limitaciones y recomendaciones basadas en los listados o pruebas específicas de incendio.

5.2.4.4 Parámetros de Diseño. Cuando se usan monitores y boquillas de mangueras para proteger tanques que contienen líquidos inflamables y combustibles que requieren espumas resistentes al alcohol, el tiempo de operación debe ser 65 minutos a los regímenes de aplicación listados, a menos que el fabricante de la espuma haya establecido, por medio de una

Tabla 5.2.4.2.2 Protección con Mangueras y Monitores de Espuma para Tanques de Almacenamiento de Techo Fijo que Contienen Hidrocarburos.

Tipo Hidrocarburo	Régimen Mínimo de Aplicación		Tiempo Mínimo de Descarga (min)
	L/min.m	gpm/pie	
Punto de inflamación entre 37.8°C y 60°C (100°F y 140°F)	6.50	1650	
Punto de inflamación menores de 37.8°C (100°F) o líquidos calentados por encima de sus puntos de inflamación	6.5		
Petróleo crudo	6.50	1665	

Notas:

- (1) Incluidos en esta tabla están los «gasohols» y gasolinas sin plomo con contenido menor de 10 por ciento por volumen de aditivos oxigenados. Cuando el contenido de aditivos oxigenados excede 10 por ciento en volumen, la protección es normalmente de acuerdo con 5.2.4.3. Ciertas espumas no resistentes al alcohol pueden ser adecuadas para uso con combustibles que contienen aditivos oxigenados de más de 10 por ciento por volumen. Debe consultarse al fabricante para listados y aprobaciones específicos.
- (2) Los líquidos inflamables con un punto de ebullición menor de 37.8°C (100°F) podrían requerir regímenes de aplicación más altos. Los regímenes adecuados deben ser determinados por prueba. Los líquidos inflamables con una amplia variedad de puntos de ebullición podrían producir una capa caliente después de quema prolongada y entonces pueden requerir regímenes de aplicación de 8.1 L/min.m (0.2 gpm/pie) o más.
- (3) Debe tenerse cuidado en la aplicación de chorros manuales de espuma a materiales de alta viscosidad calentados a más de 93.3°C (200°F). Debe usarse el buen criterio al aplicar espuma a tanques que contienen aceites calientes, asfaltos incendiados, o líquidos incendiados que tengan un punto de ebullición por encima del punto de ebullición del agua. Aunque el contenido de agua comparativamente bajo de las espumas puede enfriar benéficamente estos combustibles a una velocidad baja, también puede formar espuma y derramar el contenido del tanque.

prueba de incendio, que puede permitirse un tiempo más corto.

5.2.5 Criterio de Diseño para Aplicación de Superficie con Salidas Fijas de Descarga de Espuma.

5.2.5.1* Salidas Fijas de Descarga de Espuma.

Para la protección de un líquido inflamable contenido en un tanque de almacenamiento atmosférico vertical de techo fijo (cónico), las descargas de salidas deben estar fijadas al tanque.

Donde se requieren dos o más salidas de descarga, las salidas deben estar espaciadas igualmente alrededor de la periferia del tanque, y cada salida debe estar dimensionada para suministrar espuma aproximadamente a la misma velocidad.

Las salidas fijas de descarga de espuma deben estar pegadas en la parte superior del casco y deben estar situadas

o conectadas para evitar la posibilidad de que se derrame el contenido del tanque en las líneas de espuma.

Las salidas deben estar fijas de manera que el desplazamiento del techo no las someta a daño.

Las salidas fijas de descarga de espuma deben proveerse con sello, frangible a baja presión (sello de vapor), para evitar la entrada de vapores a las tuberías y salidas de descarga de espuma.

Las salidas fijas de descarga de espuma deben estar provistas de medios de inspección para permitir el mantenimiento y la inspección y el cambio de sellos de vapor.

5.2.5.2 Criterio de Diseño para Tanques que Contienen Hidrocarburos.

Deben proveerse tanques de techo fijo (cónico) con salidas fijas de descarga de espuma aprobadas como se indica en la Tabla 5.2.5.2.1.

Tiempos mínimos de Descarga y Regímenes de Aplicación. Cuando se usan salidas fijas de descarga de espuma para tanques de techo fijo (cónico) que contienen hidrocarburos, los tiempos mínimos de descarga y regímenes de aplicación deben ser de acuerdo a la Tabla 5.2.5.2.2.

Si el aparato disponible tiene una velocidad de caudal mayor de 4.1 L/min-m (0.1 gpm/pie), debe permitirse hacer una reducción proporcional en la cifra de tiempo, siem-

Tabla 5.2.5.2.1 Número de Salidas Fijas de Descarga de Espuma para Tanques de Techo Fijo que Contienen Hidrocarburos o Líquidos Inflamables y Combustibles que Requieren Espumas Resistentes al Alcohol.

Diámetro del Tanque (o área equivalente)		Número Mínimo de Salidas de Descarga
m	pies	
Hasta 24	Hasta 80	
Más de 24 a 36	Más de 80 a 120	
Más de 36 a 42	Más de 120 a 140	
Más de 42 a 48	Más de 140 a 160	
Más de 48 a 54	Más de 160 a 180	
Más de 54 a 60	Más de 180 a 200	

pre y cuando el tiempo no sea menor a 70 por ciento de los tiempos mínimos de descarga que se muestran.

5.2.5.3* Criterio de Diseño para Tanques que Contienen Líquidos Combustibles e Inflamables que Requieren Espumas Resistentes al Alcohol.

Los líquidos solubles en agua y ciertos líquidos inflamables y combustibles y disolventes polares que son destructores de espumas no resistentes al alcohol requieren el uso de espumas resistentes al alcohol.

En todos los casos, debe consultarse a los fabricantes de los concentrados de espuma y de los equipos produc-

Tabla 5.2.5.2.2 Tiempos Mínimos de Descarga y Régimen de Aplicación para Salidas de Descarga de Espuma Tipo I y Tipo II sobre Tanques de Almacenamiento de Techo Fijo (Cónico) Conteniendo Hidrocarburos.

Tipo Hidrocarburo	Régimen Mínimo de Aplicación		Tiempos Mínimos de Descarga (min)	
	Gpm/pie	Salida de Descarga Espuma Tipo I	Salida de Descarga Espuma Tipo II	
Punto de inflamación entre 37.8°C y 60°C (100°F y 140°F)				
Punto de inflamación menor de 37.8°C (100°F) o líquidos calentados por encima de sus puntos de inflamación				
Petróleo crudo				

Notas:

- (1) Incluidos en esta tabla están los «gasohols» y gasolinas sin plomo con contenido menor de 10 por ciento por volumen de aditivos. Cuando el contenido de aditivos oxigenados excede 10 por ciento en volumen, la protección es normalmente de acuerdo con 5.2.5.3 no resistentes al alcohol pueden ser adecuadas para uso con combustibles que contienen aditivos oxigenados de más de 10 por ciento. Debe consultarse al fabricante para listados y aprobaciones específicos.
- (2) Los líquidos inflamables con un punto de ebullición menor de 37.8°C (100°F) podrían requerir regímenes de aplicación más altos. Los regímenes adecuados deben ser determinados por prueba.
- (3) Para líquidos de alta viscosidad calentados por encima de 93.3°C (200°F), podrían ser deseables regímenes de aplicación iniciales más bajos para minimizar la formación de espuma y expulsión del líquido almacenado. Debe usarse el buen criterio para aplicar espumas a tanques de aceites calientes, asfaltos incendiados, o líquidos incendiados que tengan puntos de ebullición por encima del punto de ebullición del agua. Aunque el contenido de agua en las espumas es comparativamente bajo puede enfriar beneficiosamente tales líquidos a una velocidad lenta, pero también puede causar la formación violenta de espuma y derrame del contenido del tanque.

vos oxigenados.
Ciertas espumas
no por volumen.

os. Los regímenes

iales más bajos para
es que contienen
ión del agua. Aunque el
pero también puede

tores de espuma sobre las limitaciones y recomendaciones basadas en los listados o pruebas específicas de incendio.

Los tanques de techo fijo (cónico) deben proveerse con salidas fijas de descarga de espuma, aprobadas como se indica en la tabla 5.2.5.2.1.

5.2.5.3.4 Tiempos Mínimos de Descarga y Regímenes de Aplicación. Los tiempos de descarga y regímenes de aplicación para tanques de techo fijo (cónico) que contienen líquidos inflamables y combustibles y requieren espumas resistentes al alcohol deben estar de acuerdo a la Tabla 5.2.5.3.4.

5.2.6 Criterio de Diseño de Aplicación Subsuperficial.

Tabla 5.2.5.3.4 Régimen Mínimo de Aplicación y Tiempos de Descarga para Tanques de Techo Fijo (Cónico) que Contienen Líquidos Inflamables y Combustibles y que Requieren Espumas Resistentes al Alcohol

Régimen de Aplicación para el Producto Específico Almacenado	Tiempo Mínimo de Descarga (min)	
	Salida de Descarga Espuma Tipo I	Salida de Descarga Espuma Tipo II
Consultar al fabricante para listados de productos específicos	30	55

Nota: La mayoría de las espumas resistentes al alcohol que se fabrican son adecuadas para el uso con salidas fijas de descarga de espuma Tipo II. Sin embargo, algunas espumas resistentes al alcohol antiguas requieren aplicación suave de superficie por medio de salidas fijas de descarga de espuma Tipo I. Consultar a los fabricantes para listados de los productos específicos.

Deben permitirse los sistemas de inyección de espuma subsuperficial para protección de hidrocarburos líquidos en tanques de almacenamiento atmosférico de techo fijo.

Los sistemas de inyección subsuperficial no deben usarse para protección de líquidos hidrocarburos Clase IA o para protección de alcoholes, ésters, cetonas, aldehídos, anhídridos, u otros productos que requieren el uso de espumas resistentes al alcohol.

Los concentrados de espuma y equipos para inyección subsuperficial deben estar listados para este uso.

La espuma de fluoroprotéica, las AFFF y FFFP para inyección subsuperficial deben tener relaciones de expansión entre 2:1 y 4:1.

5.2.6.2* Salidas de Descarga de Espuma.

Se permite que la salida de descarga al tanque sea el extremo abierto de una línea de descarga de espuma o línea de producto.

Las salidas deben ser dimensionadas de manera que no se excedan las limitaciones de presión de descarga del generador de espuma y velocidad de la espuma.

La velocidad de la espuma en el punto de descarga al contenido del tanque no debe ser mayor de 3m/seg. (10 pies/seg) para líquidos Clase IB o 6 m/seg (20 pies/seg) para otras clases de líquidos a menos que las pruebas reales demuestren que son satisfactorias velocidades superiores.

Donde se requieren dos o más salidas, estas deben estar situadas de manera que el viaje de la espuma por la superficie no exceda los 30 metros (100 pies).

Cada salida debe estar dimensionada para entregar espuma aproximadamente en la misma proporción.

Para distribución uniforme de la espuma, se permite que las salidas estén conectadas al casco o que se alimenten a través de un tubo múltiple dentro del tanque desde una sola conexión al casco.

En lugar de instalar boquillas adicionales al tanque, se permite que las conexiones al casco se hagan en cubiertas para entradas «manway covers».

Los tanques deben proveerse con salidas de descarga de espuma subsuperficial como se muestra en la Tabla

Elevación de las Salidas de Descarga de Espuma.

Las salidas de descarga de espuma deben estar localizadas de modo que no descarguen en el fondo del agua.

Esto se logra colocando las salidas por lo menos 0.3 m (1 pie) sobre el nivel más alto posible del agua para evitar la destrucción de la espuma.

5.2.6.4* Limitaciones de Contrapresión de la Inyección Subsuperficial. Las dimensiones y longitudes de las tuberías o líneas de descarga que se usan más allá del productor de espuma y la profundidad máxima esperada del combustible a protegerse deben ser tales que la contrapresión esté dentro del campo de presiones bajo los cuales se ha probado el dispositivo y listados por los laboratorios de prueba.

5.2.6.5 Tiempos Mínimos de Descarga y Regímenes de Aplicación.

Los tiempos mínimos de descarga y regímenes de aplicación para la aplicación subsuperficial sobre tanques de almacenamiento de techo fijo deben estar de acuerdo con la Tabla 5.2.6.5.1.

En casos donde los hidrocarburos líquidos contienen productos destructores de espuma, debe consultarse al fabricante del concentrado de espuma para recomendaciones basadas en listados y/o aprobaciones.

5.2.7* Sistemas Subsuperficiales. Todo el equipo usado en sistemas subsuperficiales debe ser listado o aprobado para este uso.

Tabla 5.2.6.2.8 Número Mínimo de Salidas de Descarga de Espuma Subsuperficial para Tanques de Techo Fijo Conteniendo Hidrocarburos.

Diámetro del Tanque		Número Mínimo de Salidas de Descarga	
m	pies	Punto de Inflamación por debajo de 37.8°C (100°F)	Punto de Inflamación a 37.8°C (100°F) o Mayor
Hasta 24	Hasta 80		
Más de 24 a 36	Más de 80 a 120		
Más de 36 a 42	Más de 120 a 140		
Más de 42 a 48	Más de 140 a 160		
Más de 48 a 54	Más de 160 a 180		
Más de 54 a 60	Más de 180 a 200		
Mayor de 60	Mayor de 200	Más una salida por cada 465 m (5000 pies adicionales)	Más una salida por cada 697 m (7500 pies adicionales)

Notas:

- (1) Los líquidos con puntos de inflamación menor a 22.8°C (73°F), combinados con puntos de ebullición menores a 37.8°C (100°F), requieren consideración especial.
- (2) La Tabla 5.2.6.2.8 se basa en la extrapolación de datos de pruebas de incendio en tanques de gasolina, petróleo crudo y hexano de 7.5 m (25 pies), 27.9 m (93 pies) y 34.5 m (115 pies) de diámetro respectivamente.
- (3) El combustible más viscoso que se ha extinguido con inyección subsuperficial almacenado bajo condiciones ambientales [15.6°C (60°F)] tenían normalmente no se e almacenamientos.
- (4) Además del control previsto por el efecto sofocante de la espuma y el efecto refrescante del agua en la espuma que llega a la superficie, el control y extinción del incendio puede acentuarse recirculando producto frío a la superficie.

Tabla 5.2.6.5.1 Tiempos Mínimos de Descarga y Regímenes de Aplicación para Aplicación Subsuperficial sobre Tanques de Almacenamiento de Techo Fijo

Tipo Hidrocarburo	Tiempo Mínimo de Descarga (min)	Régimen de Aplicación Mínimo	
		L/min.m	gpm/pie
Punto de inflamación entre 37.8° C y 60°C (100° F y 140° F)			
Punto de inflamación menor de 37.8° C (100° F) o líquidos calentados por encima de sus puntos de inflamación			
Petróleo crudo			

Notas:

- (1) El régimen máximo de aplicación debe ser 8.1 L/min.m (0.20 gpm/pie).
- (2) Para líquidos de alta viscosidad calentados a más de 93.3°C (200°F), podría ser deseable regímenes iniciales de aplicación más bajos para minimizar la formación de espuma y expulsión del líquido almacenado. Debe usarse el buen criterio en la aplicación de espuma a tanques que contienen aceites calientes, asfaltos ardientes, o líquidos ardientes que están calentados por encima del punto de ebullición del agua. A unque el contenido comparativamente bajo de las espumas puede enfriar benéficamente estos líquidos a una velocidad lenta, también puede causar formación violenta de espuma y derrame del contenido del tanque.

5.3* Tanques Exteriores de Techo Flotante y Tope Abierto.

[Ver Ilustración 5.3(a) hasta 5.3(d)]

Los tanques equipados con los siguientes tipos de techo flotante no están cubiertos en la Sección 5.3:

- (1) Techos hechos de diafragmas flotantes
- (2) Techos hechos de mantas plásticas

- (3) Techos hechos de plástico u otro material flotante, aún si están encapsulados en metal o fibra de vidrio
- (4) Techos que se soportan en compartimentos flotantes que pueden sumergirse fácilmente si se dañan
- (5) Techos de batea (Pan Roofs).

Los sistemas para estos tipos de tanques deben ser diseñados de acuerdo con 5.4.2.1.

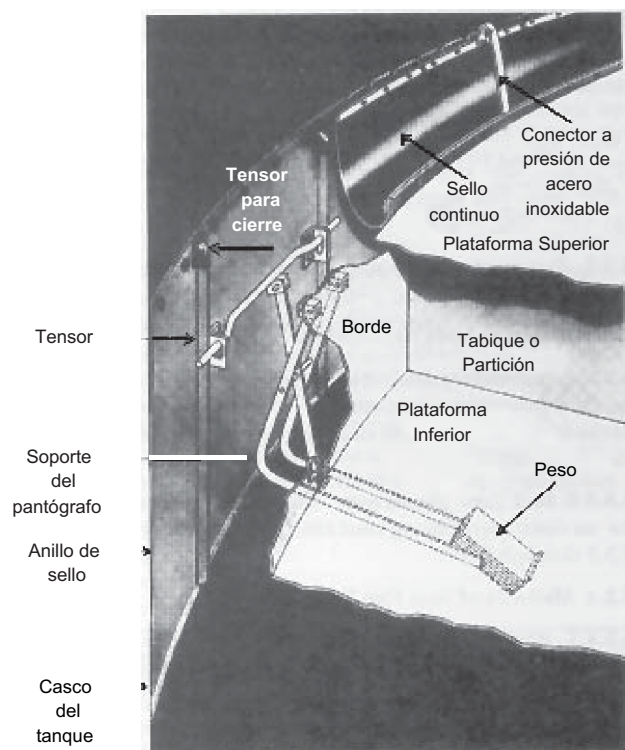


Ilustración 5.3(a) Tanque de Tope Abierto y Techo Flotante con Sello Tipo Pantógrafo.

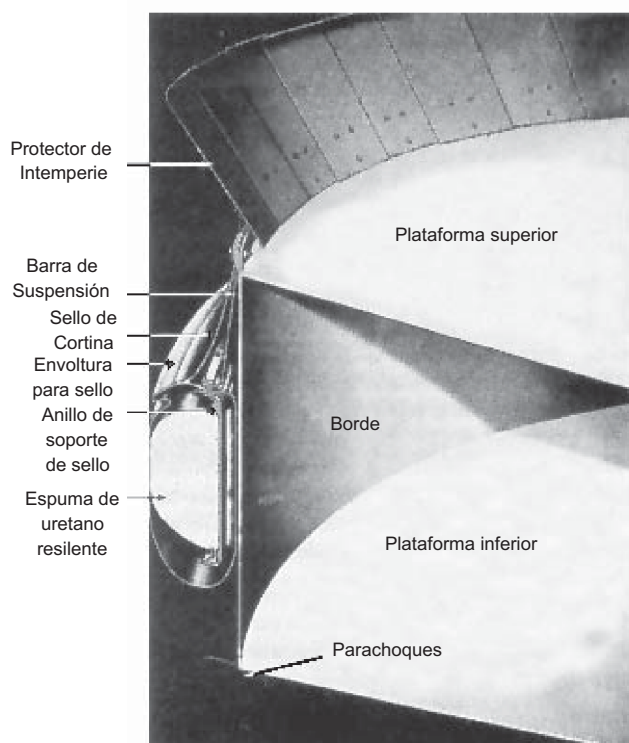


Ilustración 5.3(b) Tanque de Tope Abierto y Techo Flotante con Sello Tipo Tubo.

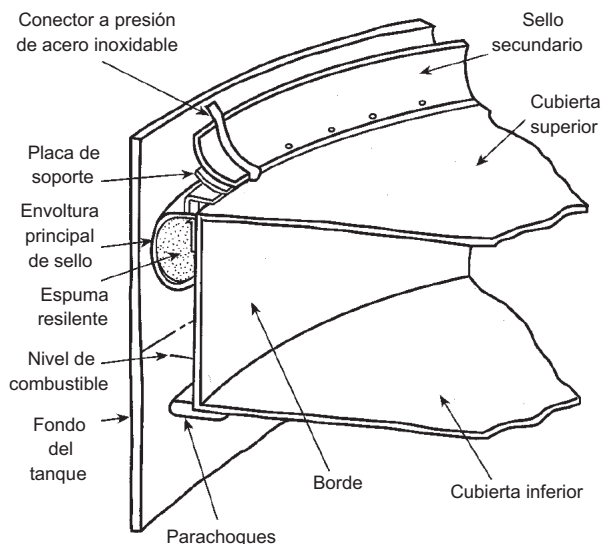


Ilustración 5.3(c) Sistema de Doble Sello para Techos Flotantes.

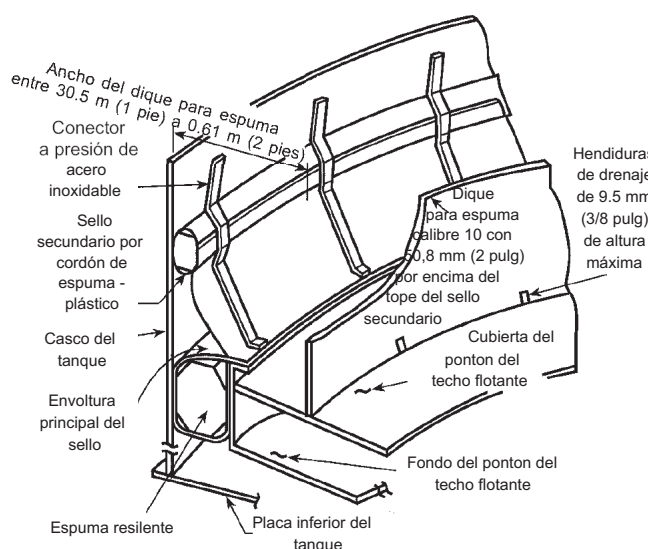


Ilustración 5.3(d) Sistema de Doble Sello para Techos Flotantes Usando un Corredor de Plástico-Espuma (Cierre Secundario)

5.3.3* Tipos de Incendios Previstos.

Las inyecciones subsuperficiales y semisubsuperficiales no deben usarse para protección de tanques de tope flotante abierto o de techo fijo con membrana flotante por la posibilidad de la distribución impropia de la espuma en la superficie del combustible.

5.3.3.2 Protección del Área de Cierre. Las facilidades para protección de espuma en tanques de tope abierto y techo flotante deben ser como se requiere en 5.3.5 hasta 5.3.7.

5.3.4 Métodos de Protección de Incendio en el Sello.

Los siguientes métodos para protección de incendios en sellos en tanques de tope abierto y techo flotante deben ser las requeridas en 5.3.5 hasta 5.3.7:

- (1) Salidas de descarga fijas
- (2) Líneas de manguera de espuma
- (3) Monitores de espuma

5.3.4.2 Protección Suplementaria. Además de los medios primarios de protección, debe existir medios para protección suplementaria de acuerdo a los requisitos de la Sección 5.9.

5.3.4.3* Bases de Diseño. El diseño del sistema debe estar basado en la protección del tanque que requiera el flujo mayor de espuma, incluyendo los chorros de manguera suplementarios.

5.3.5 Criterio de Diseño de Salidas Fijas de Descarga para Protección del Área del Sello.

Se permite realizar la aplicación de espuma por medio de salidas fijas de descarga por cualquiera de los siguientes dos métodos:

- (1) El primer método descarga espuma por encima de la zapata del sello mecánico, un protector de intemperie metálico, o un cierre secundario.
- (2) El segundo método descarga espuma por debajo de sello de zapata mecánico directamente sobre el líquido inflamable, detrás de un protector de intemperie metálico directamente sobre el recubrimiento del sello tubular, o debajo de un cierre secundario sobre el cierre primario.

5.3.5.2* Método de Tope de Cierre con Dique de Espuma.

Las salidas fijas de descarga de espuma situados sobre un cierre de zapata mecánica, sobre un protector de intemperie metálico de tubo, o sobre un cierre secundario, deben usarse en conjunción con un dique de espuma.

Debe haber dos arreglos aceptables cuando se utilizan salidas fijas de descarga de espuma:

- (1) Salidas fijas de descarga de espuma (normalmente Tipo II) montadas sobre el tope del casco del tanque.
- (2) Salidas fijas de descarga de espuma montadas sobre la periferia del techo flotante.

Para esta aplicación, las salidas fijas de descarga de espuma no deben equiparse con dispositivo de cierre de vapor perecedero (frangible).

5.3.5.3 Diseño de Sistemas en el Tope del Sello.

Los parámetros de diseño para la aplicación de salidas fijas de descarga de espuma en el tope del sello para proteger tanques de techo flotante y tope abierto deben estar de acuerdo con la Tabla 5.3.5.3.1 (Ver Ilustración 5.3.5.3.1).

Los requisitos especificados en la tabla aplican a tanques para hidrocarburos o para materiales inflamables y combustibles que requieren espumas resistentes al alcohol.

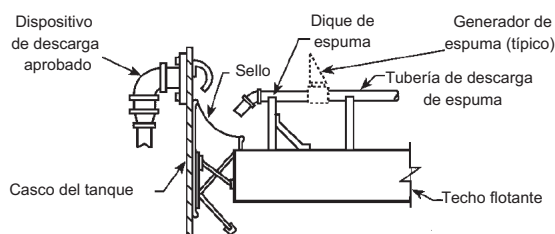
Se aplican los regímenes mínimos requeridos de aplicación especificados en la Tabla 5.3.5.3.1, a menos que los

Tabla 5.3.5.3.1 Protección de Descarga Fija de Espuma de Tope del Sello para Tanques de Techo Flotante de Tope Abierto. (Ver Ilustración 5.3.5.3.1)

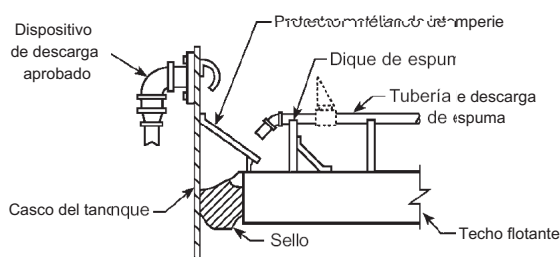
Tipo de Cierre	Ilustración Aplicable de Diseño	Régimen Mínimo de Aplicación		Tiempo Mínimo de Descarga (min)	Espacio Mínimo entre Salidas de Descarga con	
		L/min·m	gpm/pie		Represa de Espuma de 305 mm (12 pulg)	Represa de Espuma de 610 mm (24 pulg)
Sello de Zapata Mecánico	A				mpiesmpies	
Sello de Tubo con protector metálico de intemperie	B					
Sello secundario total o parcialmente combustible	C					
Sello secundario todo metálico	D					

Nota: Donde las salidas fijas de espuma están montadas por encima del tope del casco del tanque, es necesario un guarda-salpica al efecto de los vientos.

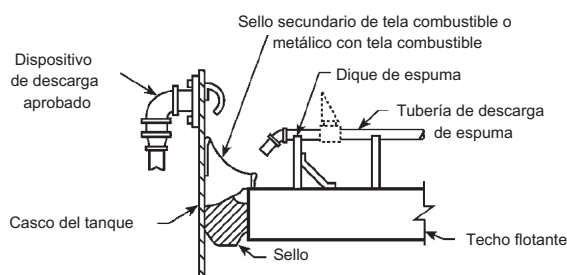
dura de espuma debido



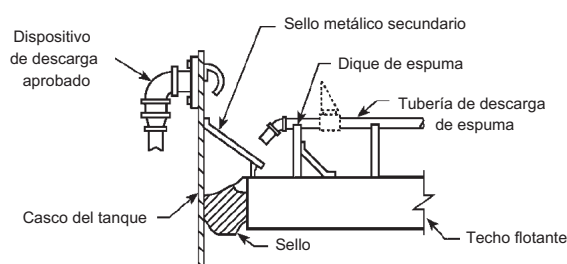
Detalle A - Aplicación en el tope del sello - Descarga de espuma por encima del sello de zapata mecánica



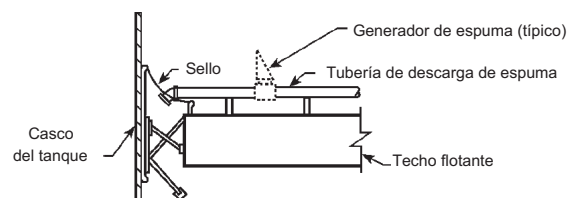
Detalle B - Aplicación en el tope del sello - Descarga de espuma por encima del protector metálico de intemperie



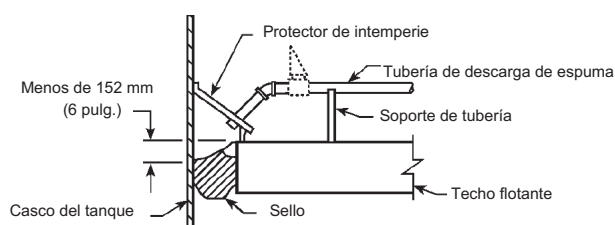
Detalle C - Aplicación en el tope del sello - Descarga de espuma por encima del sello de tela combustible o metálico con tela combustible



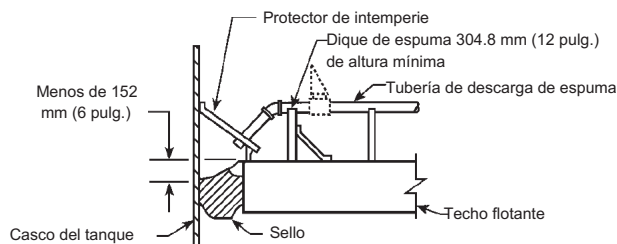
Detalle D - Aplicación por encima del sello - Descarga de espuma por encima del sello de metal secundario



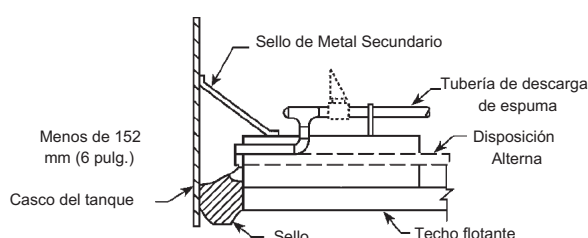
Detalle A - Aplicación por debajo del sello - Descarga de espuma debajo de la zapata mecánica - Sin dique de espuma



Detalle B - Aplicación por debajo del sello - Descarga de espuma debajo del protector metálico de intemperie - Tope del sello 152 mm (6 pul.) o más por debajo del tope del techo flotante



Detalle C - Aplicación por debajo del protector de intemperie - Descarga de espuma debajo del protector metálico de intemperie - Tope del sello menos de 152 mm (6 pul.) debajo del tope del techo flotante



Detalle D - Aplicación por debajo del sello - Descarga de espuma debajo del sello metálico secundario - Este método de aplicación de espuma no es adecuado si el sello secundario está construido de cualquier sección de tela combustible (Consultar aplicación por encima del sello)

Ilustración 5.3.5.3.1 Ilustraciones de Sistemas Típicos de Espuma para Protección con sellos para Incendios en Techos Flotantes. Nota: Tanto, las salidas fijas de descarga de espuma (montado en la pared) y los montados en el techo se muestran con fines ilustrativos. Aunque se muestran ambos métodos, sólo se necesita uno.

Ilustración 5.3.5.3.5.1 Ilustraciones de Montajes Típicos de Sistemas de Espuma para Aplicación por Debajo del Cierre (o Protector).

listados para productos específicos requieran regímenes de aplicación más altos cuando se usan salidas fijas de descarga de espuma Tipo II.

Si el régimen de aplicación es mayor que el régimen mínimo especificado en la Tabla 5.3.5.3, debe permitirse reducir el tiempo de descarga proporcionalmente, siempre y cuando el tiempo reducido no sea menor que el 70 por ciento de los tiempos mínimos de descarga especificados.

5.3.5.3.5 Método Debajo del Sello Primario o de la Protección de Intemperie.

Las salidas fijas de descarga de espuma situadas ya sea por debajo de un sello de zapata mecánico, un protector de intemperie metálico, o un sello secundario metálico, deben usar los diseños ilustrados en la Figura 5.3.5.3.5.1.

Debe instalarse un dique de espuma si se usa un sello tubular y el tope del cierre de tubo está a menos de 152 mm (6 pulg) por debajo del tope del pontón.

5.3.5.3.6 Sistema Debajo del Sello del Sistema de Protección de Intemperie.

Los parámetros de diseño para la aplicación de salidas fijas de descarga de espuma por debajo del cierre (o protector de intemperie) para tanques de techo flotante y tope abierto deben estar de acuerdo con la Tabla 5.3.5.3.6.1.

Los requisitos mostrados en la Tabla 5.3.5.3.6.1 deben aplicarse a tanques para hidrocarburos o materiales inflamables y combustibles que requieren espumas resistentes al alcohol.

Los regímenes mínimos de aplicación estipulados que se muestran en la Tabla 5.3.5.3.6.1 aplican, a menos que los listados para productos específicos estipulen regímenes de aplicación más altos cuando se usan salidas fijas de descarga de espuma Tipo II.

No debe usarse la aplicación por debajo del sello (o protector) con cierres secundarios combustibles.

5.3.5.4 Criterio de Diseño de Diques de Espuma.

El dique de espuma debe ser circular y construido de lámina de acero por lo menos calibre No. 10 Norma U. S. [3.4 mm (0.134 mm)].

El dique de espuma debe estar soldado o asegurado al techo flotante.

El dique de espuma debe estar diseñado para retener espuma en el área del sello, a una profundidad que cubra el área del sello mientras hace flotar la espuma lateralmente hasta el punto donde esté roto el sello.

La altura del dique debe ser por lo menos 305 mm (12 pulg).

El dique debe extenderse por lo menos 51 mm (2 pulg) por encima de un sello secundario metálico o un sello secundario combustible usando una corredera de plástico-espuma.

La altura del dique debe ser por lo menos 51 mm (2 pulg) más alta que cualquier parte quemada en los sellos secundarios de metal.

Tabla 5.3.5.3.6.1 Protección de Descargas Fijas de Espuma por Debajo del Sello para Tanques de Tope Abierto con Techo Flotante (Ver Ilustración 5.3.5.3.5.1)

Tipo de Cierre	Ilustración Aplicable de Diseño	Régimen Mínimo de Aplicación		Tiempo Mínimo de Descarga (min)	Espacios Máximos entre (Salidas) de Descarga
		L/min·m	gpm/pie		
Sello de zapata mecánica	A				39 m (130 pies) –
Sello de tubo con más de 152 mm (6 pulg) entre el tope del tubo y el tope del pontón	B				No requiere represa (dique) de espuma
Sello de Tubo con menos de 152 mm (6 pulg) entre el tope del tubo y el tope del pontón	C				18 m (60 pies) – No requiere represa (dique) de espuma
Cierre de tubo con descarga de espuma por debajo del sello secundario metálico*	D				18 m (60 pies) – Requiere represa (dique) de espuma

* Un cierre secundario de metal es equivalente a una represa de espuma.

El dique de espuma debe estar por lo menos 0.3 m (1 pie), pero no más de 0.6 m (2 pies) del casco del tanque.

Para permitir el desagüe del agua lluvia, el fondo del dique de espuma debe tener una ranura en la base de 278 mm de área de ranura por metro de área represada (0.04 pulg de área de ranura por pie de área represada) restringiendo las ranuras de desagüe a un máximo de 9.5 mm (3/8 pulg) en altura como se ven en la Ilustración 5.3.5.4.5.

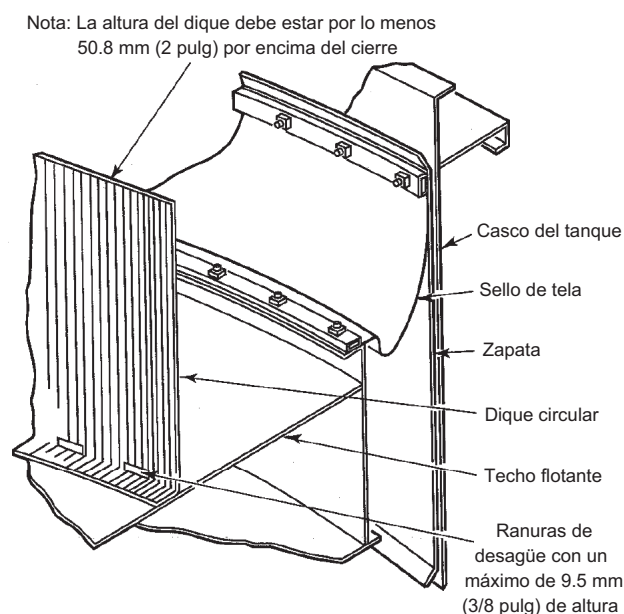


Ilustración 5.3.5.4.5 Dique Típico de Espuma para Protección de Tanques de Techo Flotantes.

Debe evitarse el exceso de aberturas de desagüe en el dique para prevenir pérdida de espuma por las ranuras de desagüe.

5.3.6* Criterio de Diseño de Líneas de Espuma para Protección del Área de Cierre.

Se permite usar manguera con espuma desde el protector de viento (cinturón atiesador) para extinción de incendios de cierres en tanques de tope abierto y techo flotante.

Debe usarse equipo listado o aprobado.

5.3.7 Criterio de Diseño de Monitores de Espuma para Protección del Área de Cierre. No se debe usar monitores como medio principal de extinción de incendios de cierres de techo flotante debido a la dificultad de dirigir la espuma al espacio anular y la posibilidad de hundimiento del techo.

5.4* Tanques Exteriores con Cubierta y con Membrana Flotante Interior. (Ver Ilustración 5.4).

Los tanques equipados con los siguientes tipos de techos flotantes no están cubiertos en la Sección 5.4:

- (1)Techos hechos de diafragmas flotantes
- (2)Techos hechos de cubiertas plásticas
- (3)Techos hechos con material plástico u otros materiales flotantes, aún si están encapsulados en metal o fibra de vidrio.
- (4)Techos que dependen en cierres de elementos flotantes que se pueden sumergir fácilmente si se dañan
- (5)Techos de Batea (Pan Roofs)

Los siguientes tipos de construcción de techos se consideran adecuados para sistemas de protección de áreas de sello:

- (1)Doble plataforma de acero
- (2)Pontón de acero
- (3)Contacto total de superficie del líquido, panel de celdas cerrado, de construcción metálica según API 650, *Tanques de Acero Soldado para Almacenamiento de Petróleo* Anexo H, requisitos de «Techos Flotantes Internos».

Todos los otros tipos de construcción de techos requieren protección total de superficie.

5.4.2.1 Diseño para Incendios de Superficie Total.

Cuando el diseño se basa en un incendio de superficie total, el tanque de techo flotante cubierto (interno) debe considerarse como equivalente a un tanque de techo fijo (cónico) del mismo diámetro para efectos del diseño del sistema de espuma.

Para un incendio de superficie total, los equipos de espuma deben estar diseñados de acuerdo con 5.2.3 y la Sección 5.9, excepto que no se requieren laterales de válvulas separadas para cada descarga de espuma.

Para esta aplicación, las salidas fijas de descarga de espuma no deben estar equipadas con dispositivo de sello de vapor frangible (rompible).

No debe usarse inyección subsuperficial y semi-subsuperficial debido a la posibilidad de distribución impropia de la espuma.

5.4.2.2 Diseño para Incendio en Área de Sello.

Cuando la base del diseño es el incendio del sello, el tanque cubierto con techo flotante interno debe considerarse como equivalente a un tanque de techo flotante de tope abierto del mismo diámetro para efectos de diseño del sistema de espuma.

Para un incendio en el sello, el sistema de descarga de espuma debe estar diseñado de acuerdo con las estipulaciones especificadas en la Tabla 5.3.5.3.1 utilizando salidas fijas de descarga de espuma

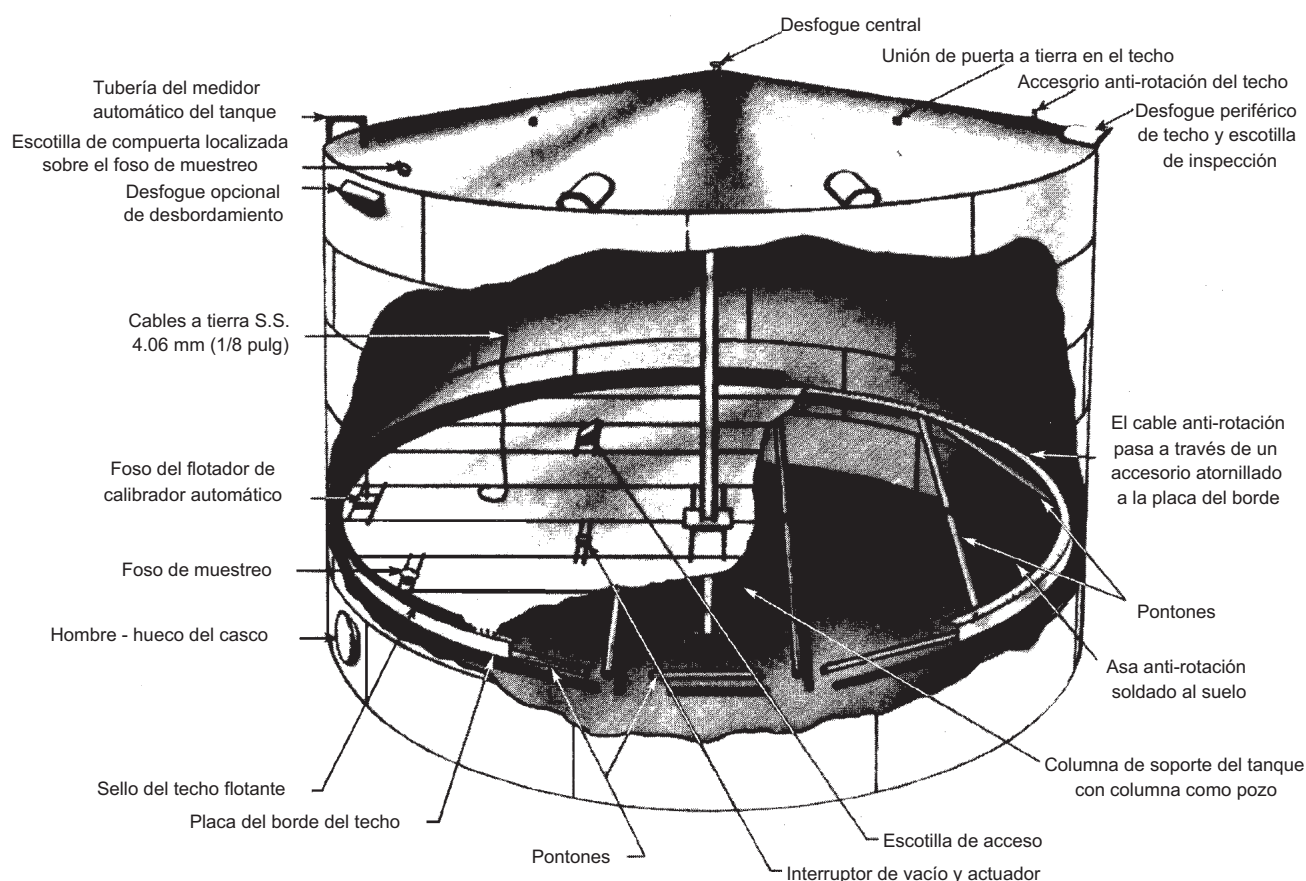


Ilustración 5.4 Tanque Cubierto de Techo Flotante Típico (Tanque con Membrana).

5.4.2.2.3 Protección Suplementaria. Adicionalmente a los medios principales de protección debe haber provisiones para protección suplementaria de acuerdo a las estipulaciones de la Sección 5.9.

5.4.2.2.4* Bases de Diseño.

El diseño del sistema debe basarse en la protección del tanque que requiere el flujo mayor de solución, incluyendo los chorros de manguera suplementarios.

Si el régimen de aplicación es mayor que el régimen mínimo especificado en la Tabla 5.2.6.5.1, se permite reducir proporcionalmente el tiempo de descarga, pero no debe ser menor que el 70 por ciento de los tiempos mínimos de descarga especificados.

5.5 Riesgos en Tanques en Interiores de Edificios.

Esta sección se dedica a los sistemas de espuma para extinción de incendios, que tienen por objeto proteger los tanques de almacenamiento en interior de edificios con áreas de superficie de líquido de 37.2 m² (400 pies²) o mayores.

5.5.2 Descarga de Salida. Los tanques para almacenar hidrocarburos líquidos deben estar equipados con salidas fijas de descarga de espuma Tipo II montadas en tanques como lo estipula la Tabla 5.2.6.2.8.

5.5.3T tiempo Mínimo de Descarga y Régimen de Aplicación.

El régimen mínimo de aplicación para tanques interiores (bajo techo) de almacenamiento de hidrocarburos debe ser 6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie) de área de superficie de líquido.

El tiempo mínimo de descarga debe ser como se estipula en la Tabla 5.2.5.2.2 para salidas fijas de descarga de espuma Tipo II.

Si el régimen de aplicación es mayor que el régimen mínimo especificado en 5.5.2, se permite reducir el tiempo de descarga proporcionalmente, pero no menos del 70 por ciento de los tiempos mínimos de descarga indicados.

5.5.4 Criterio de Diseño para Tanques Interiores de Almacenamiento de Líquidos Inflamables o Combustibles que Requieren Espumas Resistentes al Alcohol.

AVISOS

Todas las preguntas u otras comunicaciones relacionadas con este documento y todas los requisitos de información de procedimientos de gobernación de NFPA sobre el proceso de desarrollo de sus códigos y normas, incluyendo información de los procedimientos para solicitar Interpretaciones formales, para proponer Correcciones Provisionales Tentativas, y para proponer revisiones a los documentos de NFPA durante los ciclos de revisión regular, deberán enviarse a las oficinas generales de NFPA, dirigidos a la atención de la Secretaría, Consejo de Estándares, National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, P.O. Box 9101, Quincy, MA 02169.

Los usuarios de este documento deberán estar conscientes de que este documento puede corregirse de cuando en cuando a través de la emisión de las Correcciones Provisionales Tentativas, y que en un documento oficial de NFPA en cualquier momento consiste de la edición vigente del documento junto con cualquier Corrección Provisional Tentativa efectiva en ese momento. A manera de determinar si ese documento es la edición vigente y si ha sido corregida a través de Correcciones Provisionales Tentativas, consulte las publicaciones apropiadas de NFPA tales como el Servicio de suscripción de los *Códigos Nacionales Contra Incendio*, visite la página Web en www.nfpa.org, ó comuníquese a la dirección antes mencionada.

Una declaración, por escrito ú oral, que no sea procesada de acuerdo a la Sección 5 de las Regulaciones para Gobernar Proyectos del Comité no deberá considerarse como posición oficial de NFPA o cualquiera de sus Comités y no deberá considerarse, ni dependerse de ella como una Interpretación Formal.

La NFPA no toma ninguna posición con respecto a la validez de cualquier derecho de patente impuesto en conexión con cualquiera de los artículos que se mencionan ó que son sujetos de este documento, y la NFPA niega responsabilidad por la infracción de cualquier patente resultante del uso ó dependencia de este documento. Se les avisa expresamente a los usuarios de este documento que la determinación de la validez de cualquiera de los derechos de patente, y el riesgo de infringir tales derechos, es totalmente su responsabilidad.

Los usuarios de este documento deberán consultar las leyes y regulaciones federales, estatales y locales aplicables. NFPA no pretende, al publicar este documento, impulsar acciones que no cumplan con las leyes aplicables y este documento no debe interpretarse como infractor de la ley.

POLÍTICA DE AUTORIZACIÓN

Este documento tiene derechos reservados a favor de la National Fire Protection Association (NFPA). Al poner este documento a disposición para uso y adopción de las autoridades públicas y otros, la NFPA no renuncia a ningún derecho de autor de este documento.

1. Adopción por referencia – Se exhorta a autoridades públicas u otros a referenciar este documento en leyes, decretos, regulaciones, órdenes administrativas ó instrumentos similares. Cualquiera supresión, adición y cambios deseados por la autoridad que lo adopta deberán anotarse por separado. Aquellos que utilizan este método, se requiere que notifiquen a NFPA (Atención: Secretaría, Consejo de Estándares) por escrito de tal uso. El Término “Adopción por Referencia” significa la cita del título y publicación de la información únicamente.

2. Adopción por transcripción – **A.** Únicamente a autoridades públicas con poder para elaborar leyes y reglas, bajo notificación por escrito a NFPA (Atención: Secretaría, Consejo de Estándares), se les otorgará una licencia libre de regalías para imprimir y volver a publicar este documento por completo ó en partes, con cambios y adiciones, si existen, anotadas por separado, en leyes, decretos, regulaciones, órdenes administrativas ó instrumentos similares que tengan la fuerza de la ley, considerando que: (1) el aviso de derecho de autor de NFPA esté contenido en cada ley y en cada copia de la misma; y (2) que tal impresión y publicación se limite a un número suficiente para satisfacer el proceso de elaboración de leyes y regulaciones de la jurisdicción. **B.** Una vez que este Código ó Estándar de NFPA sea adoptado en una ley, todas las impresiones de este documento por parte de las autoridades públicas con poder para elaborar leyes y regulaciones ó cualquier otra persona que desee reproducir este documento ó sus contenidos como se adoptaron por parte de la jurisdicción por completo ó en partes, en cualquier forma, y con solicitud por escrito a NFPA (Atención: Secretaría, Consejo de Estándares), se les concederá una licencia no exclusiva para imprimir, volver a publicar y vender este documento completo ó en partes, con cambios y adiciones, anotadas por separado, considerando que el aviso de derecho de autor de NFPA está contenido en cada copia. Tal licencia deberá concederse únicamente bajo el acuerdo de pagar regalías a NFPA. Estas regalías se requieren para suministrar fondos para la investigación y desarrollos necesarios para continuar con el trabajo de NFPA y sus voluntarios en actualización continua y revisión de los estándares de NFPA. Bajo ciertas circunstancias, las autoridades públicas con poderes para elaborar leyes y regulaciones pueden aplicar para y recibir regalías especiales en donde los intereses del público sean servidos de esta manera.

3. Visión de Otorgamiento de la Licencia – Los términos y condiciones mencionados anteriormente no se extienden al índice de este documento.

(Para una explicación más amplia, vea la Políticas Concerniente a la Adopción, Impresión y Publicación de Documentos de NFPA, que está disponible al momento de solicitarlo a NFPA)

Los líquidos solubles en agua y ciertos líquidos inflamables y combustibles y disolventes polares que son destructivos para las espumas no resistentes al alcohol requieren el uso de espumas resistentes al alcohol.

En todos los casos, debe consultarse a los fabricantes de concentrados de espuma y equipos productores de espuma sobre las limitaciones y recomendaciones basadas en los listados de pruebas específicas de incendio.

5.6* Llenaderos de Carros Tanque .

Dentro del alcance de esta norma los llenaderos de carros tanque se definen ya sea como tipo camión o carros de ferrocarril para cargar o descargar un producto.

El tamaño total del llenadero, los productos inflamables o combustibles involucrados, proximidad a otros riesgos o exposiciones, facilidades de desagüe, condiciones del viento, temperaturas ambientes, y personal disponible, deben considerarse todos al diseñar un sistema de llenadero de carros tanque.

5.6.3 Métodos de Protección. Los siguientes se permiten como métodos aceptables de protección de llenaderos de carros tanque.

- (1) Aplicación de lluvia pulverizada de espuma-agua utilizando rociadores o boquillas de espuma-agua de aspiración de aire o rociadores normales sin aspiración de aire.
- (2) Monitores de espuma.

5.6.4 Criterio de Diseño para Sistemas de Pulverizadores y Rociadores de Espuma-Agua. El criterio de diseño para sistemas de esos aspersores debe ser de acuerdo con la NFPA 16, *Norma para la Instalación de Sistemas de Pulverizadores de Espuma-Agua y Pulverizadores de Espuma-Agua*

5.6.5 Criterio de Diseño para Sistemas de Protección con Monitores de Espuma.

5.6.5.1* Áreas que se van a Proteger con Sistemas de Boquillas Monitoras. El diseño de sistemas de boquillas monitoras debe estar basado en el área total del terreno.

El objeto del diseño debe ser proteger la marquesina, bombas, contadores, vehículos y equipos varios asociados con la operación de carga y descarga en caso de un incendio por derrame.

5.6.5.3 Regímenes de Aplicación Mínimos y Tiempos de Descarga. Los regímenes mínimos de aplicación y tiempos de descarga para los soportes de carga protegidos por boquillas monitoras deben ser como se especifica en la Tabla 5.6.5.3.

5.7* Áreas Represadas (Diques) – Intemperie.

Para efectos de esta norma, áreas represadas (o diques) son áreas encerradas por contornos de tierra o barreras físicas que contienen un combustible hasta una altura mayor de 25.4 mm (1 pulg).

La protección de estas áreas se debe lograr ya sea por salidas fijas de descarga, monitores fijos o portátiles, o líneas de manguera de espuma.

5.7.3 Métodos de Aplicación. Cuando se usa protección de espuma para diques, se permite hacerlo por uno de los métodos siguientes:

- (1) Salidas de descarga de espuma a bajo nivel
- (2) Monitores de espuma o mangueras de espuma
- (3) Rociadores o boquillas de espuma-agua

Esta lista de métodos no se debe considerar en orden de preferencia.

5.7.3.1 Regímenes Mínimos de Aplicación y Tiempos de Descarga para Salidas Fijas de Descarga sobre Áreas Represadas (Diques) con Hidrocarburos Líquidos. Los regímenes mínimos de aplicación y tiempos de descarga para aplicación fija

Tabla 5.6.5.3 Regímenes Mínimos de Aplicación y Tiempos de Descarga para Llenaderos de Carros Tanque Protegidos por Sistemas de Boquillas Monitoras de Espuma.

Tipo de Espuma	Régimen Mínimo de Aplicación		Tiempo Mínimo de Descarga (min)	Producto que se va a cargar
	L/min·m	gpm/pie		
Proteína y fluoroproteína				Hidrocarburos
AFFF, FFFP, y AFFF o FFFP resistentes al alcohol				Hidrocarburos
Espumas resistentes al alcohol	Consultar al fabricante sobre listados de productos específicos			Líquidos inflamables y combustibles que requieren espuma resistente al alcohol

*Si puede acumularse a una profundidad combustible mayor de 25.4 mm (1 pulg) dentro del área protegida, el régimen de aplicación a 6.5 L/min·m (a 0.16 gpm/pie

n debe aumentarse

de espuma sobre áreas represadas deben estar de acuerdo a la Tabla 5.7.3.1.

5.7.3.2* Salidas Fijas de Descarga de Espuma.

Las salidas fijas de descarga de espuma deben ser dimensionadas y localizadas para aplicar espuma uniformemente sobre le área del dique al régimen de aplicación especificado en la Tabla 5.7. 3.1.

Se permite subdividir áreas represadas grandes para mantener el gasto de la solución dentro de límites prácticos.

5.7.3.3 Rociadores Fijos de Espuma-Agua o Boquillas.

Cuando se usan rociadores o boquillas fijas de espuma-agua, el diseño del sistema debe estar de acuerdo con la NFPA 16, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores de Espuma-Agua y Sistemas de Pulverizadores de Espuma-Agua*.

5.7.3.3.2* Limitaciones. Donde se usan rociadores o boquillas de espuma-agua como protección principal, debe considerarse la posibilidad de que parte de la descarga de espuma puede ser llevada por el viento más allá del área de derrame del combustible.

5.7.3.4 Salidas Fijas de Descarga de Espuma a Bajo Nivel.

Se permite que las salidas fijas de descarga de espuma a bajo nivel sean piezas de tubería o boquillas de flujo direccional diseñadas para descargar un chorro de espuma compacto, de baja velocidad sobre la pared interior del dique o, cuando sea necesario, directamente sobre el piso del dique.

Las salidas fijas de descarga de espuma a bajo nivel deben estar localizadas alrededor de la pared del dique y, cuando sea necesario, dentro del área represada, para aplicar la espuma uniformemente sobre el área del dique.

5.7.3.4.3* Limitaciones.

Donde se usan salidas de descarga fijas a bajo nivel como protección primaria, estas deben estar localizadas de modo que ningún punto en el área del dique esté a más de 9 m (30 pies) de la salida de descarga cuando la descarga por salida es de 225 L/min (60 gpm) o menos.

Para salidas con regímenes de descarga mayores de 225 L/min (60 gpm), la distancia máxima entre salidas de descarga debe ser 18 metros (60 pies).

5.7.3.4.4 Monitores de Espuma. Cuando se usan monitores para descargar espuma sobre el área de dique, estos deben estar situados fuera del área del dique.

5.7.3.4.4.1 Limitaciones. Cuando se usan monitores de espuma como protección primaria, debe considerarse la posibilidad de que parte de la descarga de espuma puede ser llevada por el viento más allá del área del derrame de combustible.

Cuando la descarga del monitor es en forma de un chorro compacto, de alta velocidad, ésta debe dirigirse contra las paredes del dique, las superficies del tanque, u otras estructuras para evitar que se precipite directamente dentro de la superficie del líquido incendiado.

5.7.4 Áreas Represadas (Diques) que Contienen Líquidos Inflamables o Combustibles que Requieren Espumas Resistentes al Alcohol.

Los líquidos inflamables o combustibles solubles en agua y disolventes polares que son destructores de espuma requieren el uso de espumas resistentes al alcohol.

Los sistemas que usan estas espumas requieren consideraciones especiales de ingeniería.

5.7.4.3 Criterio de Diseño para Áreas Represadas con Líquidos Inflamables o Combustibles que Requieren Espumas Resistentes al Alcohol.

El criterio de diseño debe ser el siguiente:

- (1) Los métodos de protección fijos deben ser los mismos que los descritos en 5.7.3.2 para riesgos de hidrocarburos.
- (2) Los regímenes de aplicación deben estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante basados en listados o aprobaciones para los productos específicos y los correspondientes dispositivos de producción de espuma.
- (3) El tiempo mínimo de descarga debe ser 30 de minutos.

5.8* Áreas de Derrame no Represadas . Para los efectos de esta norma, las áreas de derrame no represadas son áreas donde podría ocurrir un derrame de líquidos inflamable o combustible, sin contención por zanjas, paredes de dique, o paredes de un cuarto o edificación.

Tabla 5.7.3.1 Regímenes Mínimos de Aplicación y Tiempos de Descarga para Aplicación Fija de Espuma sobre Áreas Represadas que Contienen Hidrocarburos Líquidos.

Tipo de Salidas de Descarga de Espuma	Régimen Mínimo de Aplicación		Tiempos de Descarga (min)	
	L/min·m	Gpm/pie	Hidrocarburo Clase I	Hidrocarburo Clase II
Salidas de descarga de espuma a bajo nivel				
Monitores de espuma				

5.8.1 Criterio de Diseño para Protección de Incendios de Derrames de Hidrocarburos o Líquidos Inflamables y Combustibles que Requieren Espumas Resistentes al Alcohol.

Para determinar la protección de incendios de derrames, es necesario estimar el área prevista de derrame.

Una vez ésta se ha determinado, debe usarse la Tabla 5.8.1.2 para calcular las estipulaciones a usarse como criterio de diseño para las boquillas o monitores portátiles.

5.9* Protección Suplementaria. Además de los medios de protección principal, algunos tipos de riesgos requerirán provisión de medios de protección suplementaria. Las estipulaciones de protección suplementaria se describen en esta sección.

5.9.1 Requisitos para Chorros Suplementarios de Manguera de Espuma.

Debe proveerse equipos de chorros de manguera aprobados, además de la instalación de tanques de espuma como protección suplementaria para incendios en derrames pequeños.

El número mínimo de chorros de manguera fijos o portátiles requerido debe ser el especificado en la Tabla 5.9.1.2 y debe estar disponible para proveer protección del área.

Los sistemas que usan estas espumas requieren consideraciones especiales de ingeniería.

5.7.4.3 Criterio de Diseño para Áreas Represadas con Líquidos Inflamables o Combustibles que Requieren Espumas Resistentes al Alcohol.

El criterio de diseño debe ser el siguiente:

- (1) Los métodos de protección fijos deben ser los mismos que los descritos en 5.7.3.2 para riesgos de hidrocarburos.
- (2) Los regímenes de aplicación deben estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante basados en listados o aprobaciones para los productos específicos y los correspondientes dispositivos de producción de espuma.

(3) El tiempo mínimo de descarga debe ser 30 de minutos.

5.8* Áreas de Derrame no Represadas. Para los efectos de esta norma, las áreas de derrame no represadas son áreas donde podría ocurrir un derrame de líquidos inflamable o combustible, sin contención por zanjas, paredes de dique, o paredes de un cuarto o edificación.

5.8.1 Criterio de Diseño para Protección de Incendios de Derrames de Hidrocarburos o Líquidos Inflamables y Combustibles que Requieren Espumas Resistentes al Alcohol.

Para determinar la protección de incendios de derrames, es necesario estimar el área prevista de derrame.

Una vez ésta se ha determinado, debe usarse la Tabla 5.8.1.2 para calcular las estipulaciones a usarse como criterio de diseño para las boquillas o monitores portátiles.

5.9* Protección Suplementaria. Además de los medios de protección principal, algunos tipos de riesgos requerirán provisión de medios de protección suplementaria. Las estipulaciones de protección suplementaria se describen en esta sección.

5.9.1 Requisitos para Chorros Suplementarios de Manguera de Espuma.

Debe proveerse equipos de chorros de manguera aprobados, además de la instalación de tanques de espuma como protección suplementaria para incendios en derrames pequeños.

El número mínimo de chorros de manguera fijos o portátiles requerido debe ser el especificado en la Tabla 5.9.1.2 y debe estar disponible para proveer protección del área.

El equipo para producir cada chorro de manguera debe tener un régimen de aplicación de solución de por lo menos 189 L/min (50 gpm), con el número mínimo de chorros de manguera que muestra la Tabla 5.9.1.2.

Tabla 5.8.1.2 Regímenes Mínimos de Aplicación y Tiempos de Descarga para Protección de Incendios de Derrames No Represada Usando Boquillas o Monitores de Espuma Portátiles.

Tipo de Espuma	Régimen Mínimo de Aplicación		Tiempo Mínimo de Descarga (min)	Derrame Previsto del Producto
	L/min·m	gpm/pie		
Proteína y fluoroproteína				Hidrocarburos
AFFF, FFFP, y AFFF o FFFP resistentes al alcohol				Hidrocarburos
Espumas resistentes al alcohol	Consultar al fabricante sobre listados de productos específicos			Líquidos inflamables y combustibles que requieren espuma resistente al alcohol

Tabla 5.9.1.2 Requisitos para Chorros Suplementarios de Manguera de Espuma.

Diámetro del Tanque Mayor	Número Mínimo de Chorros de Manguera Requeridos
Hasta 10.5 m (65 pies)	1
19.5 a 36 m (65 a 120 pies)	2
Más de 36 m (120 pies)	3

Debe proveerse un número adicional de materiales para producir espuma para permitir la operación del equipo de chorros de manguera simultáneamente con las instalaciones de espuma de tanques como se especifica en la Tabla 5.9.1.4.

Tabla 5.9.1.4 Tiempos de Operación de los Chorros de Manguera, Complementando las Instalaciones de Espuma en los Tanques.

Diámetro del Tanque Mayor	Tiempo Mínimo de Operación*
Hasta 10.5 m (35 pies)	10 min.
10.5 a 28.5 m (35 a 95 pies)	20 min.
Más de 28.5 m (95 pies)	30 min.

Capítulo 6 Especificaciones y Planos

6.1* Aprobación de los Planos. Los planos deben presentarse a la autoridad competente para aprobación antes de la instalación.

6.2 Especificaciones. Deben desarrollarse especificaciones para los Sistemas de Espuma y deben incluir lo siguiente:

- (1) Las especificaciones deben nombrar a la autoridad competente y deben indicar si se requiere el sometimiento de los planos para su aprobación.
- (2) Las especificaciones deben indicar que la instalación se ajusta a esta norma y tiene la aprobación de la autoridad competente.
- (3) Las especificaciones deben incluir las pruebas específicas que podrían requerirse para satisfacer la aprobación de la autoridad competente y deben indicar como se van a cubrir los costos de las pruebas.

6.3 Planos.

La preparación de los planos se debe confiar solamente a personas totalmente experimentadas y responsables.

Los planos deben ser sometidos a la aprobación de la autoridad competente antes de que se instalen los sistemas de espuma o de que se modifiquen los sistemas existentes.

Estos planos deben prepararse a la escala indicada o deben dimensionarse.

Los planos deben incluir o estar acompañados de la siguiente información, donde sea pertinente:

- (1) Detalles físicos del riesgo, incluyendo localización, distribución, y materiales peligrosos involucrados.
 - (2) Tipo y porcentaje de concentrado de espuma
 - (3) Régimen de aplicación de la solución requerida
 - (4) Requisitos de agua
 - (5) Cálculos especificando cantidad requerida de concentrado
 - (6)* Cálculos hidráulicos
 - (7) Identificación y capacidad de todos los equipos y dispositivos
 - (8) Localización de tuberías, dispositivos de detección, dispositivos de operación, generadores, salidas de descarga, y equipo auxiliar
 - (9) Diagrama esquemático del cableado
- Explicación de cualquier elemento especial

El ingeniero o contratista debe presentar a la autoridad competente, para aprobación antes de la instalación, planos completos e información detallada describiendo bombas, impulsores, controladores, suministro de energía, accesorios, conexiones de succión y descarga, y condiciones de succión.

Cuando las condiciones del lugar necesitan cualquier cambio importante del plan aprobado, deben presentarse planos «como está instalado» para la aprobación de la autoridad competente.

El contratista debe suministrar planos especificando cabeza, descarga, eficiencia, y curvas de potencia al freno (BHP) de las bombas.

Capítulo 7 Requisitos de Instalación

7.1 Bombas de Concentrado de Espuma.

7.1.1 Descarga de Bombas de Concentrado de Espuma. La presión de descarga de las bombas de concentrado de espuma no debe ser mayor que la presión de trabajo de las tuberías de concentrado o los componentes del sistema.

Deben proveerse bombas de desplazamiento positivo y bombas centrífugas capaces de sobrepotenciar el sistema y con medios adecuados de alivio de presión desde la descarga hasta el lado de suministro del circuito para evitar presión y temperaturas excesivas.

7.2 Lavado.

Las bombas deben tener medios adecuados de lavado con agua.

Deben proveerse sistemas de tubería de concentrados de espuma con conexiones de entrada y salida para lavado.

7.3 Suministro de Energía.

El suministro de energía para los impulsores de concentrado de espuma debe instalarse de acuerdo con la NFPA 20, *Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección de Incendios*, y NFPA 70, *Código Eléctrico Nacional* *

Los suministros de energía deben estar dispuestos de tal manera que al desconectar durante un incendio, la energía de una instalación protegida durante un incendio no se desconecte la energía del circuito alimentador de la bomba de concentrado de espuma.

7.3.3 Regulador.

El controlador que gobierna la puesta en marcha de las bombas de concentrado de espuma con impulsores eléctricos de 30 caballos de fuerza o menos debe estar listado como regulador de servicio limitado.

El controlador que gobierna la puesta en marcha de las bombas de concentrado de espuma con impulsores eléctricos de más de 30 caballos de fuerza debe estar listado como control de bomba de incendios.

El controlador que gobierna la puesta en marcha de las bombas de concentrado de espuma con impulsores de motor diesel debe estar listado como control de bomba de incendios de motor diesel.

7.3.4* Medios de Desconexión del Servicio.

Se permite un medio de desconexión del servicio en los circuitos de alimentación a los controladores de servicio limitados, cuando lo permita la autoridad competente, siempre y cuando el medio de desconexión esté supervisado para garantizar su posición adecuada.

La supervisión de posición adecuada debe realizarse por uno de los siguientes:

- (1) Estación central, propietaria, o servicio de supervisión eléctrica con señal de estación remota.
- (2) Supervisión eléctrica local a través del uso de un servicio de señal que provoque el sonido de una señal audible en un punto permanentemente atendido.
- (3) Fijando la desconexión en posición correcta con inspecciones mensuales debidamente registradas.

7.4 Tubería.

7.4.1 Requisitos Generales.

Toda la tubería dentro de los diques o a una distancia de 15 m (50 pies) de tanques sin diques debe estar enterrada

por lo menos bajo 0.3 m (1 pie) de tierra, o si está sobre la superficie, debe estar debidamente asegurada y protegida contra daño mecánico.

La tubería que esté sujeta a congelación debe estar instalada para drenaje adecuado con una inclinación de 4 mm/m (1/2 pulg por cada 10 pies) o debe estar protegida de temperaturas congelantes.

Para sistemas que aplican espuma a la superficie líquida de un tanque desde el lado de arriba, toda la tubería dentro del dique o a una distancia de 15 m (50 pies) de tanques sin diques debe estar diseñada para absorber la fuerza hacia arriba y el choque causados por la rotura del techo del tanque. Se debe usar uno de los siguientes diseños:

(1) Tuberías de menos de 100 mm (4 pulg) de diámetro.

(a) Cuando la tubería está enterrada, debe proveerse una unión articulada u otros medios en el tubo vertical de cada tanque para absorber la fuerza hacia arriba. La unión articulada debe consistir de accesorios de acero, hierro dúctil o maleable de peso aprobado.

(b) Cuando la tubería está soportada sobre la superficie, no debe estar asegurada por una distancia de 15 m (50 pies) del casco del tanque para dar flexibilidad en dirección ascendente de modo que no se necesita la unión articulada. Si hay conexiones roscadas en este tramo, estas deben estar contra-soldadas para darles resistencia.

(2)* Las tuberías verticales de 100 mm (4 pulg) de diámetro y más en el tanque protegido debe proveerse con una abrazadera en cada tramo del casco.

Este diseño puede usarse en lugar de uniones articuladas u otra flexibilidad de superficie aprobada, como se especifica en 7.4.1.3 (1) (a) y 7.4.1.3(1) (b).

Debe proveerse una unión de brida en cada columna en un lugar conveniente, preferible directamente debajo del productor de espuma, para permitir las pruebas hidrostáticas del sistema de tubería hasta esta unión.

En sistemas con equipo semifijo o tanques de techo fijo, los laterales de espuma o solución de cada productor de espuma deben terminar en conexiones que estén localizadas a distancia segura de los tanques.

Estas conexiones no deben estar localizadas dentro del dique.

Las conexiones deben estar localizadas a una distancia del tanque de por lo menos un diámetro del tanque pero en ningún caso a menos de 15 m (50 pies).

Las entradas a la tubería deben estar equipadas con conexiones de metal resistente a la corrosión, compatible con el equipo que suministra la solución de espuma al sistema, y provistas con tapones o tapas.

7.5 Válvulas de los Sistemas.

Los laterales de cada salida de descarga de espuma en los tanques de techo fijo deben tener válvulas separadas por fuera del dique en instalaciones fijas.

Las válvulas de cierre para desviar la espuma o soluciones hacia el tanque correspondiente debe estar situadas ya sea en la estación central de espuma o en puntos donde los laterales hacia los tanques protegidos se derivan de la línea de alimentación principal.

Estas válvulas no deben estar localizadas dentro del dique.

Las válvulas deben estar localizadas a una distancia del tanque de por lo menos el diámetro de un tanque pero en ningún caso a menos de 15 m (50 pies).

Se permite que las válvulas de cierre estén localizadas a distancias menores cuando son operadas remotamente, sujeto a la aprobación de la autoridad competente.

Cuando estén instalados dos o más proporcionadores en paralelo y descargan dentro del mismo cabezal de salida, debe proveerse válvulas entre la salida de cada dispositivo y el cabezal.

La línea de agua a cada entrada del proporcionador debe tener válvula separada.

Para aplicaciones subsuperficiales, cada línea de suministro de espuma debe estar provista con una válvula y válvula de retención a menos que la última sea parte integral del productor de espuma de alta contrapresión o generador a presión que se va a conectar en el momento de usarse.

Cuando se usan las líneas de producto para espuma, deben estar dispuestas para garantizar que la espuma entre solamente al tanque protegido.

Deben proveerse válvulas de drenaje que estén fácilmente accesibles en los puntos bajos de la tubería subterránea y sobre superficie.

7.6 Suspensores, Soportes y Protección para Tuberías.

Cuando se protegen riesgos donde hay posibilidad de explosión, la tubería debe estar dirigida para ofrecer la mejor protección contra daño.

La tubería de suministro a las salidas de espuma que protegen un riesgo dado no debe pasar sobre otro riesgo en la misma área de incendio.

Todos los soportes de suspensión deben ser de tipo aprobado.

No se permiten punciones o perforaciones en miembros estructurales que soportan pesos donde pueda ocurrir debilitación inaceptable de la estructura.

Se pueden hacer adiciones y soportes para equipos a estructuras de acero o concreto existentes.

Cuando los sistemas están diseñados de modo que no se puede usar el método estándar de soporte de la tubería con fines de protección de incendios, la tubería debe estar sostenida de manera que provea la resistencia equivalente a la que proporciona el medio estándar de soporte.

7.7 Requisitos de Mangueras. No deben usarse mangueras de tela sin revestimiento con equipos de espuma.

Capítulo 8 Sistemas de Media y Alta Expansión

8.1 Información y Requisitos Generales. La información y requisitos de este capítulo son generalmente comunes para todos los sistemas de espuma de media y alta expansión.

8.2* Mecanismos de Extinción. La espuma de media y alta expansión extingue los incendios al reducir la concentración de oxígeno en el lugar del incendio, por enfriamiento, al detener la convección y radiación, excluyendo el aire adicional, y retardando la liberación de vapor inflamable.

8.3 Uso y Limitaciones.

Aunque las espumas de media y alta expansión están encontrando aplicación para una amplia variedad de problemas de combate de incendios, cada tipo de riesgo debe evaluarse específicamente para verificar la aplicabilidad de la espuma de media y alta expansión como agente de control de incendios.

Algunos tipos importantes de riesgos que está permitido proteger con sistemas de espuma de media y alta expansión incluyen los siguientes:

- (1) Combustibles ordinarios
- (2) Líquidos inflamables y combustibles
- (3) Combinaciones de (1) y (2)
- (4) Gas natural licuado (espuma de alta expansión solamente)

Debe evaluarse la susceptibilidad del riesgo protegido a daño por agua.

No debe usarse sistemas de espuma de media y alta expansión en los siguientes riesgos a menos que una evaluación competente, incluyendo pruebas, indique aceptabilidad:

- (1) Los químicos, como el nitrato de celulosa, que emiten suficiente oxígeno u otros agentes oxidantes para sustentar la combustión
- (2) Equipos eléctricos energizados no encerrados
- (3) Metales reactivos al agua como el sodio, potasio y NaK (aleaciones de sodio y potasio).

(4)Materiales peligrosos reactivos al agua, como el trietil aluminio y el pentóxido de fósforo.

(5)Gas inflamable licuado

8.4 Tipos de Sistemas. Los tipos de sistemas reconocidos en esta norma deben incluir los siguientes:

(1)Sistemas de inundación total

(2)Sistemas de aplicación local

(3)Dispositivos portátiles de producción de espuma

8.4 Sistemas que Protegen más de un Riesgo.

Se permite usar sistemas para proteger uno o más riesgos o grupos de riesgos por medio del mismo suministro de concentrado de espuma y agua excepto lo previsto en 8.5.2

Cuando, en la opinión del la autoridad competente, dos o más riesgos pueden estar involucrados simultáneamente en un incendio en razón de su proximidad, cada riesgo debe estar protegido con un sistema individual, o el sistema debe estar dispuesto para descargar sobre todos los riesgos potenciales involucrados simultáneamente.

8.6* Seguridad del Personal.

Cuando sea posible, la localización de los puntos de descarga de espuma en relación con las salidas del edificio debe estar dispuesta para facilitar la evacuación del personal.

Para reingresar a un edificio lleno de espuma, debe permitirse el uso de un rociador de gota gruesa de agua para abrir un camino en la espuma. Las personas no deben entrar en la espuma.

No debe usarse máscaras de gas tipo cartucho absorbente dentro de la espuma.

Si el reingreso de emergencia es indispensable, debe usarse «SCBAs» junto con una línea salvavidas.

Los aparatos eléctricos no encerrados deben desactivarse al activar el sistema a menos que esto se considere innecesario por evaluación de la autoridad competente.

8.6.2* Distancias Eléctricas.

Todos los componentes del sistema deben estar localizados para mantener distancias mínimas de las partes electrificadas como muestra la Tabla 8.6.2.1.

Las distancias dadas son para altitudes de 1000 m (3300 pies) o menos.

A altitudes mayores de 1000 m (3300 pies)m debe aumentarse la distancia en proporción de 1 por ciento por cada 100 m (330 pies) de aumento en altitud por encima de 1000 m (3300 pies). Las distancias están basadas en las prácticas

Tabla 8.6.2.1 Distancia para Equipos de Espuma de Media y Alta Expansión a Componentes Eléctricos Energizados sin Aislamiento.

Voltaje Nominal de la Línea (kV)	Voltaje Nominal a Tierra (kV)	Nivel de Aislamiento Básico de Diseño(kV)	Distancia Mínima	
			mm	pulg
Hasta 15	Hasta 9			

Los valores de nivel de aislamiento básico (BIL) están expresados como kilovoltios (kV), siendo el número el valor de cresta de la prueba completa de impulso de onda que el equipo eléctrico está diseñado a resistir.

Para voltajes hasta 69 kV, las distancias están tomadas de la NFPA 70, Código Eléctrico Nacional *

generales mínimas en relación con los valores de nivel de aislamiento básico de diseño (BIL).

Para coordinar la distancia requerida con el diseño eléctrico, debe usarse como base el BIL de diseño del equipo que se protege, aunque esto no es importante a voltajes de línea nominales de 161 kV o menos.

A voltajes mayores de 161 kV, la uniformidad en la relación entre los kV de BIL de diseño y los diferentes voltajes del sistema eléctrico no ha sido establecida en la práctica y depende de varias variables de manera que la distancia a tierra requerida debe basarse en el BIL de diseño en lugar del voltaje nominal de la línea o a tierra.

La distancia entre las partes energizadas no aisladas del equipo eléctrico del sistema y cualquier parte del sistema de espuma de media o alta expansión no debe ser menor que la distancia mínima provista en otras partes para aislamientos en cualquier componente individual del sistema eléctrico.

8.7 Sistemas de Operación y Control.

8.7.1 Métodos de Accionamiento.

Los sistemas se clasifican como manuales y automáticos de acuerdo con el método de accionamiento.

Los sistemas automáticos deben ser accionados por equipos de detección automática.

Estos sistemas también deben tener medios de accionamiento manual.

8.7.2* Detección de Incendios.

Debe usarse detección automática para sistemas fijos.

Se permite omitir la detección automática solamente cuando lo apruebe la autoridad competente.

La detección automática debe hacerse por métodos listados o aprobados o dispositivos capaces de detectar una indicación de calor, humo, llama, vapores combustibles, o cualquier condición anormal en el riesgo, tales como problemas en el proceso, que puedan provocar un incendio.

Debe usarse una fuente confiable de energía en los sistemas de detección.

El suministro de energía para sistemas de detección automática debe ser independiente del suministro para el área protegida.

Cuando el suministro de energía del sistema de detección no es independiente del suministro para el área protegida, debe proveerse un suministro de emergencia, de batería, con conmutación automática si falla el suministro primario.

8.7.3 Supervisión. Se debe proveer y disponer supervisión del equipo de detección automática y la operación de manera que haya indicación inmediata de falla, preferible en un lugar permanentemente atendido.

8.7.4 Alarmas.

Se deben instalar alarmas audibles para indicar la operación del sistema, para alertar al personal, y para indicar la falla de cualquier dispositivo o equipo supervisado.

Estos dispositivos se deben proveer del tipo, número y localizaciones que sean necesarios para cumplir satisfactoriamente su objeto, sujetos a aprobación por la autoridad competente.

Debe proveerse una alarma para mostrar que el sistema ha operado.

Debe proveerse alarmas para dar amplia advertencia de descarga donde pudiera existir riesgos para el personal.

Las alarmas indicadoras de fallas de los dispositivos o equipos supervisados deben dar indicación pronta y positiva de cualquier falla y deben distinguirse de las alarmas indicadoras de condiciones de operación o riesgo.

8.7.5* Dispositivos de Operación.

Los dispositivos de operación deben incluir generadores de espuma, válvulas, proporcionadores de varios tipos, controles de descarga, y equipo de cierre.

La operación debe estar controlada por medios mecánicos, eléctricos, hidráulicos, o neumáticos aprobados o listados.

Debe usarse un suministro de energía confiable.

El suministro de energía eléctrica para un sistema de espuma de media o alta expansión operado eléctricamente debe ser tan confiable como un circuito para bomba de incendios de acuerdo con la NFPA 20, «Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección de Incendios».

Todos los dispositivos de operación deben ser adecuados para el servicio que encontrarán y no deben quedar fácilmente inoperantes o susceptibles a operación accidental.

Se debe proveer la protección contra congelación de las tuberías que están normalmente llenas con líquido.

Todos los dispositivos deben estar localizados, instalados, o adecuadamente protegidos de manera que no estén sujetos a condiciones mecánicas, químicas, climáticas, u otras que los hagan inoperantes.

Los controles manuales para accionamiento y cierre deben estar convenientemente situados y fácilmente accesibles en todo momento, incluyendo el momento de incendio y operación del sistema.

Podrían requerirse estaciones de control remoto para accionamiento manual cuando el área es grande, la salida difícil, o cuando lo requiera la autoridad competente.

Los controles de accionamiento manuales deben operar el sistema en la misma extensión que el control automático.

Todo el equipo operado automáticamente que controla la producción y distribución de espuma debe proveerse con medios independientes para operación manual de emergencia.

Si el medio de accionamiento manual del sistema estipulado en 8.7.1 proporciona operación positiva aprobada independiente del accionamiento automático, se permite usarlo como medio de emergencia.

Los medios de emergencia, preferiblemente mecánicos, deben estar fácilmente accesibles y situados cerca al equipo controlado.

Si es posible, el sistema debe ser diseñado de manera que se pueda efectuar el accionamiento completo de emergencia desde un sitio.

Todos los cierres de puertas y ventanas, de apertura simultánea, y dispositivos eléctricos de cierre del equipo requeridos deben considerarse partes integrales del sistema y deben funcionar simultáneamente con la operación del sistema.

Todos los dispositivos manuales de operación deben estar identificados con avisos indicando los peligros que protegen.

8.8 Suministro de Agua, Concentrado de Espuma y Aire.

8.8.1 Cantidad de Agua. Debe haber agua disponible en cantidad y presión suficientes para alimentar el número máximo de generadores de espuma de media y alta tensión que probablemente operarán simultáneamente además de las demandas de los otros equipos de protección de incendios.

8.8.2 Calidad del Agua.

Se debe considerar la conveniencia del agua para la producción de espuma de media y alta expansión.

Se debe consultar al fabricante del concentrado de espuma.

8.8.3 Almacenamiento del Agua. El suministro de agua debe estar protegido contra congelación.

8.8.4 Cantidad de Concentrado de Espuma. La cantidad de concentrado de espuma en el sistema debe ser por lo menos suficiente para el riesgo individual más grande protegido o para un grupo de riesgos que se van a proteger simultáneamente.

8.8.5 Calidad del Concentrado de Espuma. (Ver Anexo G)

El concentrado de espuma usado en el sistema debe ser el listado para uso con el equipo o un concentrado de espuma de calidad equivalente aceptable para la autoridad competente.

El desempeño del sistema debe depender de la composición del concentrado de espuma lo mismo que de otros factores.

La calidad del concentrado para desempeño correcto bajo los requisitos de instalación de esta norma se debe determinar por medio de pruebas adecuadas.

8.8.6 Suministro de Reserva de Concentrado de Espuma.

Debe haber un suministro de reserva de materiales para producción de espuma para cumplir los requisitos de diseño con objeto de poner el sistema de nuevo en servicio después de su operación.

Se permite que este suministro esté en tanques o compartimientos separados, en tambores o tarros en el local, o disponible en una fuente exterior aprobada, dentro de un término de 24 horas.

8.8.7 Almacenamiento del Concentrado de Espuma.

Los suministros de concentrado de espuma en servicio y de reserva deben almacenarse donde la temperatura se mantenga entre 2° C (35° F) y 38° C (100° F) o dentro de los límites de temperatura para los cuales el concentrado está listado.

Los recipientes de suministros de reserva deben mantenerse cerrados ajustadamente en un área limpia y seca para evitar contaminación o deterioro.

8.8.8* Tanque de Almacenamiento de Concentrado de Espuma.

El tanque debe ser de materiales resistentes a la corrosión y de construcción compatible con el concentrado de espuma.

Debe prestarse atención al diseño del tanque de almacenamiento para minimizar la evaporación del concentrado.

Se debe consultar al fabricante del equipo para espuma.

8.9 Suministro de Aire.

Debe usarse aire de fuera del área de riesgo para la generación de espuma a menos que se suministre información para demostrar que el aire del interior del área de riesgo se puede emplear exitosamente.

La información debe ser específica para los productos de combustión que se van a encontrar y debe proveer factores para incrementar los regímenes de descarga de espuma por encima de los que se dan en 8.13.5 si la prueba de incendio demuestran la necesidad.

Las aberturas de toma del aire deben estar situadas en forma que eviten la recirculación de los productos combustibles a las entradas de aire de los generadores de espuma.

8.10 Localización del Equipo Generador de Espuma.

8.10.1 Accesibilidad para Inspección y Mantenimiento. Los aparatos generadores de espuma deben estar localizados y distribuidos de manera que se facilite la inspección, prueba, recarga y otro mantenimiento y se mantenga la interrupción de la protección al mínimo.

8.10.2* Protección contra Exposición.

El equipo generador de espuma debe estar localizado lo más cerca posible al (los) riesgo(s) que protege, pero no donde esté indebidamente expuesto a incendio o explosión.

Los generadores de espuma instalados dentro del área de riesgo deben estar contruidos para resistir o estar protegidos contra la exposición a incendios.

Se permite que esta protección sea en forma de aislamiento, pintura retardante de incendio, niebla de agua o rociadores, pulverizadores de agua, rociadores o similares. En ciertas aplicaciones se permite substituir los generadores adicionales por protección contra la exposición al fuego con la aprobación de la autoridad competente.

8.11 Sistemas de Distribución.

8.11.1 Tubería y Accesorios.

La tubería y accesorios en contacto continuo con el concentrado de espuma debe ser de material resistente a la corrosión compatible con el concentrado de espuma que se usa.

El resto de la tubería y accesorios debe ser tubería de acero negro o galvanizado de peso estándar (Cuadro 40) y accesorios de acero negro o galvanizado de peso estándar, dúctil o maleable.

Se debe tener en cuenta los posibles efectos galvánicos cuando se unen dos metales disímiles, especialmente en tuberías que conducen concentrado de espuma.

8.11.2 Distribución e Instalación de Tuberías y Accesorios.

La tubería debe instalarse de acuerdo con las prácticas detalladas en NFPA 13, «Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores».

Todos los sistemas de tuberías deben estar diseñados usando cálculos hidráulicos para garantizar la velocidad de flujo deseada en los generadores de espuma.

Debe tenerse cuidado de evitar posibles restricciones causadas por materias extrañas, defectos de fabricación e instalación incorrecta.

Se debe proveer un filtro o colador aprobado adecuado para usar con el proporcionador y el generador de espuma en la línea de agua corriente arriba de la válvula de agua.

Se permite usar coladores suplementarios según recomendación del fabricante del equipo de espuma.

8.11.3 Válvulas.

Todas las válvulas deben ser las apropiadas para el uso que se destinan, especialmente en relación con la capacidad de flujo y operación.

Las válvulas deben ser de tipo listado o consideradas apropiadas para su uso como parte del sistema.

Las válvulas no deben quedar expuestas fácilmente a daño mecánico u otro.

8.11.4 Conductos.

Los conductos de distribución de espuma y entrada de aire deben estar diseñados, situados, instalados y debidamente protegidos de manera que no estén expuestos a daño indebido, mecánico, químico u otro.

Los cierres de conductos como válvulas selectoras, compuertas, o puertas deben ser de tipo de apertura rápida, para permitir el paso libre de la espuma.

Cuando los cierres de los conductos están situados donde podrían estar expuestos al fuego o calor, ya sea dentro o fuera del área a protegerse, se debe tener cuidado especial para asegurar la operación positiva.

Los conductos deben estar diseñados e instalados para evitar turbulencia innecesaria, y el régimen real de descarga de espuma se debe establecer por prueba u otro método aceptable a la autoridad competente.

8.12 Sistemas de Inundación Total. Información General.

8.12.1 Descripción. El sistema de inundación total debe consistir de un aparato fijo de generación de espuma, completo con suministro por tubos de concentrado de espuma y agua, distribuido para descargar en un espacio encerrado o cerramiento alrededor del riesgo.

8.12.2 Usos.

Se permite usar este tipo de sistema cuando hay un cerramiento permanente alrededor del riesgo adecuado para que la cantidad requerida del medio de extinción se acumule y se mantenga por el tiempo estipulado para asegurar el control o extinción del incendio en el material o materiales combustibles específicos involucrados.

Los ejemplos de riesgos que se permiten proteger exitosamente por sistemas de inundación total incluyen habitaciones, bóvedas, áreas de almacenamiento, instalaciones de bodegaje, y edificios que contienen combustibles Clase A y Clase B, ya sea individualmente o en combinación.

Los incendios que se permite controlar o extinguir por métodos de inundación total se dividen en las siguientes tres categorías:

- (1) Incendios de superficie que involucran líquidos y sólidos inflamables o combustibles
- (2) Incendios de profundidad de sólidos expuestos a arder en rescoldo
- (3) Incendios tridimensionales de algunos líquidos inflamables.

En reconocimiento de quienes padecieron
la tragedia de Septiembre 11 de 2001.
Este documento está dedicado a quienes
han entregado sus vidas en un esfuerzo
para hacer de este mundo un lugar seguro.

8.12.3 Requisitos Generales.

Los sistemas de inundación total deben ser diseñados, instalados, probados y mantenidos de acuerdo con los requisitos pertinentes de esta norma.

Se deben usar solamente equipos y dispositivos listados o aprobados en estos sistemas.

8.12.4 Especificaciones del Compartimento.

8.12.4.1 Filtraciones.

Como la eficiencia del sistema de espuma de media o alta expansión depende del desarrollo y mantenimiento de una cantidad adecuada de espuma dentro del recinto que se va a proteger, deben evitarse las filtraciones de espuma del recinto.

Las aberturas por debajo de la profundidad diseñada de llenado, tales como puertas y ventanas, deben estar dispuestas para cerrar automáticamente antes, o simultáneamente, con el comienzo de la descarga de espuma, con la debida consideración para evacuación del personal.

Las aberturas deben estar diseñadas para mantenerse cerradas durante un incendio y ser capaces de soportar presiones de la descarga del sistema rociador de espuma y agua.

Si existe cualquier abertura que no pueda cerrarse, el sistema debe ser diseñado para compensar por la probable pérdida de espuma y debe probarse para garantizar el desempeño adecuado.

8.12.4.1.3 Ventilación.

Cuando se usa aire exterior para producción de espuma, debe proveerse ventilación a nivel alto para el aire que es desplazado por la espuma.

La velocidad de ventilación no debe ser mayor de 305 m/min (1000 pies/min) en el aire libre.

La ventilación requerida debe consistir de aberturas adecuadas, ya sea normalmente abiertas o normalmente cerradas y distribuidas para abrir automáticamente cuando el sistema está operando.

Cuando el criterio de diseño exige ventiladores de extracción, éstos deben ser aprobados para operación en altas temperaturas e instalados con la debida consideración de la protección de interruptores, cableado, y otros dispositivos eléctricos para garantizar confiabilidad tanto del desempeño del ventilador como de los generadores de espuma.

Cuando los sistemas de ventilación por aire forzado interfieren con la acumulación adecuada de espuma, estos se deben apagar o cerrar automáticamente.

8.13 Requerimientos de la Espuma.

8.13.1 General. Para protección adecuada, la espuma de media o alta expansión debe descargarse a una velocidad suficiente para llenar el recinto hasta una profundidad efectiva por encima del riesgo antes de que ocurra un grado inaceptable de daño.

8.13.2 Profundidad de la Espuma.

8.13.2.1 Espuma de Alta Expansión.

La profundidad total mínima de la espuma no debe ser menor de 1.1 veces la altura del riesgo más alto pero en ningún caso menor a 0.6 m (2 pies) por encima de este riesgo.

Para líquidos inflamables o combustibles, se permite que la profundidad requerida por encima del riesgo sea considerablemente mayor y se debe determinar por medio de pruebas.

8.13.2.2 Espuma de Media Expansión.

La profundidad requerida sobre el riesgo puede variar con la expansión.

La profundidad se debe determinar por medio de pruebas. *(Ver Anexo G como guía).*

8.13.3 Volumen de Sumersión para Espumas de Alta Expansión.

El volumen de sumersión se define como la profundidad especificada en 8.13.2.1.1 multiplicada por el área del piso del espacio que se va a proteger, o, en caso de habitaciones de construcción o acabado interno combustible sin rociadores, el volumen completo incluyendo los espacios ocultos.

Está permitido restar el volumen ocupado por recipientes, maquinaria, u otros equipos permanentes para determinar el volumen de sumersión.

No se debe restar el volumen ocupado por material almacenado para determinar el volumen de sumersión a menos que lo apruebe la autoridad competente.

8.13.4* Tiempo de Sumersión para Espumas de Alta Expansión.

Los tiempos recomendados para obtener el volumen de sumersión para varios tipos de riesgos y construcciones de edificios deben ser como lo muestra la Tabla 8.13.4.

Se podrían requerir tiempos más cortos de sumersión dependiendo de los factores incluidos en 8.13.5.

8.13.5* Régimen de Descarga.

8.13.5.1 Espuma de Expansión Media. El régimen de descarga para espuma de expansión media debe determinarse por medio de pruebas.

Tabla 8.13.4 Tiempo Máximo para Sumersión con Espuma de Alta Expansión Medido desde el Comienzo de la Descarga de Espuma* (Minutos)

Riesgo	Construcción Liviana o Desprotegida		Construcción Pesada o Protegida o Resistente al Fuego	
	Con Rociador	Sin Rociador	Con Rociador	Sin Rociador
Líquidos inflamables [puntos de inflamación por debajo de 38°C (100°F)] con una presión de vapor no mayor de 276 kPa (40 psia) ^a				
Líquidos combustibles [puntos de inflamación de 38°C (100°F) y mayores] ^b				
Combustibles de baja densidad (Ej. caucho espumado, plástico espumado, papel enrollado, o papel crepe)		^c		^c
Combustibles de alta densidad (ej. papel kraft enrollado o revestido zunchado)		^c		^c
Combustibles de alta densidad (Ej. papel kraft enrollado o revestido sin zunchar)		^c		^c
Llantas de caucho		^c		^c
Combustibles en cartones, bolsas, o tambores de fibra.		^c		^c

*Este tiempo de sumersión está basado en un retardo máximo de 30 segundos entre la detección del incendio y el inicio de la descarga. Cualquier retardo mayor de 30 segundos debe deducirse de los tiempos de sumersión en la Tabla 8.13.4.

^b Los disolventes polares no están incluidos en esta tabla. Los líquidos inflamables con puntos de ebullición menores de 38°C (100°F) podrían requerir regímenes de aplicación más altos. Ver NFPA 30, *Código de Líquidos Inflamables y Combustibles*. Cuando se considera el uso de espuma de alta expansión en estos materiales, el proveedor del equipo debe justificar la conveniencia para el uso propuesto.

^c Estos tiempos de sumersión podrían no ser directamente aplicables a almacenamiento en apilamiento alto por encima de 4.6 m (15 pies) o cuando la propagación del fuego a través del contenido combustible es muy rápido.

8.13.5.2 Espuma de Alta Expansión.

El régimen de descarga de espuma necesario para la extinción o control suficiente para permitir el reacondicionamiento depende de la potencia de la protección con rociadores, la naturaleza y configuración del riesgo, la vulnerabilidad a incendios de la estructura y contenidos, y el potencial de pérdida de vidas, propiedad y producción.

El régimen de descarga de la espuma debe ser suficiente para satisfacer los requisitos de profundidad de la espuma y tiempos de sumersión de la Tabla 8.13.4, con compensación por el encogimiento normal de la espuma, filtración de espuma, y efectos de disgregación por la descarga de rociadores.

(1)*La velocidad mínima de descarga o capacidad total del generador debe calcularse de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V}{T} \times R_s \times C_n \times C_L$$

donde:

R =régimen de descarga en m³/min. (pies³/min.)

V =volumen de sumersión en m³ (pies³)

T =tiempo de sumersión en minutos

R_s =régimen de rompimiento de la espuma por los rociadores en m³/min. (pies³/min.)

C_n =compensación por encogimiento normal de la espuma

C_L =compensación por filtración

(2)*El factor (R_s) para compensación de disgregación por descarga de rociador se debe determinar ya sea por prueba o, en ausencia de información específica de prueba, por la siguiente fórmula:

$$R_s = S \times Q$$

donde:

S =disgregación de la espuma en m³/min-L/min (pies³/min-L/min) de descarga del rociador. S será 0.0748 m³/min-L/min (10 pies³/min-L/min) de descarga del rociador.

Q =descarga total estimada del número máximo de rociadores que se espera operar en L/min (gpm)

(3) El factor (C_v) de compensación por encogimiento normal de espuma debe ser 1.15. Este es un factor empírico basado en la reducción promedio en la cantidad de espuma por desagüe de solución de espuma, incendio, humedecimiento de superficies, absorción de material, etc.

(4)* El factor (C_l) para compensación de pérdida por filtración alrededor de puertas y ventanas y a través de aberturas que no cierran debe ser determinado por el ingeniero de diseño después de una evaluación adecuada de la estructura. Este factor no puede ser menor de 1.0 aún para una estructura completamente hermética por debajo de la profundidad de diseño de llenado. Este factor podría ser tan alto como 1.2 para un edificio con todas las aberturas normalmente cerradas, dependiendo del régimen de expansión de la espuma, operación del rociador y profundidad de la espuma.

8.13.6 Cantidad.

Debe proveerse suficiente concentrado de espuma de alta expansión y agua para permitir la operación continua de todo el sistema por 25 minutos o para producir cuatro veces el volumen de sumersión, lo que sea menor, pero en ningún caso menos de lo suficiente para 15 minutos de operación total.

La cantidad para espuma de expansión media debe determinarse por medio de pruebas adecuadas desarrolladas por un laboratorio independiente de pruebas.

Debe proveerse suministros de reserva de acuerdo a

8.14* Mantenimiento del Volumen de Sumersión para Espuma de Alta Expansión.

Para garantizar el control de extinción adecuado, el volumen de sumersión debe mantenerse por lo menos 60 minutos para lugares sin rociadores y 30 minutos para lugares con rociadores.

Cuando están involucrados solamente líquidos inflamables o combustibles, se permite reducir este período.

8.14.3 Método.

Se permite mantener el volumen de sumersión por operación continua o intermitente de cualquiera o todos los generadores provistos.

Debe proveerse disposiciones y procedimientos para mantener el volumen de sumersión sin desperdicio de concentrado de espuma que podría necesitarse en caso de reignición.

8.15* Reacondicionamiento. Los procedimientos de reacondicionamiento deben ser planeados cuidadosamente con anterioridad para evitar la pérdida del control establecido por el sistema.

8.16 Distribución. Los generadores de espuma de media y alta expansión deben estar situados de modo que tenga lugar una acumulación de espuma relativamente uniforme en todo el área protegida durante el período de descarga.

8.17 Sistemas de Aplicación Local.

8.17.1 Información General.

8.17.1.1 Descripción. El sistema de aplicación local debe consistir de aparato fijo de producción de espuma, completo con un suministro de concentrado de espuma y agua por tubería que esté distribuido para descargar espuma directamente sobre el incendio o derrame.

8.17.1.2* Usos.

Se permite el uso de sistemas de aplicación local para la extinción o control de incendios de líquidos inflamables o combustibles, gas natural licuado (GNL), y combustibles comunes de Clase A cuando el riesgo no está totalmente encerrado.

Para riesgos de incendio de niveles múltiples o tridimensionales cuando no es posible la inundación total de la edificación, debe proveerse el riesgo individual con facilidades adecuadas de contención aceptables para la autoridad competente.

8.17.2 Requisitos Generales.

Los sistemas de aplicación local deben estar diseñados, instalados, probados y mantenidos de acuerdo con las estipulaciones pertinentes de esta norma.

En estos sistemas se debe usar solamente equipos, dispositivos y agentes listados o aprobados.

8.18 Especificaciones de Riesgos.

8.18.1 Alcance del Riesgo. El riesgo debe incluir todas las áreas hacia o desde las cuales puede propagarse el incendio.

8.18.2* Localización del Riesgo.

Se permite usar los sistemas de aplicación local de espuma de media y alta expansión para proteger riesgos localizados en interiores, bajo albergue parcial o completamente exteriores.

Debe proveerse compensación por vientos y otros efectos del clima.

8.19 Requerimientos de Espuma para Líquidos y Sólidos Inflamables y Combustibles.

General. Se debe descargar suficiente espuma a una velocidad que cubra el riesgo hasta una profundidad de por lo menos 0.6 m (2 pies) en 2 minutos.

8.19.2 Cantidad.

Se debe proveer suficiente concentrado de espuma y agua para permitir la operación continua de todo el sistema por lo menos durante 12 minutos.

Se debe proveer suministros de reserva de acuerdo con 8.8.7.

8.19.3 Distribución.

Las salidas de descarga deben estar distribuidas para garantizar que la espuma se descargue sobre todas las áreas que constituyen el riesgo.

Cuando partes del riesgo están elevadas o levantadas del suelo o de la línea del suelo, la distribución del sistema debe ser tal que la espuma se descargue y se retenga en dichas partes con suficiente profundidad para garantizar una extinción rápida y definitiva.

8.20* Aplicaciones de Espuma para Gas Natural Licuado (GNL).

8.20.1* General. La espuma de alta expansión ha demostrado ser efectiva en controlar pruebas de incendio por derrame de GNL y en reducir la concentración de vapor a favor del viento en pruebas de incendio de derrames no inflamados de GNL en áreas encerradas hasta de 111 m (1200 pies

8.20.2* Consideraciones de Diseño del Sistema.

La determinación del diseño del sistema de espuma de alta expansión depende del análisis específico del lugar individual.

Como el tiempo para iniciar el accionamiento es un factor crítico en el control de incendios de gas natural licuado, el análisis debe tener en cuenta los efectos de la exposición al calor sobre el equipo adyacente de la planta.

En muchos casos, se requerirán alarmas y accionamiento automático para sistemas fijos.

8.20.3* Régimen de Descarga de Espuma por Unidad de Superficie.

Como lo establecen las pruebas, el régimen de descarga por unidad de superficie debe ser tal que se obtenga una reducción positiva y progresiva en la radiación dentro de los límites de tiempo establecidos en el análisis.

El régimen de descarga por unidad de superficie determinado por la prueba de la Sección G.4 debe aumentarse por el factor necesario considerando la velocidad de vaporización inicial y la configuración del riesgo.

Después que se hayan obtenido condiciones de control estables, debe usarse para conservar el control, el régimen de descarga por unidad de superficie establecido en la prueba para mantenimiento del control del incendio.

8.20.4 Cantidad.

La cantidad inicial de concentrado de espuma debe permitir la aplicación continua al régimen de diseño inicial, suficiente para que el control del incendio llegue a una condición estable.

Debe haber suministros adicionales de concentrado de espuma para proveer el mantenimiento del control durante la duración calculada del incendio.

8.20.5* Distribución del Sistema de Espuma. El sistema de espuma debe tener las salidas de espuma distribuidas para suministrar espuma y cubrir el área de incendio dentro del tiempo estipulado.

8.21 Dispositivos Portátiles Generadores de Espuma.

8.21.1 Información General.

8.21.1.1 Descripción.

Los dispositivos portátiles de producción de espuma consisten de un generador de espuma, operable y transportable manualmente, conectado al suministro de agua y concentrado de espuma por medio de manguera, o de tubería y manguera.

El equipo de dosificación puede ser parte integral o separado del generador de espuma.

Se permite proveer un suministro separado de concentrado de espuma para cada unidad, o que la solución se conduzca por tubería desde el equipo central de dosificación.

8.21.1.2 Requisitos Generales.

Los dispositivos portátiles de generación de espuma y equipos asociados se deben usar y mantener de acuerdo con las estipulaciones pertinentes de esta norma.

Se deben usar solamente equipos y dispositivos listados o aprobados.

8.21.2 Especificaciones de Riesgos. Se permite usar dispositivos portátiles de generación de espuma para combatir incendios en todos los riesgos que se cubren en este capítulo.

8.21.3 Localización y Espaciamiento.

Los dispositivos portátiles de generación de espuma preconectados a un suministro de agua o solución deben estar localizados donde sean fácilmente accesibles y deben tener suficiente manguera para alcanzar los riesgos más distantes que deban proteger.

El concentrado de espuma debe estar disponible para uso inmediato.

Estos dispositivos deben estar situados de manera que no estén expuestos al riesgo.

Aquellos que no están preconectados al suministro de agua o de solución y a su equipo asociado deben estar localizados y distribuidos para transporte inmediato hasta todos los riesgos designados.

8.21.4 Requisitos de Espuma.

8.21.4.1 Velocidad y Duración de Descarga.

La velocidad y duración de descarga, y en consecuencia la cantidad de concentrado de espuma y agua, deben determinarse de acuerdo al tipo y tamaño potencial del riesgo.

Los requisitos pertinentes de este capítulo deben aplicarse hasta donde se pueda identificar los riesgos específicos.

Uso Simultáneo de Dispositivos Portátiles de Generación de Espuma. Donde es posible el uso simultáneo de dos o más dispositivos, debe haber suficientes suministros de concentrado de espuma y agua disponibles para alimentar el número máximo de dispositivos que posiblemente vayan a usarse en cualquier momento.

8.21.5 Especificaciones de Equipo.

8.21.5.1 Mangueras.

Las mangueras usadas para conectar el generador a los suministros de agua o solución deben ser mangueras revestidas listadas.

No se debe usar mangueras sin revestir.

El tamaño y longitud de las mangueras se deben seleccionar teniendo en cuenta las condiciones hidráulicas de todo el sistema.

Estas mangueras deben guardarse dispuestas de manera que permita el uso inmediato y deben estar protegidas contra la intemperie.

8.21.5.2 Suministro de Energía Eléctrica y Conexiones.

El suministro de energía y las conexiones necesarias para la operación del generador deben ser adecuados para transmitir la energía requerida y deben seleccionarse teniendo en cuenta el uso deseado.

Todos los cables eléctricos deben ser suficientemente fuertes para resistir el abuso en el servicio, deben ser impermeables al agua, y deben contener un cable a tierra.

Los conectores eléctricos deben ser impermeables.

8.21.6 Entrenamiento.

Todo el personal que se espera usará este equipo debe estar debidamente entrenado en su operación y en las técnicas necesarias de combate de incendio.

Capítulo 9 Aplicaciones Marítimas

9.1* General.

Este capítulo cubre la información de diseño para el uso de sistemas de espuma de baja expansión necesarios para aplicaciones marítimas cuando lo requiere la autoridad competente.

Las disposiciones de los Capítulos 4, 5, 6 y 7 de esta norma no son aplicables a menos que estén mencionadas específicamente.

Todos los componentes deben ser adecuados para la aplicación prevista y deben estar aprobados para el uso en el ambiente marítimo.

Cada fabricante debe mantener un manual de diseño del sistema que describa las disposiciones de diseño básico aceptable e indique cada uno de los productos del fabricante en el sistema.

Los concentrados de espuma deben estar aprobados.

El concentrado usado en un sistema de espuma para proteger un líquido inflamable o combustible debe estar aprobado para hidrocarburos de acuerdo con un método de prueba equivalente al método de hidrocarburo de 9.29 m (100 pies que se da en el Anexo F.

Se deben completar cuatro pruebas de incendio consecutivas (dos usando agua de mar y dos usando agua dulce).

Los concentrados destinados al uso en sistemas de solventes polares deben ser aprobados para hidrocarburos de acuerdo a 9.1.4.1 y aprobados para uso en solventes polares de acuerdo con un método equivalente a UL 162, *Norma para Equipos de Seguridad de Espuma y Concentrados Líquidos*

El suministro de espuma debe ser de acuerdo con 4.3.2.2.

El suministro de agua debe ser de acuerdo con 4.2.1.1, 4.2.1.2 y 4.2.1.3.

El sistema de espuma debe poderse accionar, incluyendo la introducción de solución de espuma en la tubería de espuma, dentro de los 3 minutos siguientes a la notificación de incendio.

9.2 Sistemas Fijos de Espuma de Baja Expansión para Cuartos de Máquinas.

Al instalarse, los sistemas que protegen espacios con maquinarias, ellos deben ser capaces de descargar una cantidad suficiente de espuma expandida para proporcionar una profundidad de espuma de por lo menos 150 mm (6 pulg) sobre el área mayor sobre la cual es probable que se extienda el aceite.

El régimen mínimo de aplicación de solución de espuma debe ser 6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie) por un mínimo de 5 minutos.

El sistema debe ser capaz de generar espuma adecuada para extinguir incendios de hidrocarburos.

Se debe proveer medios para la distribución efectiva de la espuma a través de un sistema permanente de tubería y válvulas de control hacia salidas adecuadas de descarga y para que la espuma sea dirigida efectivamente por medio de salidas fijas de espuma.

La proporción de expansión de la espuma no debe ser mayor a 12:1.

Cuando también se ha instalado un sistema de espuma en cubierta, no se requiere que el suministro de espuma y el sistema de dosificación estén separados.

La cantidad de concentrado de espuma debe ser la requerida para satisfacer la demanda del sistema individual mayor.

9.2.8 Controles.

Los controles del sistema deben ser de operación sencilla, y agrupados juntos en un lugar accesible en situaciones de incendio en el área protegida.

Deben fijarse al equipo o en un lugar adyacente a éste las instrucciones en letreros permanentes.

Los dispositivos a control remoto deben tener dispositivo local de transferencia mecánica o de operación en sitio.

9.3 Sistemas Fijos de Espuma de Baja Expansión sobre Cubierta para Buques- Tanques de Petróleo y Químicos.

9.3.1* Objeto. El objeto de esta sección es proporcionar una guía para el diseño y distribución del sistema de espuma de cubierta que se espera proporcionen el siguiente desempeño:

- (1) Extinguir incendios de derrames en cubierta y mantener una manta de espuma mientras se enfría el metal caliente.
- (2) Controlar y extinguir incendios en cabezales de carga excepto aquellos que involucran incendios tridimensionales de líquidos presurizados.
- (3) Extinguir o controlar incendios de tanques que involucran parte del área de carga asumiendo que el tope del tanque o tanques dentro del área de diseño esté abierto a la intemperie y que la trayectoria de la espuma no sea obstaculizada.
- (4) Proveer protección para la tripulación mientras se hacen preparativos para abandonar el barco.
- (5) Durante operaciones de transbordo, el agua corriente del sistema de espuma de cubierta debe proteger la embarcación expuesta contra incendio en un barco adyacente mien-

tras se hacen los preparativos para poner en marcha la embarcación expuesta.

- (6) El sistema de espuma de cubierta no es para proveer extinción, supresión o control de incidentes resultantes de explosiones grandes o choques que hagan que el incendio vaya más allá del área del tanque individual mayor.
- (7) El sistema de espuma de cubierta debe estar diseñado y dispuesto para resistir los efectos del clima, vibración, corrosión, tensión e impacto que se esperan durante la operación de barco.
- (8) Suprimir los vapores de un derrame en cubierta no incendiado.

9.3.2 Estación de Control.

La estación principal de control para el sistema debe estar situada a popa del área de carga y ser operable en caso de incendio en el área principal protegida.

Deben suministrarse instrucciones de operación y diagramas de la tubería y válvulas en letreros claros permanentes y deben fijarse al equipo o en posición cercana a éste.

Los diagramas deben indicar cuáles válvulas se deben abrir in caso de tener que activar el sistema.

Los diagramas deben explicar en forma completa y clara todos los pasos necesarios para poner el sistema en operación.

Cada válvula debe estar rotulada describiendo su función.

9.3.3* Capacidad de la Tubería de Incendio. La operación del sistema de espuma de cubierta al régimen de flujo de solución de espuma requerido debe permitir el uso simultáneo del número estipulado de chorros de agua y otros servicios provistos por el sistema de tubería de incendios.

9.3.4* Régimen de Aplicación. El régimen de aplicación de solución de espuma para incendios sobre cubierta no debe ser menor que el mayor de los siguientes.

Para hidrocarburos combustibles.

- (a) Cálculo de derrame de cubierta. 6.50 L/min·m (gpm/pie) sobre un 10 por ciento del área de bloque de carga de cubierta, donde el área de bloque de carga de cubierta es el ancho máximo del barco multiplicado por la extensión longitudinal total de los espacios de tanques de carga.
- (b) Cálculo del tanque mayor. 9.78 L/min·m (0.24 gpm/pie) del área seccional horizontal del tanque individual más grande.
- (c) Cálculo para el monitor mayor. 3.0 L/min·m (0.074 gpm/pie) del área protegida por el monitor mayor, cuya área

está totalmente delante del monitor, pero no menor a 1250 L/min (330 gpm)

- (2) Para solventes polares. Como los regímenes de aplicación de espuma requeridos pueden variar, los solventes polares están colocados en grupos representativos basados en sus pruebas de desempeño en incendios. Las pruebas de incendio se usan para determinar el régimen mínimo de diseño de aplicación de espuma para el grupo y se realizan usando uno o más solventes que representan el caso de extinción más difícil o el solvente polar propiamente dicho. Los regímenes mínimos de diseño de aplicación de espuma y las agrupaciones de solventes polares deben estar especificados en el manual de diseño del sistema del fabricante y deben estar aprobados:

- (a) Cálculo de derrame de cubierta. El régimen más alto de aplicación de espuma requerido para cualquier solvente polar que pueda ser transportado por el barco, aplicado sobre 10 por ciento del área de bloque de carga de cubierta, donde el área de bloque de carga de cubierta es el ancho máximo del barco multiplicado por la extensión longitudinal total de los espacios de tanques de carga.
- (b) Cálculo del tanque más exigente. 150 por ciento del régimen requerido de aplicación de espuma más alto, para cualquier solvente polar que pueda ser transportado por el barco, aplicado sobre el área seccional horizontal del tanque individual más grande.
- (c) Cuando los tanques de carga dedicados están específicamente diseñados para un solvente polar particular y este solvente no puede ser llevado en otros tanques, el diseño del sistema de espuma puede tomar en consideración esta limitación.
- (d) Cálculo del monitor mayor. 45 por ciento del régimen de aplicación de espuma más alto requerido para cualquier solvente polar que puede ser transportado por el barco, aplicado sobre el área protegida por el monitor de espuma, estando esta área totalmente delante del monitor, pero no menor a 1250 L/min (330 gpm)

9.3.5 Duración de la Descarga.

Debe proveerse concentrado de espuma para alimentar el sistema por 30 minutos.

Para barcos que están transportando solamente hidrocarburos y usando inertización con gas del espacio de carga, se permite que la duración de descarga sea 20 minutos.

Debe concederse un margen en el cálculo de concentrado suficiente para llenar toda la tubería de solución de espuma y las de concentrado y que mantenga la duración requerida de aplicación.

La duración mínima de descarga debe estar basada en la capacidad real del equipo instalado.

9.4* Dispositivos de Salida de Espuma.

Un ciento por ciento de la aplicación de espuma requerida debe ser aplicada usando uno o dos monitores situados inmediatamente a popa del área protegida.

En buques tanques de menos de 4000 toneladas métricas de peso muerto, se permite instalar solamente líneas de manguera de mano en vez de los monitores especificados en 9.4.1 siempre y cuando la capacidad de cada línea de manguera de mano sea por lo menos 25 por ciento del régimen total de flujo de la solución de espuma.

9.5 Monitores.

La capacidad de cualquier monitor debe ser por lo menos 3.02 L/min·m (0.074 gpm/pie) del área de cubierta protegida por ese monitor, con dicha área enteramente delante del monitor.

La capacidad de cada monitor no debe ser menos de 50 por ciento del régimen de aplicación de espuma requerido y no menos de 1250 L/min (330 gpm).

La distancia de cada monitor al extremo más lejano del área protegida delante del monitor no debe ser mayor de 75 por ciento del alcance del monitor en condiciones de aire en calma.

Las conexiones de los monitores de espuma y líneas de mangueras de mano deben estar situadas tanto a babor como a estribor en el frente del espacio de acomodación de cara a la cubierta de los tanques de carga.

Si están instalados, estos monitores debe estar situados por lo menos 2.5 m (8.2 pies) sobre la cubierta principal y deben ser directamente accesible a la cubierta de las tapas de los tanques.

El sistema de espuma debe ser capaz de suministrar espuma a toda el área del bloque de tanques en cubierta.

Los barcos equipados con medios de carga y descarga de proa o popa deben estar provistos con uno o más monitores adicionales localizados donde protejan los montajes en proa o popa.

El área de la línea de carga a proa o popa del área de bloque de carga debe proveerse con protección de monitores. Los monitores de espuma deben estar montados sobre plataformas sólidas.

Los monitores de espuma deben estar montados en plataformas resistentes.

Las plataformas deben permitir acceso de 360 grados alrededor de los monitores.

Las plataformas deben ser elevadas para permitir a los monitores hasta donde sea posible, un alcance sin obstrucciones.

La válvula de aislamiento del monitor debe ser accesible desde la plataforma del monitor.

Las plataformas de altura mayor de 2 m (6.5 pies) deben proveerse con pasamanos o barandas de cadena.

El acceso a la plataforma de los monitores debe ser vía pasarela o escalera permanente.

Debe contarse con medios para asegurar los monitores durante la navegación.

9.5.6 Monitores.

Los monitores de más de 3875 L/min (1000 gpm) deben estar equipados con dos agarraderas de manos para los operadores o una manija de rueda para cada pivote.

Los monitores deben estar diseñados para evitar movimientos indeseados debido a las fuerzas de reacción.

Los monitores deben poder asegurarse en posición mientras funcionan a flujo total.

9.6 Mangueras de Mano.

Deben proveerse líneas de mangueras de mano para permitir flexibilidad de acción durante las operaciones de combate de incendios y para cubrir áreas obstruidas desde los monitores.

La capacidad de cualquier línea de mangueras de manos no debe ser menor de 401 L/min (106 gpm) y el alcance de las mangueras en condiciones de aire en calma no debe ser menor a 15 m (50 pies).

El número y localización de las salidas de solución de espuma deben ser tales que la espuma de por lo menos dos mangueras de mano puedan dirigirse simultáneamente sobre cualquier parte del área de bloque de tanques de carga de la cubierta.

Las mangueras de mano e hidrantes deben estar montadas sobre plataformas monitores sobre o al nivel de cubierta.

9.7 Cálculos Hidráulicos.

Se deben realizar cálculos hidráulicos de acuerdo con NFPA 15, *Norma para Sistemas Fijos Pulverizadores de Agua para Protección de Incendios*. La solución de espuma debe considerarse que tenga las mismas características hidráulicas que el agua.

Los cálculos hidráulicos del concentrado de espuma deben estar de acuerdo con el manual de diseño del fabricante del sistema de concentrado de espuma.

Se permiten orificios para equilibrar los flujos hacia los monitores y salidas fijas de espuma.

9.8 Válvulas de Aislamiento.

Deben proveerse válvulas aisladoras en las tuberías de agua, concentrado de espuma y solución de espuma (inmediatamente delante de cualquier posición del monitor) para aislar las secciones dañadas. Además, cada estación de monitor y mangueras debe tener una válvula aisladora.

Las válvulas aisladoras deben ser operables desde lugares fácilmente accesibles.

Las válvulas de aislamiento en monitores deben estar de acuerdo con 9.5.5.3 hasta 9.5.5.9.

Todas las válvulas aisladoras deben ser instaladas con el bonete sobre el horizontal.

Las válvulas aisladoras deben estar equipadas con un medio fácil de indicación visual de la posición de la válvula.

9.9 Soportes de Suspensión, Soportes y Protección de Tuberías.

La tubería debe estar asegurada para protegerla contra daños.

Todos los colgantes y soportes de la tubería debe ser diseñados para operación marítima.

La tubería de solución de espuma de cubierta debe ser independiente de la tubería principal de incendios.

Cuando la tubería de incendio y la tubería de espuma están conectadas a un monitor común, deben instalarse válvulas de control.

El sistema debe estar dispuesto para evitar la posibilidad de congelación.

Las partes del sistema expuestas a la intemperie deben ser de desagüe automático.

Las partes húmedas o presurizadas del sistema deben estar protegidas contra la congelación.

9.10 Prueba e Inspección.

Los sistemas de espuma deben ser inspeccionados y probados de acuerdo con los Capítulos 9 y 10.

Las pruebas anuales deben incluir las pruebas realizadas de acuerdo con la Sección 10.6.

El proveedor o el propietario del sistema deben tener a disposición de la tripulación del barco una videocinta sobre uso, inspección y prueba del sistema.

Almacenamiento del Concentrado de Espuma.

El almacenamiento del concentrado de espuma debe estar de acuerdo con 4.3.2.4.

El tanque principal en cubierta de almacenamiento de concentrado de espuma debe estar localizado sobre o por encima del nivel de cubierta en el espacio que contiene la estación de control del sistema descrita en 9.3.2.

Todo el concentrado de espuma debe estar almacenado en un lugar accesible que no tenga riesgo de quedar aislado en caso de incendio o explosión y que no tenga abertura directa o exposición al área de carga

Los tanques de concentrado de espuma deben estar de acuerdo con 4.3.2.3.

Los tanques deben tener cúpulas de expansión.

Los tanques deben estar equipados con mamparas interiores para evitar el desplazamiento fuerte (sloshing) del líquido.

Cada tanque de almacenamiento de concentrado debe tener una válvula de venteo de bronce, acero inoxidable u otra, resistente a la corrosión.

Cada tanque debe tener una estructura de soporte resistente adecuada para montar el tanque a la estructura del barco.

Cada tanque debe tener una poceta de drenaje o sumidero u otro medio de evitar la obstrucción del tubo de succión del concentrado de espuma en caso de sedimentación u otras materias extrañas en el tanque.

El tubo de succión de concentrado de espuma debe tomar la succión por encima del fondo del sumidero.

Los tanques deben ser de material y diseño comprobados como adecuados para uso con chapoteo constante del líquido contra la estructura del tanque.

Cada tanque debe tener una abertura de inspección, hombre hueco para inspección interna y acceso.

Las conexiones de succión y retorno del tanque deben terminar cerca del fondo del tanque de manera que reduzcan la posibilidad de formación prematura de espuma debido a la agitación durante la operación del sistema.

Los tanques atmosféricos deben estar provistos de medios de relleno constante del tanque.

El almacenamiento de concentrado de espuma debe hacerse dentro de los límites de temperatura recomendados por el fabricante.

Los espacios de almacenamiento deben contar con calefacción para evitar la congelación de concentrado de espuma y de la tubería.

El almacenamiento debe estar de acuerdo con 4.3.2.4 y 4.3.2.4.1.

La compatibilidad del concentrado de espuma debe ir de acuerdo con 4.4.1 y 4.4.2. El tanque de almacenamiento de concentrado de espuma debe tener una etiqueta especificando el fabricante de la espuma, tipo de espuma y cantidad.

Solamente un tipo de concentrado de espuma se debe llevar a bordo.

9.12 Disposiciones del Suministro.

La dosificación de espuma debe ser por el método de dosificación de presión balanceada empleando una bomba de concentrado de espuma dedicada.

Están permitidos otros tipos de sistemas aceptables para la autoridad competente.

Las bombas de concentrado de espuma deben estar de acuerdo con la Sección 4.6.

Los motores y controles de las bombas de espuma y agua deben cumplir con la Norma 45 de IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), «Práctica Recomendada para Instalaciones Eléctricas» o su equivalente.

Las bombas para espuma y agua deben poder operar durante la pérdida del sistema eléctrico de la tubería maestra.

La energía eléctrica para las bombas de espuma, bombas de agua, y otros componentes eléctricos del sistema de espuma deben estar de acuerdo con las estipulaciones de las Regulaciones SOLAS II-2, Sección 4.3 y 4.3.5 aplicables a bombas de incendio.

Cuando se tienen bombas diesel, estas deben estar conectadas a un controlador de bombas diesel listado.

La tubería del sistema de espuma de cubierta no debe ser conducida a través, estar inmediatamente adyacente, o inmediatamente encima del cuarto de bombas de carga.

9.13 Materiales de la Tubería.

La tubería debe ser de acuerdo con la Tabla 9.13.1. Se permite usar otros materiales siempre que tengan las propiedades físicas y una resistencia a la corrosión equivalentes a la tubería identificada en la Tabla 9.13.1 y sea aprobada por la autoridad competente.

Las tuberías en áreas sujetas a exposición a incendios, incluyendo el calor radiante y el calor conducido, deben ser de

Los sistemas de espuma deben ser inspeccionados en detalles, concordancia con los planos de instalación; continuidad de la tubería; remoción de obstrucciones temporales; accesibilidad de las válvulas, controles e indicadores; e instalación adecuada de sellos de vapor, donde sea pertinente.

© 2002, National Fire Protection Association, Reservados todos los derechos

NFPA 11

Norma para

Espumas de Baja, Media y Alta Expansión

Edición 2002

Esta edición de la NFPA 11, *Norma para Espumas de Baja, Media y Alta Expansión*, fue preparada por el Comité Técnico sobre Espumas y puesta en efecto por la NFPA en la Reunión del Comité Técnico de la Asociación realizada en mayo 19 al 23 de 2002 en Minneápolis, Minnesota. Fue publicada por el Consejo de Normas el 19 de julio de 2002, con fecha efectiva de agosto 8, 2002, y reemplaza todas las ediciones anteriores.

Esta edición de la NFPA 11 fue aprobada como Norma Nacional Americana en julio 19 de 2002.

Origen y Desarrollo de la NFPA 11

Las actividades del comité de la NFPA en este campo se remontan a 1921 cuando el Comité Sobre Riesgos de Fabricación y Riesgos Especiales preparó normas sobre espumas como parte de la *Norma sobre Protección de Riesgos de Incendio, Relativa al Uso de Volátiles en el Proceso de Manufactura*. Después las normas estuvieron sucesivamente bajo la jurisdicción del Comité sobre Riesgos de Fabricación y el Comité sobre Sistemas Especiales de Extinción, antes de la organización del comité actual. El texto actual anula las ediciones anteriores adoptadas en 1922, 1926, 1931, 1936, 1942, 1950, 1954, 1959, 1960, 1963, 1969, 1970, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976 y 1978. También reemplaza la edición de 1977 de la NFPA 11B.

La edición 1983 fue totalmente reescrita para incluir todo el material anteriormente contenido en la NFPA 11B, *Norma sobre Sistemas Sintéticos y de Agentes Combinados*. La norma fue revisada en 1988 y de nuevo en 1994 para enunciar más claramente los requisitos y separar los requisitos obligatorios del texto de consulta.

La norma se revisó para la edición de 1998 para incluir los requisitos de sistemas de espuma para aplicaciones marítimas y para suministrar guías sobre el impacto ambiental de las descargas de sistemas de espuma.

La edición 2002 fue revisada para tratar sobre la mezcla de concentrados de espuma y aclarar los requisitos relacionados con las bombas de concentrados de espuma. Se incluyeron los requisitos para sistemas de espuma de media y alta expansión.

Los dispositivos deben ser revisados para verificar su identificación correcta y las instrucciones de operación.

10.2 Lavado después de la Instalación.

Para remover la materia extraña que se ha introducido en las tuberías de suministro de agua tanto subterráneas como de superficie durante la instalación, las tuberías de suministro de agua se deben lavar completamente a la velocidad máxima posible antes de hacer la conexión a la tubería del sistema.

La velocidad máxima de flujo para el lavado no debe ser menor que el régimen de demanda de agua del sistema, según lo establezca el diseño del sistema.

El flujo debe continuarse por tiempo suficiente para asegurar una limpieza completa.

Las pruebas deben incluir la revisión completa de los circuitos de los controles eléctricos y sistemas de supervisión para garantizar la operación y supervisión correcta en caso de falla.

Se debe disponer la eliminación del agua de enjuague.

Todas las tuberías de los sistemas de espuma deben enjuagarse después de su instalación, usando el suministro normal de agua del sistema con los materiales productores de espuma cerrados, a menos que el riesgo no se pueda someter a corriente de agua.

Cuando no se puede efectuar el enjuague, los interiores de la tubería deben ser examinados visualmente con cuidado para verificar su limpieza durante la instalación.

10.3* Pruebas de Aceptación.

El sistema terminado debe probarse por personal calificado para obtener la aprobación de la autoridad competente.

Estas pruebas se deben usar para determinar si el sistema ha sido adecuadamente instalado, y que funciona como se esperaba.

10.4 Pruebas de Presión.

Toda la tubería, excepto la tubería que maneja espuma expandida para aplicación que no sea subsuperficial, debe someterse a una prueba de indicador de presión hidrostática de 2 horas a 1379 kPa (200 psi) o 345 kPa (50 psi) por encima de la presión máxima esperada, lo que sea mayor, de acuerdo con NFPA 13, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*

Todas las tuberías horizontales normalmente secas deben inspeccionarse para verificar su inclinación de desagüe.

10.5 Pruebas de Operación.

Antes de la aprobación, todos los dispositivos de operación y equipos deben ser probados para verificar su correcto funcionamiento.

Las pruebas para sistemas de inundación total deben verificar si todos los dispositivos de cierre automático para puertas, ventanas y aberturas de transportadores, y los bloques de equipos automáticos, lo mismo que la abertura automática de desfuegos de calor y humo o ventiladores, funcionarán durante la operación del equipo.

Deben revisarse las instrucciones de operación suministradas por el proveedor y la identificación adecuada del dispositivo.

10.6* Pruebas de Descarga.

Cuando las condiciones lo permiten, se deben hacer pruebas de flujo para asegurarse de que el riesgo está totalmente protegido de conformidad con las especificaciones de diseño.

Se requiere la siguiente información:

- (1) Presión estática del agua
- (2) Presión residual del agua en la válvula de control y en un sitio remoto de referencia en el sistema
- (3) Régimen real de descarga
- (4) Velocidad de consumo del material productor de espuma
- (5) Concentración de la solución de espuma
- (6) Calidad de la espuma (expansión y $\frac{1}{4}$ de tiempo de drenaje) o se debe hacer descarga de espuma, o la descarga de espuma debe inspeccionarse visualmente para garantizar que es satisfactoria para el propósito buscado.

La concentración de espuma debe tener una de las siguientes proporciones:

- (1) No menos de la concentración nominal
- (2)* No más de 30 por ciento por encima del concentrado especificado, o 1 punto porcentual por encima de la concentración nominal (el que sea menor). Para información sobre pruebas de propiedades físicas de la espuma, ver Anexo C.

10.7 Restauración del Sistema. Después de terminar las pruebas de aceptación, el sistema debe ser enjuagado y restaurado a su estado operacional.

Capítulo 11 Mantenimiento

11.1* Inspección Periódica.

Por lo menos anualmente, todos los sistemas de espuma deben ser inspeccionados completamente y revisados para su operación adecuada.

La inspección debe incluir evaluación de desempeño del concentrado de espuma o calidad de la solución premezclada o ambas.

Los resultados de las pruebas que se desvíen más de 10 por ciento de las registradas en las pruebas de aceptación deben discutirse inmediatamente con el fabricante.

El objeto de esta inspección y prueba es asegurarse de que el sistema está en plenas condiciones de funcionamiento y que permanezca en esas condiciones hasta la próxima inspección.

Debe presentarse al propietario el reporte de inspección, con recomendaciones.

Entre las inspecciones regulares de contrato de servicio, el sistema debe ser inspeccionado por personal competente después de un plazo aprobado.

11.2* Equipo Productor de Espuma.

Los dispositivos de dosificación, sus equipos accesorios, y los productores de espuma deben inspeccionarse.

Las salidas fijas de descarga con sellos frangibles deben proveerse con medios adecuados de inspección para permitir el mantenimiento correcto y para inspección y reemplazo de los sellos de vapor.

11.3 Tubería.

Debe examinarse la tubería sobre superficie para determinar su estado y verificar que se mantiene la inclinación de desagüe adecuada.

Estas pruebas de tubería normalmente seca deben hacerse cuando la inspección visual muestra una resistencia cuestionable debido a corrosión o daño mecánico.

La tubería subterránea debe ser revisada al azar para buscar deterioro por lo menos cada 5 años.

11.4 Filtros . Los filtros deben ser inspeccionados periódicamente y se deben limpiar después de cada uso y prueba de flujo.

11.5 Equipo de Detección y Accionamiento. Las válvulas de control, incluyendo todos los dispositivos automáticos y de accionamiento manual, se deben probar a intervalos regulares.

11.6 Inspección de Concentrado de Espuma.

Por lo menos anualmente, debe hacerse una inspección del concentrado de espuma y sus tanques o envases de almacenamiento para detectar evidencia de sedimentación excesiva o deterioro.

Se debe enviar muestras de los concentrados al fabricante o un laboratorio calificado para prueba de sus condiciones de calidad.

La cantidad de concentrado en almacenamiento debe cumplir los requisitos de diseño, y los tanques o recipientes normalmente se deben mantener llenos, con margen de espacio para expansión.

11.7 Instrucciones de Operación y Entrenamiento.

Las instrucciones de operación y mantenimiento deben fijarse en el equipo de control, con una segunda copia en archivos.

Todas las personas que van a hacer inspección, pruebas, mantenimiento, u operar los aparatos de generación de espuma deben estar entrenadas concienzudamente y el entrenamiento se debe mantener actualizado con el transcurso del tiempo.

Anexo A Material Aclaratorio

El Anexo A no es parte de los requisitos de este documento de la NFPA pero se incluye con fines informativos solamente. Este anexo contiene material aclaratorio, numerado para corresponder con los párrafos de texto aplicables.

A.1.1 La espuma para combate de incendios es un agregado de burbujas formadas de soluciones acuosas y es de más baja densidad que los líquidos inflamables. Se usa principalmente para formar una capa cohesiva flotante sobre líquidos inflamables y combustibles y evita o extingue el incendio por exclusión de aire y enfriamiento del combustible. También evita la reignición al suprimir la formación de vapores inflamables. Tiene la propiedad de adherirse a las superficies, lo que proporciona un grado de protección a la exposición de incendios adyacentes.

La espuma puede usarse como agente de prevención, control o extinción de incendios para riesgos de líquidos inflamables. La espuma para estos riesgos puede suministrarse a través de sistemas fijos de tubería o sistemas portátiles de generación de espuma. La espuma se puede aplicar a través de salidas de descarga de espuma, lo que le permite caer suavemente sobre la superficie del combustible incendiado. También se puede aplicar por medio de chorros de manguera portátiles usando boquillas de espuma o boquillas monitoras de gran capacidad o sistemas de inyección subsuperficial.

La espuma puede suministrarse por sistemas de tubería sobrecabeza para protección de ocupaciones peligrosas asociadas con derrames potenciales de líquidos en la proximidad de equipos de gran valor o para protección de grandes áreas. La espuma que se usa para derrames de líquidos inflamables es en forma de rocío o «nevada» densa. Las partículas de

espuma se fusionan sobre la superficie del líquido incendiado después de caer desde las salidas aéreas de espuma, espaciadas para cubrir el área completa a una densidad uniforme. (Para sistemas que requieren cumplir el criterio de diseño tanto para espuma como para rocío de agua, ver NFPA 16, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores de Espuma-Agua y Pulverización de Espuma-Agua*

Los incendios de grandes derrames de líquido inflamable se pueden combatir con equipo móvil, como un vehículo de rescate para siniestros de aviones o vehículo industrial de espuma equipado con agente y equipo capaces de generar grandes volúmenes de espuma a altas velocidades. La espuma para este tipo de riesgos se puede suministrar como chorro sólido o en un patrón disperso. (Las normas para vehículos industriales de espuma incluyen la NFPA 1901, *Norma para Vehículos Automotores de Incendio* y las normas para vehículos de rescate para siniestros de aviones incluyen la NFPA *Norma para Rescate de Aviones y Vehículos de Combate de Incendios*

La espuma no se disgrega rápidamente y, cuando se aplica a velocidad adecuada, tiene la capacidad de extinguir el fuego progresivamente. A medida que continúa la aplicación, la espuma fluye fácilmente sobre la superficie incendiada en forma de capa hermética, evitando la reignición en las superficies ya extinguidas.

La espuma no es apropiada para incendios tridimensionales de combustibles líquidos fluentes o incendios de gas.

Para determinar cuándo se requiere protección de espuma, ver las normas pertinentes como NFPA 30, *Código de Líquidos Inflamables y Combustibles*

La espuma puede aplicarse para proteger la superficie de un líquido inflamable que no está incendiado. Debe consultarse al fabricante del concentrado de espuma para determinar el método óptimo de aplicación, velocidad de descarga, densidad de aplicación, y frecuencia de reaplicación requeridas para establecer y mantener la integridad de la capa de espuma.

A.3.2.1 Aprobado. La National Fire Protection Association no aprueba, inspecciona o certifica ninguna instalación, procedimiento, equipo o materiales; tampoco aprueba o evalúa laboratorios de prueba. Para determinar la aceptabilidad de instalaciones, procedimientos, equipos o materiales, la autoridad competente puede basar la aceptación en el cumplimiento de las normas de la NFPA u otras normas apropiadas. En ausencia de tales normas, dicha autoridad puede requerir evidencia de instalación, procedimiento o uso adecuados. La autoridad competente también puede consultar los listados o prácticas de clasificación de una organización encargada de la evaluación de productos y que esté por lo tanto en capacidad de determinar el cumplimiento de las normas apropiadas para la producción corriente de los artículos listados.

A.3.2.2 Autoridad Competente. La frase «autoridad competente» o su acrónimo AHJ, se usa en los documentos de la

NFPA de manera amplia ya que las jurisdicciones y agencias aprobatorias varían lo mismo que sus responsabilidades. Donde prima la seguridad pública, la autoridad competente puede ser un departamento o individuo federal, estatal, local u otro departamento o individuo regional como un jefe de bomberos, alguacil de bomberos, jefe de una oficina de prevención de incendios, departamento de trabajo, departamento de salud, funcionario de construcción, inspector de electricidad, u otros con autoridad estatutaria. Para efectos de seguros, un departamento de inspección de seguros, oficina de tasaciones, u otro representante de compañía de seguros puede ser la autoridad competente. En muchas circunstancias el dueño de la propiedad o su agente designado asume el papel de autoridad competente; en instalaciones del gobierno, el oficial comandante u oficial departamental pueden ser la autoridad competente.

A.3.2.4 Listado. Equipo, materiales o servicios incluidos en una lista publicada por una organización que sea aceptable para la autoridad competente y encargada de la evaluación de productos o servicios, que mantiene inspección periódica de la producción de los equipos o materiales listados o evaluación periódica de los servicios, y cuyas listas indican que ya sea el equipo, material o servicio cumple las normas apropiadas o ha sido probado y hallado adecuado para un uso específico.

A.3.3.4 Inductor. «Boquilla de manguera de espuma de aire con inductor incorporado». El tipo de dosificador en el cual el chorro en el generador de espuma se utiliza para extraer, inducir el concentrado [ver *Ilustración A.3.3.24.3(a)*]. *Limitaciones.* El fondo del recipiente del concentrado no debe estar más de 1.8 m (6 pies) por debajo del nivel del generador de espuma. La longitud y diámetro de la manguera o tubería entre el recipiente del concentrado y el generador de espuma deben estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. *Concentrados de Espuma de Tipo Surfactante Hidrocarbonado.* Estos son agentes espumantes sintéticos generalmente basados en un agente surfactante activo hidrocarbonado. Ellos producen espumas de carácter ampliamente diverso (tiempos de expansión y desagüe) dependiendo del tipo de dispositivos de producción de espuma empleados. En general, estas espumas no proporcionan la estabilidad y resistencia a la reignición de las espumas tipo proteína o el rápido control y extinción de los AFFF, pero pueden ser útiles para el combate de incendios de derrames de productos de petróleo de acuerdo con sus listados y aprobaciones. Hay agentes espumantes basados en hidrocarburos que han sido listados como agentes espumantes, agentes humectantes, o combinación de agentes espumantes-humectantes. Deben consultarse los listados adecuados para determinar los regímenes y métodos de aplicación.

A.3.3.13 Métodos de Generación de Espuma. Se pueden emplear también boquillas de espuma con monitores para la protección primaria de unidades de procesamiento y edificios,

sujeto a la aprobación de la autoridad competente. Las características de descarga del equipo escogido para producir chorros de espuma con boquillas y monitores para protección de tanques exteriores de almacenamiento debería verificarse por medio de pruebas reales para asegurarse que los chorros serán efectivos sobre los riesgos involucrados. [Ver Ilustraciones A.3.3.13.(a) a A.3.3.13(e).]

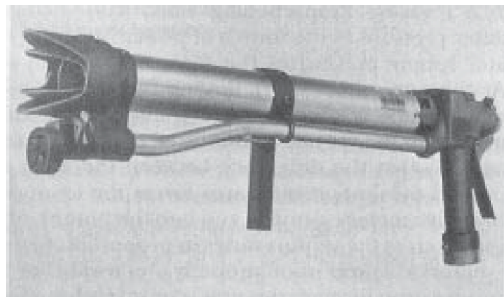


Ilustración A.3.3.13(a) Boquilla de Espuma y Manguera.



Ilustración A.3.3.13(b) Monitor de Espuma-Agua Ajustable de Chorro Directo a Configuración de Abanico.

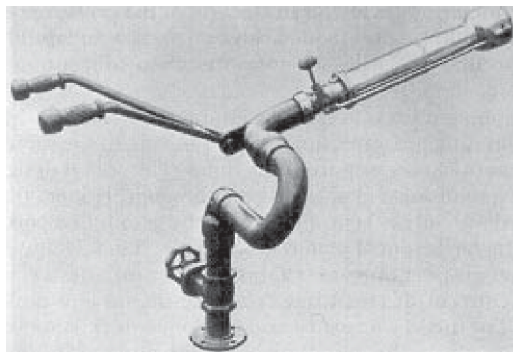


Ilustración A.3.3.13(c) Monitor de Espuma-Agua Ajustable de Chorro Directo a Rocío o Niebla.

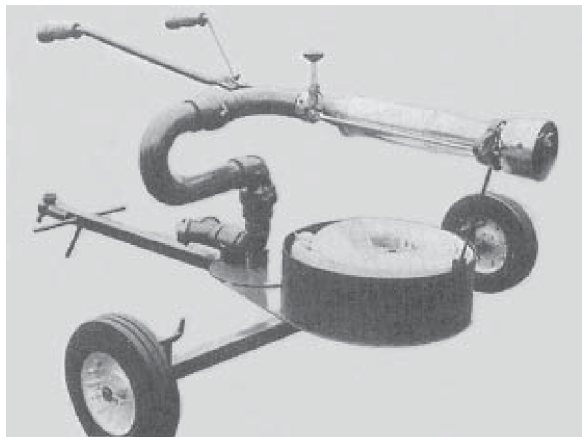


Ilustración A.3.3.13(d) Monitor Portátil de Espuma-Agua Sobre Ruedas.

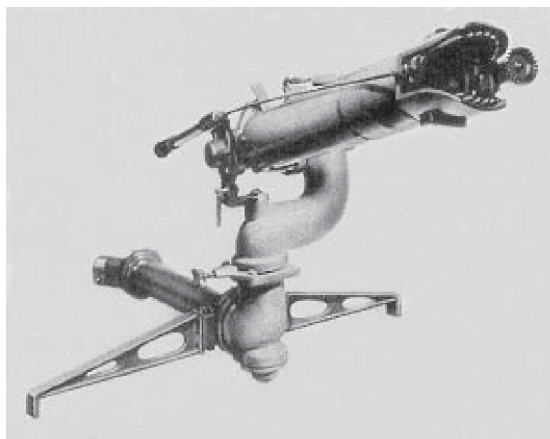


Ilustración A.3.3.13(e) Monitor Portátil de Espuma-Agua.

A.3.3.24.3 Inductor en Línea. Este proporcionador es para instalación en una línea de manguera, usualmente a poca distancia del generador de espuma o «playpipe» como medio de extraer concentrado de espuma de un recipiente. [Ver Ilustración A.3.3.24(a) y A.3.3.24(b).] Tiene las siguientes limitaciones:

- (1) El proporcionador en línea debe estar diseñado para la velocidad de caudal del generador de espuma particular o «playpipe» con el cual se va a usar. El dispositivo es muy sensible a presiones corriente abajo y en consecuencia está diseñado para usar con longitudes específicas de la manguera o tubería localizada entre éste y el generador de espuma.
- (2) La caída de presión a través del educor es aproximadamente un tercio de la presión de entrada.
- (3) La elevación del fondo del recipiente del concentrado no debe ser más de 1.8 m (6 pies) por debajo del educor.

A.3.3.24.4 Dosificación Regulada. Por medio de una bomba auxiliar, se inyecta compuesto de espuma en la corriente de

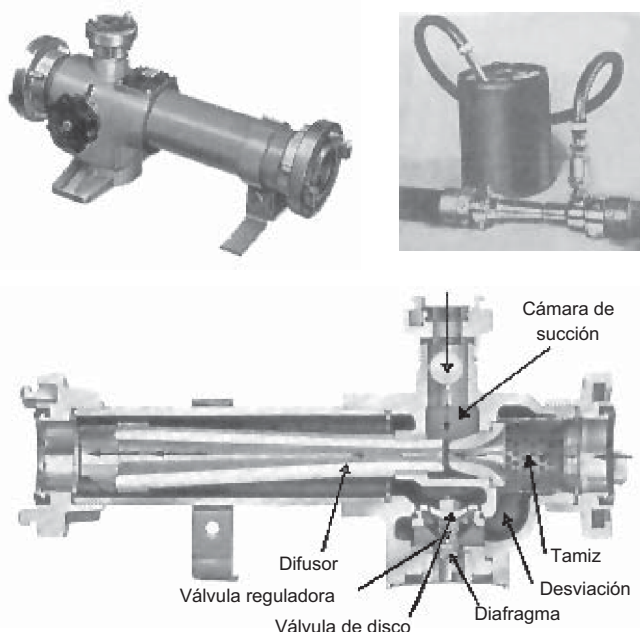


Ilustración A.3.3.24.3(a) Proporcionador en Línea.



Ilustración A.3.3.24.3(b) Boquilla de Manguera de Espuma de Aire con Proporcionador Incorporado.

agua que pasa por un inductor. La solución de espuma resultante se alimenta a un generador de espuma o lanza.. El dosificador puede insertarse a la línea en cualquier punto entre la fuente de agua y el generador de espuma o lanza. [Ver Ilustración A.3.3.24.4(a) y A.3.3.24.4(b)]

Para ponerlo en funcionamiento, se abre la válvula principal de agua y se toma la lectura de la presión indicada en el manómetro duplex. Cuando ambas manecillas del manómetro se han puesto en el mismo punto, la cantidad adecuada de concentrado de espuma se ha inyectado en la corriente de

agua. Esto se hace automáticamente por el uso de una válvula de diafragma de presión diferencial.

La dosificación regulada o medida tiene las siguientes limitaciones:

- (1) La capacidad del dosificador puede variar de aproximadamente 50 por ciento a 200 por ciento de su capacidad nominal.
- (2) La caída de presión a través del dosificador va desde 34 kPa a 207 kPa (5 psi a 30 psi), dependiendo del volumen de agua que fluye por el dosificador dentro de los límites de capacidad de punto (1) arriba.
- (3) Se necesita una segunda bomba para alimentar concentrado al dosificador.

A.3.3.24.5 Tanque Proporcionador a Presión. Este método emplea presión de agua como fuente de energía. Con este mecanismo, el suministro de agua presuriza el tanque de concentrado de espuma. Al mismo tiempo, el agua que fluye a través de un venturi u orificio adyacente crea una presión diferencial. El área de baja presión del venturi se conecta al tanque de concentrado de espuma, de manera que la diferencia entre la presión del suministro de agua y su área de baja presión impulsa el concentrado de espuma a través de un orificio de medición dentro del venturi. También, el diferencial a través de venturi varía en proporción al caudal, así que el venturi va a dosificar adecuadamente en una amplia gama de caudales. La caída de presión en esta unidad es relativamente baja. [Ver Ilustración A.3.3.24.5(a)]

Hay un procedimiento de prueba especial para permitir el uso de una cantidad mínima de concentrado cuando se prueba el sistema del proporcionador a presión.

El tanque proporcionador a presión tiene las siguientes limitaciones:

- (1) Los concentrados de espuma con gravedades específicas similares al agua pueden crear un problema cuando se mezclan.
- (2) La capacidad de estos dosificadores puede variarse de aproximadamente 50 por ciento a 200 por ciento de su capacidad nominal.
- (3) La caída de presión a través del dosificador varía de 34 kPa a 207 kPa (5 psi a 30 psi), dependiendo del volumen de agua que fluye dentro de los límites de capacidad del punto (2) arriba.
- (4) Cuando se agota el concentrado, el sistema se debe desactivar, sacar el agua del tanque de agua y rellenarse con concentrado de espuma.
- (5) Como el agua entra al tanque a medida que se descarga el concentrado de espuma, el suministro de concentrado no se puede recargar durante la operación, como se hace con otros métodos.

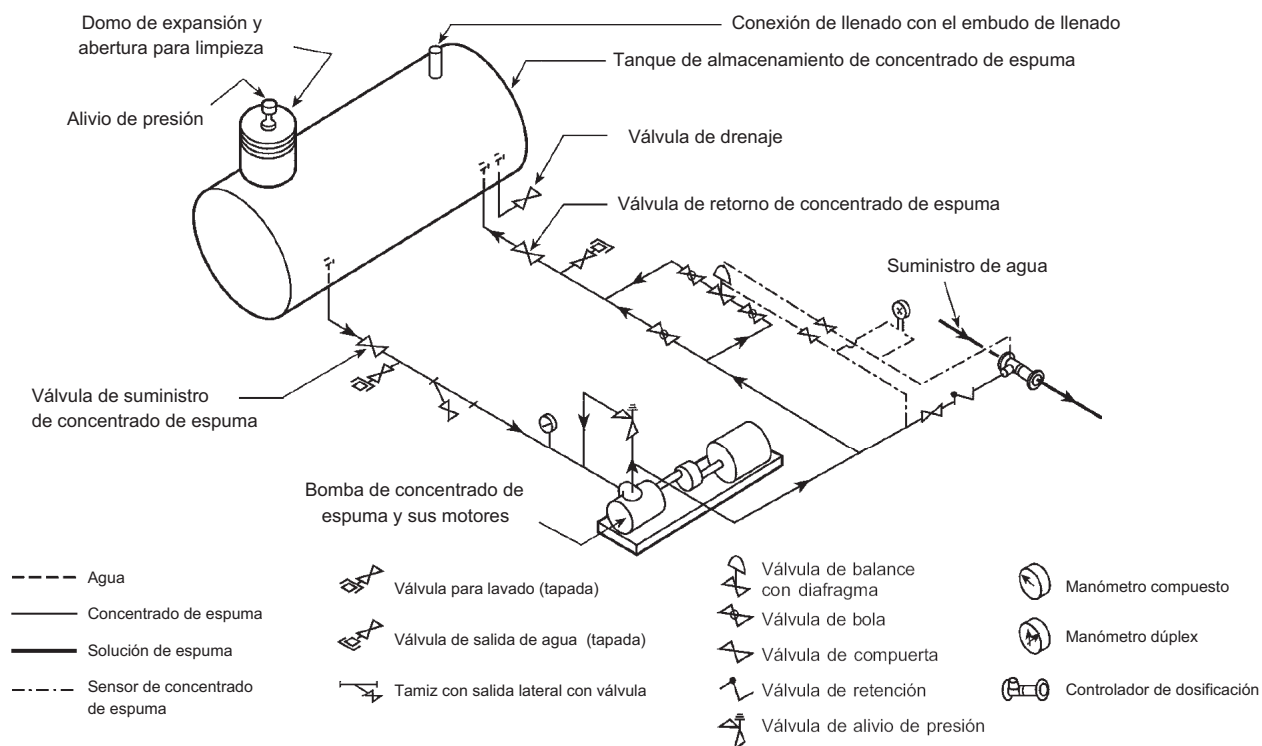


Ilustración A.3.3.24.4(a) Proporcionador Variable de Presión Balanceada con un Solo Punto de Inyección (Proporcionamiento Regulado).

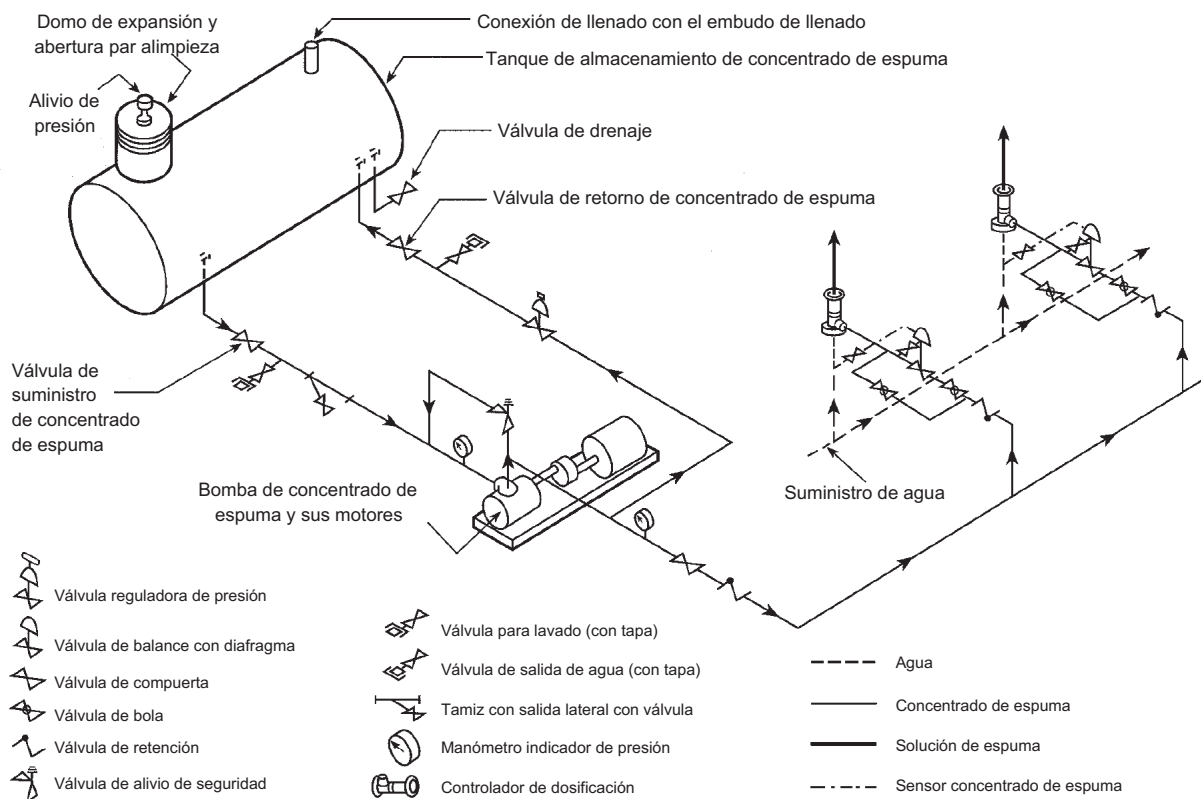


Ilustración A.3.3.24.4(b) Proporcionador Variable de Presión Balanceada con Múltiples Puntos de Inyección (Proporcionamiento Regulado).

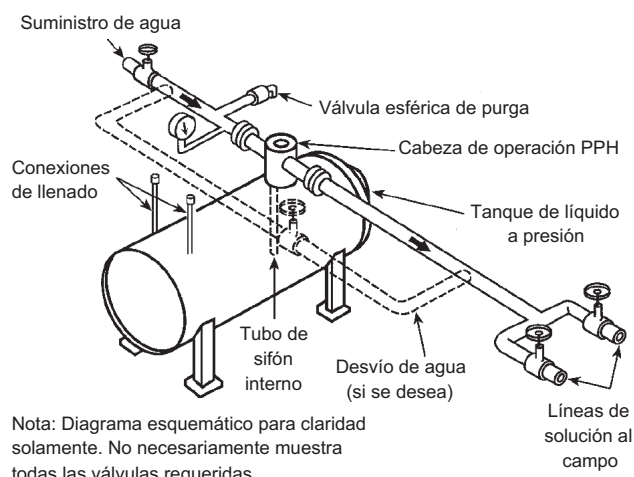


Ilustración A.3.3.24.5(a) Montaje Típico de un Tanque Proporcionador a Presión.

(6) Este sistema dosifica a un porcentaje muy reducido a regímenes de caudal bajo y no debe usarse por debajo de la velocidad mínima de caudal nominal.

Tanque Proporcionador a Presión de Diafragma (Vejiga). Este método también usa la presión de agua como fuente de energía. Este dispositivo incorpora todas las ventajas del tanque de dosificación a presión con la ventaja agregada de un diafragma colapsable que separa físicamente el concentrado de espuma del suministro de agua.

Los proporcionadores a presión de diafragma funcionan a través de un rango similar de caudales de agua y de acuerdo a los mismos principios que los tanques proporcionadores a

presión. La característica adicional de diseño es un diafragma elastomérico reforzado (vejiga) que puede usarse con todos los concentrados listados para uso con el material particular del diafragma (vejiga). [Ver Ilustración A.3.3.24.5(b)]

El dosificador es un dispositivo venturi modificado con una línea de alimentación de concentrado de espuma desde el diafragma del tanque conectado al área de baja presión del venturi. Agua bajo presión pasa a través del regulador y parte de este flujo se desvía hacia la línea de alimentación de agua al tanque de diafragma. Esta agua presuriza el tanque forzando el diafragma lleno de concentrado de espuma a colapsar lentamente. Esto obliga al concentrado de espuma a salir a través de la línea de alimentación del concentrado de espuma y entrar en el área de baja presión del regulador del proporcionador. El concentrado es regulado usando un orificio o válvula de control y se mezcla en la proporción correcta con el suministro principal de agua, enviando la solución de espuma correcta corriente abajo hacia los generadores de espuma.

Las limitaciones son las mismas que las anteriormente relacionadas para el tanque proporcionador a presión, con excepción de que el sistema puede usarse para todos los tipos de concentrados.

A.3.3.24.6 Proporcionador de Bomba (Proporcionador alrededor de la Bomba). Este dispositivo consiste de un inductor instalado en una línea de derivación entre la descarga y succión de una bomba de agua. Una pequeña parte de la descarga de la bomba fluye a través de este inductor y aspira la cantidad requerida de concentrado de espuma de aire de un recipiente, conduciendo la mezcla a la succión de la bomba. Se

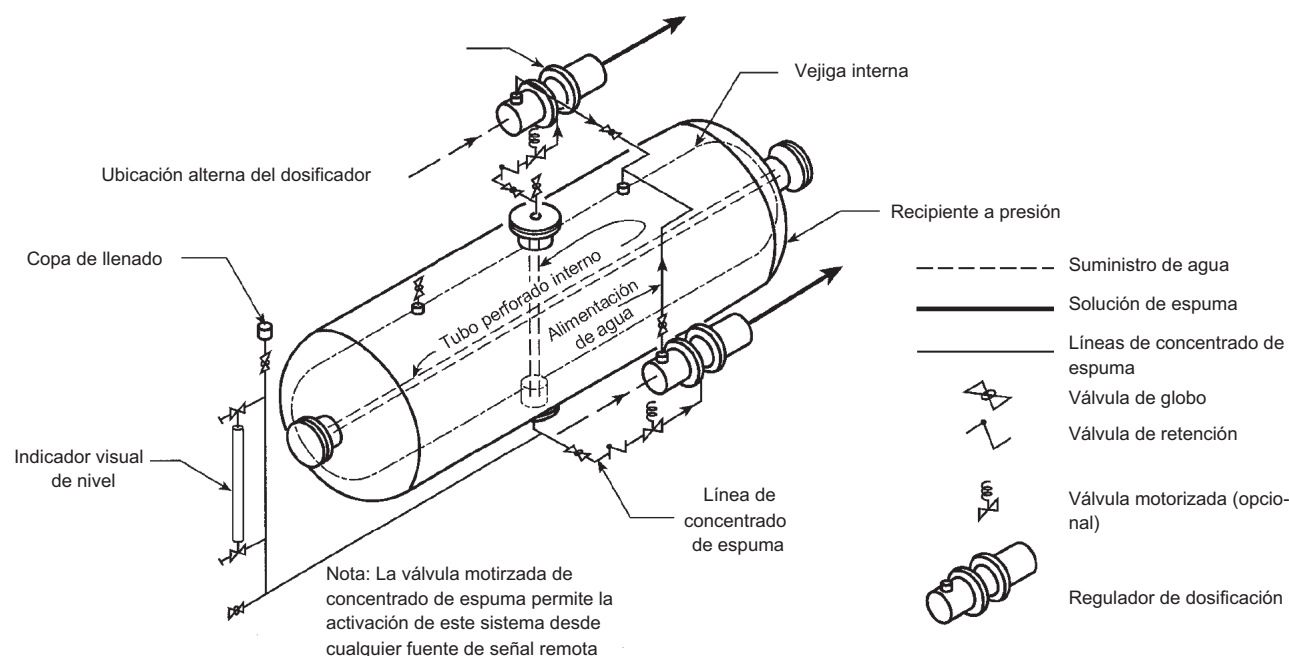


Ilustración A.3.3.24.5(b) Tanque Proporcionador de cragma (Vejiga).

puede asegurar capacidad variable por el uso de una válvula de medición de paso múltiple controlada manualmente. [Ver Ilustración A.3.3.24.6(a)]

El dosificador alrededor de la bomba tiene las siguientes limitaciones:

- (1) La presión en la línea de succión de agua de la bomba debe ser esencialmente presión manométrica cero o debe estar en el lado del vacío. Una leve presión positiva en la succión de la bomba puede provocar una reducción en la cantidad de concentrado extraído o provocar el retroceso a través del inductor al recipiente del concentrado.
- (2) La elevación del fondo del recipiente del concentrado no debe ser mayor de 6 pies (1.8 m) por debajo del proporcionador.
- (3) La corriente de desvío al proporcionador usa de 38 L/min a 151 L/min (10 gpm a 40 gpm) de agua dependiendo del tamaño del dispositivo y de la presión de descarga de la bomba. Se debe tener en consideración este factor al determinar el rendimiento neto de la bomba de agua.

Canal de Espuma. El canal que se muestra esquemáticamente en la Ilustración A.3.3.24.6(b) consiste en partes de lámina de acero en forma de conducto o vertedero afianzada de forma segura al interior de la pared del tanque de manera que forma una espiral descendente desde el tope del tanque hasta 1.2 m (4 pies) del fondo.

En la Ilustración A.3.3.24.6(d) se destaca que debe proveerse un anclaje [placa de 13 mm (½ pulg) y 305 mm (12 pulg) de longitud] en cada sección horizontal del casco. Esto ayuda a mantener el casco en su lugar durante las etapas iniciales del incendio y evita el pandeo antes de aplicar agua fría.

A.4.1.1 El sistema de espuma consiste en un suministro de agua, suministro de concentrado de espuma, equipo proporcionador, sistema de tuberías, generadores de espuma, y dispositivos de descarga diseñados para distribuir la espuma eficientemente sobre el riesgo. Algunos sistemas incluyen dispositivos de detección.

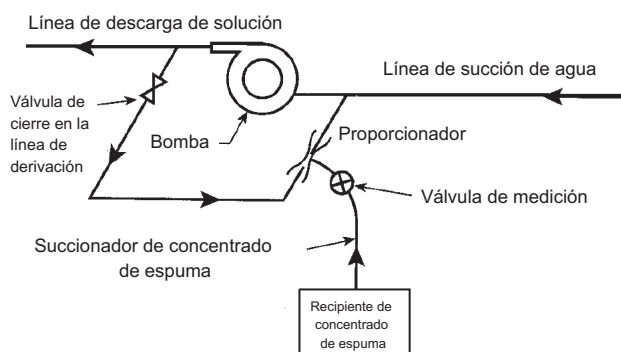


Ilustración A.3.3.24.6(a) Proportionador Alrededor de la Bomba.

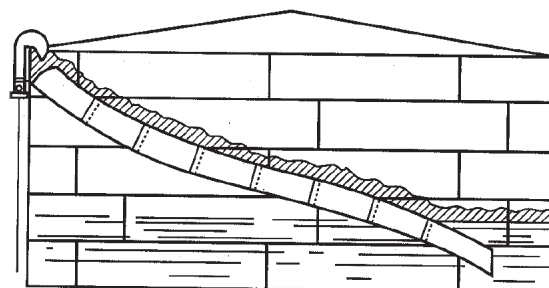


Ilustración A.3.3.24.6(b) Canal para Espuma.

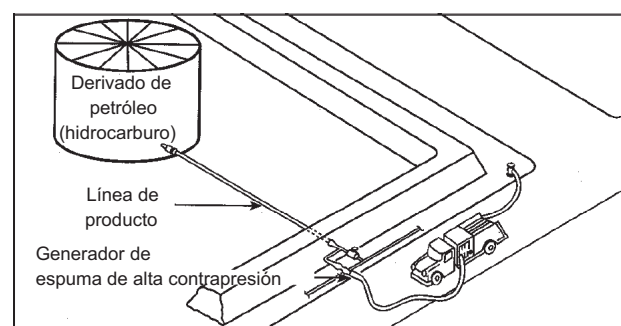


Ilustración A.3.3.24.6(c) Instalación Semifija Subsuperficial para aplicar Espuma

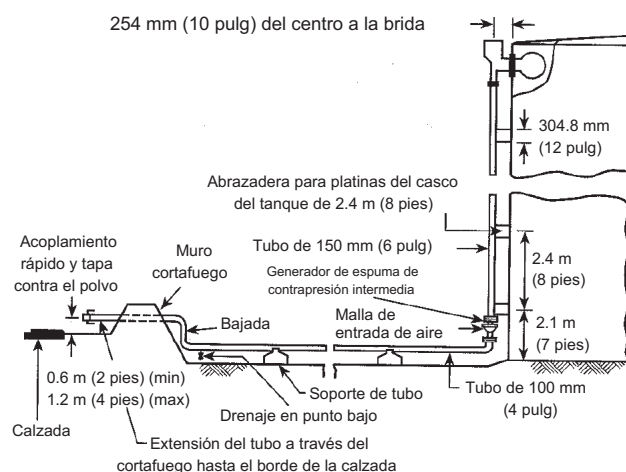


Ilustración A.3.3.24.6(d) Tubería Típica de Espuma Aireada para Sistema de Espuma de Contrapresión Intermedia.

A.4.2.1.2 Se recomiendan suministros de agua adicionales para enfriamiento del casco caliente del tanque y ayudar a que se selle la espuma contra el tanque. Algunas espumas son susceptibles de disgregación y fallan en sellar como resultado del calentamiento del casco del tanque debido a quema prolongada anterior a la descarga del agente.

A.4.2.1.4 Las temperaturas más altas o más bajas pueden reducir la eficiencia de la espuma.

A.4.3.1.2 Algunos concentrados son adecuados para uso tanto en combustibles hidrocarburos como en combustibles y solventes miscibles en agua o polares.

A.4.3.2.2 El nivel de concentrado en el tanque de almacenamiento debe ser monitorizado para asegurarse que hay suficiente suministro disponible en todo momento.

El riesgo que requiere el régimen de caudal mayor de solución de espuma no necesariamente dicta la cantidad total de concentrado de espuma requerida.

Ejemplo: Un tanque de producto Clase II que requiere un flujo de solución de espuma de 1136 L/min (300 gpm) por 30 minutos requeriría 1022 L (270 gal) de concentrado al 3 por ciento. Un tanque de producto Clase I que requiere un caudal de solución de espuma de 946 L/min (250 gpm) por 55 minutos requeriría 1563 L (412.5 gal) de concentrado al 3 por ciento.

A.4.3.2.4.1 Como muchos sistemas podrían o no ser operados por períodos largos después de su instalación, la elección de las condiciones de almacenamiento y métodos de mantenimiento adecuados determinan en alto grado la confiabilidad y el grado de excelencia de la operación del sistema cuando se pone en servicio.

A.4.3.2.4.2 Los concentrados de espuma están expuestos a congelación y deterioro debido al almacenamiento prolongado a temperaturas altas. La temperatura de almacenamiento debería ser monitoreada para garantizar que no se excedan los límites de temperatura estipulados. Estos pueden almacenarse en los recipientes en los que se transportan o se pueden transferir a grandes tanques de almacenamiento volumétrico, dependiendo de los requerimientos del sistema. La localización de los envases de almacenamiento requiere consideración especial para protegerlos contra el deterioro exterior por oxidación y otras causas. Los envases de almacenamiento volumétrico también requieren consideraciones especiales de diseño para minimizar la superficie líquida en contacto con el aire.

A.4.4.1.1 Con frecuencia se encuentran compatibles diferentes marcas del mismo tipo de concentrado de espuma. Sin embargo, antes de mezclar diferentes marcas de concentrados para almacenamiento a largo plazo, se deben hacer evaluaciones para determinar esta compatibilidad. Se deben considerar y evaluar varios parámetros antes de mezclar los concentrados para almacenamiento. Además de la compatibilidad química, uno debe considerar los efectos sobre los equipos y accesorios de dosificación y descarga (Muchos listados y aprobaciones son muy específicos en relación con las presiones de operación, límites de caudal y materiales de construcción de los componentes de equipos). El método de aplicación debe ser el mismo para ambas espumas que se mezclan. El régimen efectivo de aplicación del sistema (densidad) podría tener que cambiarse si uno de los concentrados de espuma

que se están mezclando está listado o aprobado a un régimen de aplicación (densidad) que es mayor que el usado para el diseño inicial. Esto generalmente aplica a espumas resistentes al alcohol ya que sus listados y aprobaciones son muy sensibles al régimen de aplicación.

A.4.4.2 Algunas espumas expandidas no son compatibles con todos los agentes químicos secos.

A.4.6 Las bombas de concentrado de espuma son generalmente de tipo de desplazamiento positivo. Las bombas centrífugas podrían no ser apropiadas para uso con concentrados de espuma que exhiben características de alta viscosidad. Debería consultarse al fabricante del equipo de espuma para guía.

A.4.7.2.1 Las atmósferas corrosivas podrían requerir otros revestimientos.

A.4.7.3.5 Las atmósferas corrosivas podrían requerir otros revestimientos.

A.4.7.4.3 Es preferible la soldadura cuando se puede hacer sin introducir riesgos de incendios.

A.4.7.6 Un área de riesgo generalmente incluye todas las áreas dentro de diques y dentro de una distancia de 15 m (50 pies) de tanques sin diques. Otras áreas que deberían considerarse como áreas de riesgo incluyen las siguientes:

- (1) Sitios a más de 15 m (50 pies) de tanques sin diques, si el declive del terreno permite exposición a escapes o derrames accidentales de líquidos inflamables y combustibles.
- (2) Áreas múltiples extensas donde podrían escaparse accidentalmente líquidos inflamables y combustibles.
- (3) Otras áreas similares.

La presencia de líquidos inflamables o combustibles dentro de líneas de tubería que no tienen potencial de dejar escapar líquidos inflamables o combustibles no debería considerarse como causante de un área de riesgo.

Pueden usarse válvulas de bola para sistemas de proporcionamiento de concentrados de espuma.

A.4.8 Los sistemas básicos consisten de lo siguiente:

Sistemas Fijos: Estos sistemas son instalaciones completas en las que la espuma se lleva al riesgo que se protege por tuberías desde una estación central de espuma, descargando a través de salidas fijas. Todas las bombas requeridas están instaladas permanentemente.

Sistemas Semifijos: Estos sistemas son del tipo en que el riesgo está equipado con salidas fijas de descarga conectadas a una tubería que termina a distancia segura. Las instalaciones de tubería fija podrían o no incluir un generador de espuma. Los materiales necesarios para la producción de espuma son transportados al lugar antes de que empiece el incendio y se conectan a la tubería.

Sistemas Móviles: Estos sistemas incluyen cualquier tipo de unidad generadora de espuma que esté montada sobre ruedas, autopropulsado o remolcado por un vehículo. Estas unidades se pueden conectar a un suministro adecuado de agua o pueden utilizar una solución de espuma premezclada. Para sistemas móviles, ver NFPA 1901, *Norma para Vehículos Automotores de Incendio*.

Estos sistemas son del tipo cuyos equipos y materiales para generación de espuma, mangueras, etc., se transportan manualmente.

A.4.9.2.5 Ver las secciones pertinentes de NFPA 72 * *Código Nacional de Alarmas de Incendio* *

A.4.9.2.6 Ver NFPA 70, *Código Eléctrico Nacional* *, Artículo 500 y otros artículos en el Capítulo 5.

A.5.1 Se han reportado casos donde se creyó que la aplicación de espuma a través de chorros sólidos que se precipitaban dentro del líquido inflamable fue la causa de ignición del incendio que sobrevino. Las igniciones se atribuyeron a las descargas estáticas resultantes del chapoteo o salpicadura y turbulencia. Por lo tanto, cualquier aplicación de espuma a un líquido inflamable no incendiado debe ser lo más suave posible. Los métodos adecuados de aplicación con equipos portátiles podrían incluir un patrón de rocío o represar el chorro de espuma contra un respaldo de manera que la espuma fluya suavemente sobre la superficie del líquido. También, se podría esperar que las cámaras o tanques de espuma fijos debidamente diseñados depositen la espuma con suficiente suavidad y no causen problemas.

Los tanques cubiertos (internos) de techo flotante pueden sufrir dos tipos distintos de incendio: incendio total del área de superficie (como resultado del hundimiento del techo flotante) o un incendio del cierre. Han sucedido pocos incendios en tanques de techo flotante de doble cubierta o tipo pontón cuando los techos fijos y los desfuegos están diseñados de acuerdo con NFPA 30, *Código de Líquidos Inflamables y Combustibles*. Antes de escoger el método de protección, se debe definir el tipo de incendio que servirá como base para el diseño.

Tanques Exteriores de Techo Fijo (Cónico). Dentro del alcance de esta norma, los tanques de techo fijo (cónico) se definen como tanques cilíndricos verticales con un techo fijo diseñado como una sección coniforme y cumplen con las estipulaciones de NFPA 30, *Código de Líquidos Inflamables y Combustibles*. Típicamente, estos tanques tienen una costura débil en la unión del lado vertical y el techo. En caso de una explosión interna, la costura generalmente se abre y el techo se separa dejando el casco intacto para retener el contenido de tanque. El incendio resultante involucra toda la superficie expuesta del producto.

Estos sistemas se usan para protección de procesos y tanques de almacenamiento a intemperie. Incluyen la protección

de riegos en plantas manufactureras igual que en grandes patios de tanques, refinerías de petróleo y plantas químicas. Estos sistemas generalmente están diseñados para operación manual, pero pueden ser automatizados parcial o totalmente. Los sistemas de espuma son la protección preferida para grandes tanques exteriores de líquidos inflamables. (Ver Ilustración A.5.1.)

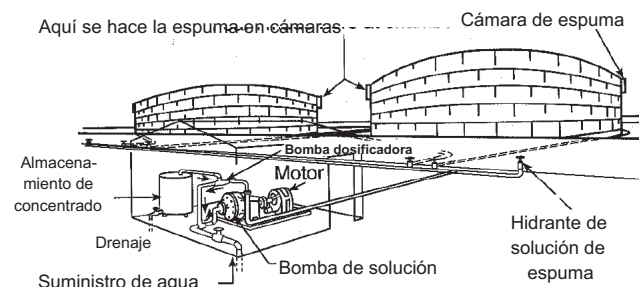


Ilustración A.5.1 Distribución Esquemática de Protección de Espuma Aireada para Tanques de Almacenamiento.

A.5.2.3 Los requisitos provistos en esta sección se basan en extrapolaciones de experiencias de pruebas y en los listados apropiados y reflejan las limitaciones conocidas hasta la fecha.

La espuma puede fallar en sellarse contra el casco del tanque como resultado de la quema libre prolongada anterior a la descarga del agente. Si hay suministros adecuados de agua disponibles, se recomienda el enfriamiento del tanque.

Cuando está involucrada la superficie total del líquido, se han extinguido incendios hasta de 39 m (150 pies) de diámetro con monitores de espuma de gran capacidad. Dependiendo de la interrupción de servicio del tanque de techo fijo y de la intensidad del incendio, la corriente ascendente debida al efecto de chimenea puede impedir que llegue suficiente espuma a la superficie del líquido incendiado para formar una capa. Se debería aplicar espuma de manera continua y uniforme. Preferiblemente, ésta debería dirigirse contra el casco interior del tanque de modo que corra suavemente sobre la superficie líquida incendiada sin sumersión indebida. Esto puede ser difícil de lograr, ya que los vientos adversos, dependiendo de su velocidad y dirección, reducen la efectividad del chorro de espuma. Los incendios en tanques de techo fijo, con el techo roto, que tienen solamente acceso limitado para la aplicación de espuma no se extinguen fácilmente con aplicación con monitor desde el nivel del suelo. Pueden instalarse monitores de espuma fijos para protección de áreas de almacenamiento de tambores o áreas de dique.

A.5.2.4.2.1 El régimen mínimo de aplicación especificado para protección primaria está basado en la suposición de que toda la espuma llegará al área protegida.

Comité Técnico sobre Espuma

Christopher P. Hanauska, Presidente

Hughes Associates, Inc. MD [SE]

V. Frank Bateman, Kidde Fire Fighting, CA [M]
Antonio C. Caro, The RJA Group, Inc., CO [SE]
W. D. Cochran, Verde Environmental, TX [M]
Daniel A. Diehl, State of Alaska, Fire Marshall, AK [E]
Arthur R. Dooley, Jr., Dooley Tackaberry, Inc., TX [IM]
Rep. National Association of Fire Equipment
Distributors Inc.
Robert A. Green, Public Service Electric & Gas Company,
NJ [U]
Rep. Edison Electric Institute
Randall Hendricksen, ChemGuard, Inc., TX [M]
Eldon D. Jackson, The Viking Corporation, MI [M]
Rep. National Fire Sprinkler Association
John A. Krembs, Marsh USA, Inc., IL [I]
Eric LaVergne, Williams Fire and Hazard Control, TX [M]
Robert C. Merritt, FM Global, MA [I]
Edward C. Norman, Aqueous Foam Technology, Inc., PA
[SE]

Keith Olson, Tyco Suppression Systems, WI [M]
Richard E. Ottman, 3M Company, MN [M]
David W. Owen, ExxonMobil Corporation, VA [U]
Rep. American Petroleum Institute
Michael F. Pierson, CSC Advanced Marine, DC [SE]
Fay Purvis, Vector Fire Technology, Inc., PA [SE]
Niall Ramsden, Resource Protection International,
England [SE]
Tom Reser, Edwards Manufacturing, OR [M]
Orville M. Slye, Jr., Loss Control Associates Inc., PA [SE]
Howard L. Vandersall, Lawdon Fire Services, Inc., CA [SE]
Klaus Wahle, U.S. Coast Guard Headquarters, DC [E]
B. J. Walker, Walker & Associates, MO [SE]
David R. Whiting, ARCO Marine, Inc., CA [U]
Michael Williams, Ultramar Canada, Ltd., Canada [U]
Rep. NFPA Industrial Fire Protection Section
Kenneth W. Zastrow, Underwriters Laboratories, Inc., IL
[RT]

Suplentes

Randall Eberly, U. S. Coast Guard Headquarters, DC [E]
(Sup. de K. Wahle)
Kevin P. Kuntz, Marsh USA, Inc., NJ [I]
(Sup. de J. A. Krembs)
Ronald Mahlman, The RJA Group, Inc., CA [M]
(Sup. de A. C. Caro)
Norbert W. Makowka, National Association of Fire
Equipment Distributors, IL [M]
(Sup. de A.R. Dooley)
Emil W. Misichko, Underwriters Laboratories, Inc., IL
[RT]
(Sup. de K. W. Zastrow)

Paul E. Rivers, 3M Company, MN [M]
(Sup. de R. E. Ottman)
Joseph L. Scheffey, Hughes Associates, Inc., MD [SE]
(Sup. de C. P. Hanauska)
Clark D. Shepard, Exxon Mobil Corporation, VA [U]
(Sup. de D. W. Owen)
Steven F. Vieira, Simplex Grinnel, RI [M]
(Sup. de K. Olson)

Sin Voto

Richard F. Murphy, Cranford, NJ [SE]
(Miembro Emérito)

David R. Hague, NFPA Staff Liaison

Alcance del Comité: Este Comité tendrá responsabilidad primaria de los documentos sobre la instalación, mantenimiento y uso de sistemas de espuma para protección de incendios, incluyendo los chorros de manguera de espuma.

Esta lista representa la membresía en el momento de votación de los Comités sobre el texto final de esta edición. Desde entonces, pueden haber ocurrido cambios en la membresía. La clave de las clasificaciones se encuentra al reverso del documento.

NOTA: El pertenecer a un Comité no constituye por sí mismo el endoso de la Asociación o de cualquier documento desarrollado por el Comité en el cual sirve el miembro.

A.5.2.4.2.2 Cuando se desea protección para hidrocarburos que tengan un punto de inflamación mayor de 93.3°C (200°F), debería usarse un tiempo mínimo de descarga de 35 minutos.

A.5.2.4.3 Cuando se usan algunos tipos antiguos de concentrado de espuma, se debe tener en cuenta el tiempo de tránsito de la solución. El tiempo de tránsito de la solución (ej, el tiempo transcurrido entre la inyección del concentrado de espuma en el agua y la inducción de aire) podría ser limitado, dependiendo de las características del concentrado de espuma, la temperatura del agua, y la naturaleza del riesgo protegido. El tiempo máximo de tránsito de la solución de cada instalación debería estar dentro de los límites establecidos por el fabricante.

A.5.2.4.3.1 Generalmente, las espumas resistentes al alcohol pueden aplicarse eficazmente a través de un monitor de espuma o chorros de manguera de espuma para incendios de derrames de estos líquidos cuando la profundidad del líquido no excede 25.4 mm (1 pulg).

A.5.2.4.3.2 Si la aplicación resulta en sumersión de la espuma, el desempeño de las espumas resistentes al alcohol se deteriora significativamente, especialmente cuando hay una profundidad substancial de combustible. El grado de deterioro del desempeño depende del grado de solubilidad del combustible en el agua (ej, a más soluble, mayor el deterioro).

A.5.2.5.1 Para esta aplicación, las salidas de descarga son comúnmente llamadas cámaras de espuma. La mayoría de las cámaras de espuma son de salida de descarga de diseño Tipo II, ya que son normalmente adecuadas para usar con espumas modernas.

A.5.2.5.2.1 Se recomienda que, para tanque de diámetro mayor de 60 m (200 pies), se debería añadir por lo menos una salida de descarga adicional por cada 465 m (5000 pies) o fracción adicional de superficie líquida. Como hay experiencia limitada con aplicación de espuma a incendios de tanques de techo fijo de diámetro mayor de 42 m (140 pies), los requisitos para protección de espuma de estos tanques están basados en la extrapolación de datos de extinciones exitosas en tanques menores. Las pruebas han demostrado que la espuma puede propagarse efectivamente a través de por lo menos 30 m (100 pies) de superficie de líquido incendiado. En tanques de techo fijo de más de 60 m (200 pies) de diámetro, se puede usar inyección subsuperficial para reducir las distancias de propagación, pero solo para tanques de hidrocarburos.

A menos que se utilice la inyección subsuperficial de espuma, debería instalarse una conexión de bridas debidamente dimensionada en todos los tanques de almacenamiento de presión atmosférica, sin importar el servicio deseado actual, para facilitar la futura instalación de una salida de descarga aprobada si un cambio en el servicio requiriese dicha instalación. Las Ilustraciones A.5.2.5.2.1(a) y A.5.2.5.2.1(b) son salidas típicas de descarga de espuma o cámaras de espuma.

A.5.2.5.2.2 Cuando se desea protección para hidrocarburos con un punto de inflamación por encima de 93.3°C (200°F),

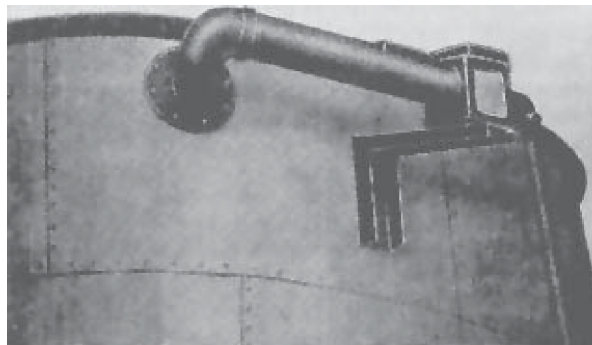


Ilustración A.5.2.5.2.1(a) Productor de Espuma de Aire en Posición Horizontal en el Tope del Tanque de Almacenamiento.

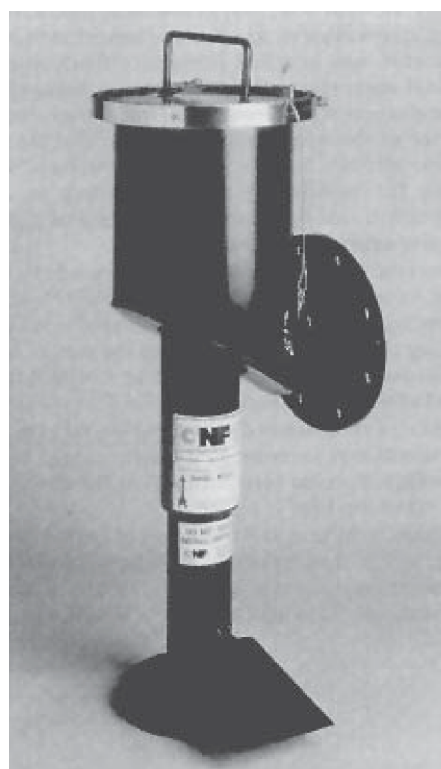


Ilustración A.5.2.5.2.1(b) Cámara de Espuma y Formador de Espuma.

debería usarse un tiempo mínimo de 15 minutos para salidas Tipo I y 25 minutos para salidas Tipo II.

A.5.2.5.3 El sistema debería estar diseñado basado en el combate de incendio en más de un tanque al tiempo. El régimen de aplicación para el cual está diseñado el sistema debería ser el régimen calculado para el tanque protegido considerando tanto el área de superficie del líquido como el tipo de líquido inflamable almacenado.

Ejemplo: La instalación contiene un tanque de 12.2 m (40 pies) de diámetro que almacena alcohol etílico y un tanque de 10.7 m (35 pies) de diámetro que almacena éter isopropílico.

La superficie líquida de un tanque de 12.2 m (40 pies) de diámetro es igual a 116.8 m² (1257 pies²).

Asumiendo que la densidad de aplicación de solución para el alcohol etílico es 4.1 L/min-m² (0.1 gpm/pie²), entonces 1257 gpm/pie² \times 0.1 = 477 L/min (126 gpm).

El área de superficie líquida de un tanque de 10.7 m (35 pies) de diámetro es 89.4 m² (962 pies²).

Asumiendo que el régimen de disolución del éter isopropílico es 6.1 L/min-m² (0.15 gpm/pie²), entonces 962 pies² \times 0.15 gpm/pie² = 144 gpm.

Para unidades SI: régimen de aplicación de solución = 89.4 \times 6.1 = 545 L/min

En este ejemplo, los tanques más pequeños que almacenan el producto más volátil requieren la mayor capacidad de generación de espuma. En la aplicación de este requisito se debe dar debida consideración a la futura posibilidad de cambio a un servicio más peligroso que requiera mayores regímenes de aplicación.

Los disolventes semi-elaborados o aquellos de graduación técnica pueden contener cantidades de impurezas o diluyentes. El régimen adecuado de aplicación para éstos, lo mismo que para disolventes mezclados, debe escogerse considerando las propiedades de disgregación o rompimiento de la espuma de la mezcla.

A.5.2.5.3.2 Los sistemas que usan estas espumas requieren consideraciones especiales de ingeniería.

A.5.2.6.1 La experiencia en combate de incendios de tanques de almacenamiento de combustibles ha demostrado que los principales problemas son operacionales (ej, dificultad en aplicar la espuma a la superficie del combustible de manera relativamente suave a un régimen de aplicación suficiente para efectuar la extinción). Un sistema subsuperficial de espuma debidamente concebido ofrece las ventajas potenciales de menor probabilidad de ruptura del equipo generador de espuma como resultado de una explosión inicial del tanque o la presencia de un incendio alrededor del tanque, y la capacidad de conducir las operaciones a distancia segura del tanque. Así se aumenta la capacidad de establecer y mantener un régimen adecuado de aplicación de espuma. Se recomiendan las siguientes pautas en relación con el combate de incendios.

Después de hacer las conexiones de succión necesarias al suministro de agua y las conexiones del generador de espuma a las líneas de espuma, se deberían iniciar las operaciones de bombeo de espuma abriendo simultáneamente las válvulas bloqueadoras para permitir la iniciación del flujo de espuma hacia el tanque. La presión de la solución debería incrementarse y mantenerse a la presión nominal.

Cuando la espuma llega a la superficie del líquido incendiado, puede haber un aumento momentáneo en intensidad causado por la acción mecánica de formación de vapor cuando la primera espuma hace contacto con el calor del incendio.

La reducción inicial de las llamas y el calor es entonces generalmente bastante rápida, y ocurrirá una reducción gradual de la altura e intensidad de las llamas a medida que la espuma se acerca al casco de tanque y sobre las áreas turbulentas en los puntos de inyección de la espuma. Si hay suficiente suministro de agua disponible, el enfriamiento del casco del tanque sobre y en el nivel superior del líquido, mejorará la extinción y debería usarse. Se debe tener cuidado de no dirigir los chorros de agua dentro del tanque donde podrían romper la capa de espuma establecida.

Después que el incendio haya sido extinguido substancialmente por la espuma, puede quedar algún fuego sobre el punto de inyección. Con puntos de inflamación por debajo de 37.8°C (100°F) (líquidos Clase IB y Clase IC), el incendio sobre el área turbulenta continuará hasta que esté cubierta adecuadamente con espuma. Con la gasolina y líquidos equivalentes, cuando el incendio queda solamente sobre el área de inyección, deberían usarse inyecciones intermitentes para que la espuma retroceda cubriendo el área durante el tiempo que está detenida la inyección de espuma. Dependiendo de las circunstancias locales, podría ser posible extinguir cualquier llama residual sobre el área de turbulencia con equipo portátil en lugar de continuar el régimen de aplicación relativamente alto a toda el área del tanque.

Si el tanque contiene un líquido incendiado capaz de formar una onda de calor, puede ocurrir una ebullición desbordante por aplicación superior o por inyección subsuperficial de espuma, especialmente si el tanque ha estado incendiado por 10 minutos o más. El desbordamiento puede controlarse por inyección intermitente de espuma o reducción de la presión en la entrada del generador de espuma hasta que cese el desbordamiento. Una vez el desbordamiento se ha calmado, y en el caso de líquidos que no forman onda de calor, la tasa de bombeo debe ser continua.

Las Ilustraciones A.5.2.6.1(a) y A.5.2.6.1(b) muestran la disposición típica de sistemas semifijos superficiales.

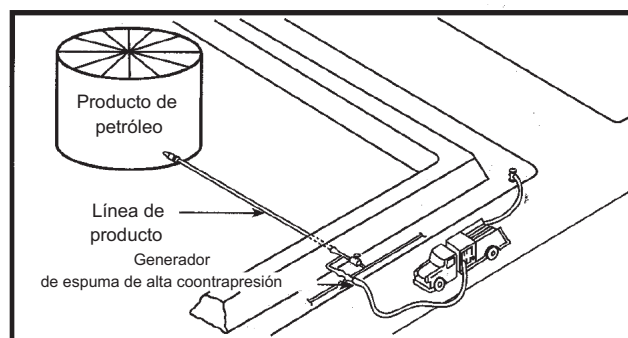


Figura A.5.2.6.1(a) Instalación Semi-fija Subsuerficial de Espuma.

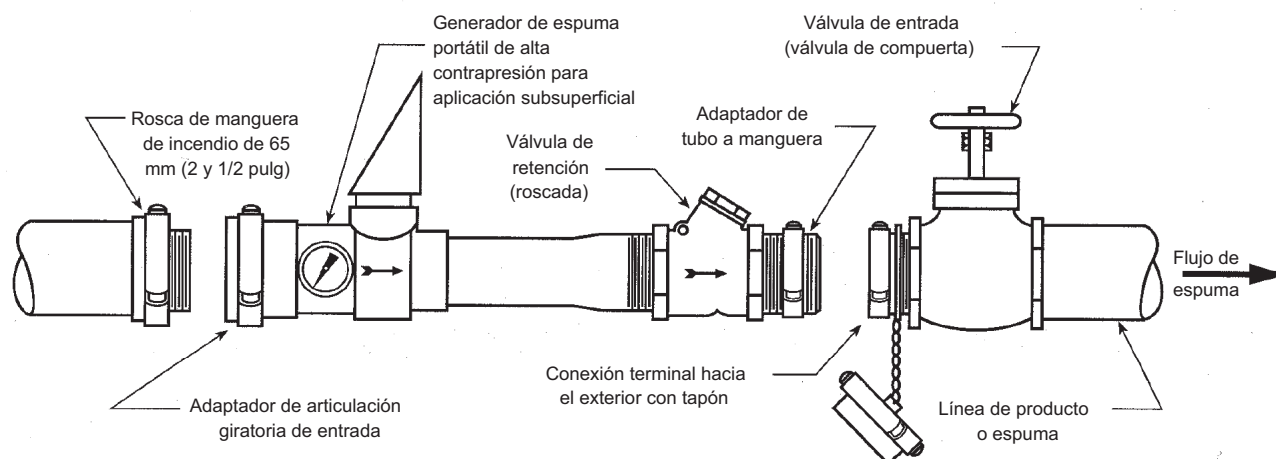


Figura A.5.2.6.1(b) Conexión Típica de Generador Portátil de Alta Contrapresión para Aplicación Subsuperficial en Sistema Semi-fijo.

A.5.2.6.2 Deben usarse las Ilustraciones A.5.2.6.2(a) hasta A.5.2.6.2(c) para determinar la velocidad de la espuma.

La velocidad de la espuma expandida puede también calcularse usando las siguientes fórmulas:

$$\text{Velocidad (pies/seg.)} = \frac{\text{Espuma expandida (gpm)}}{KA}$$

donde:

A = Área de ID del tubo de inyección (pies

K = constante 449

gpm = galones por minuto

$$V = \frac{\text{Espuma expandida gpm}}{d} \times 0.4085$$

donde:

d = ID (diámetro interno) de la tubería (pulg)

En sistema métrico:

$$\text{Velocidad (m/seg)} = \frac{\text{L/min espuma}}{d} \times 21.22$$

donde:

d = ID (diámetro interno) de la tubería (mm)

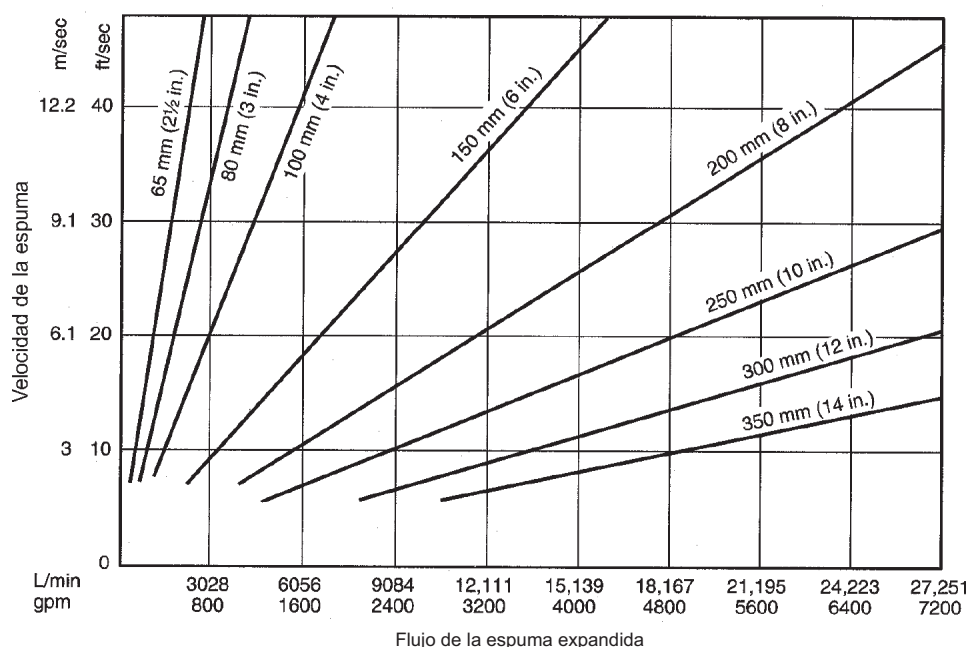


Ilustración A.5.2.6.2(a) Velocidad de la Espuma versus Diámetro de la Tubería (2y1/2, 3, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 pulgadas) — Tubería Estándar Cédula 40.

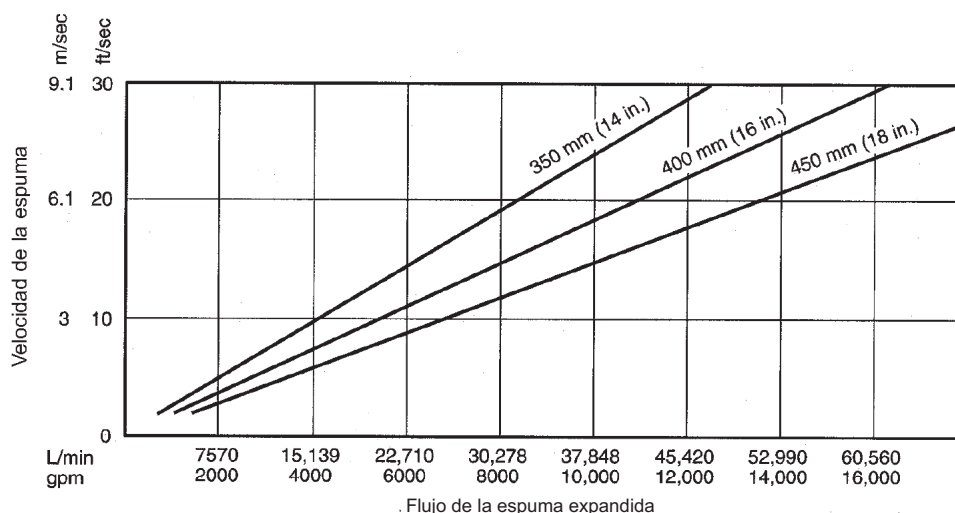


Ilustración A.5.6.2.(b) Velocidad de la Espuma versus Diámetro de la Tubería (14, 16 y 18 pulgadas) – Tubería Estándar Cédula

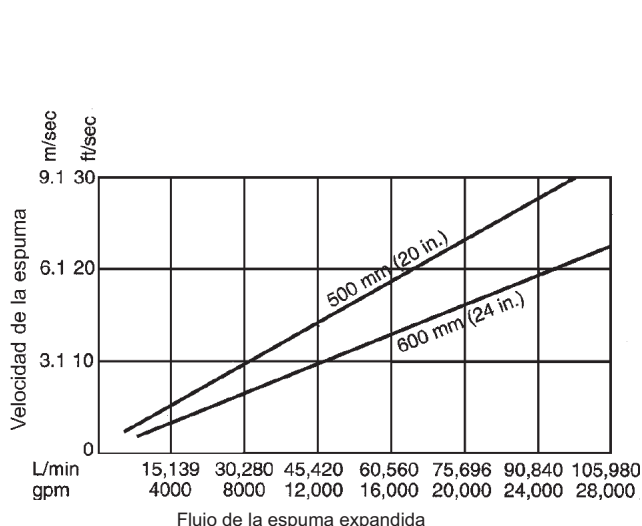


Ilustración A.5.2.6.2(c) Velocidad de la Espuma versus Diámetro de la Tubería (20 y 24 pulgadas) — Tubería Estándar Cédula 40.

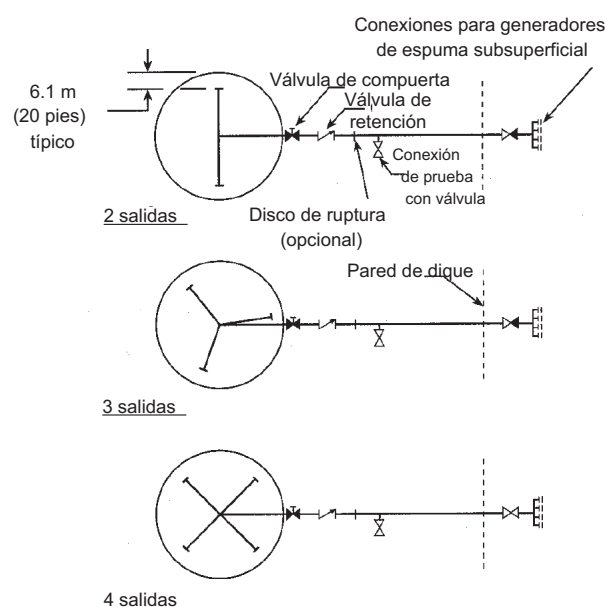


Ilustración A.5.2.6.2(d) Distribución Típica de Sistema Subsuperficial Fijo.

La Ilustración A.5.2.6.2(d) muestra los arreglos opcionales para salidas múltiples de descarga subsuperficial.

A.5.2.6.3 La Ilustración A.5.2.6.3 muestra una conexión típica de entrada de espuma al tanque.

A.5.2.6.3.1 Los hidrocarburos líquidos que contienen productos destructores de la espuma podrían requerir regímenes de aplicación más altos. Algunas espumas podrían fallar en la extinción de incendios de gasolinas que contienen

oxigenados cuando usan descarga subsuperficial a la rata o densidad requerida usualmente.

Las características óptimas de espuma fluoroproteica, AFFP y FFFP para fines de inyección subsuperficial deberían tener relaciones de expansión entre 2 y 4. [Ver Ilustraciones A.5.2.6.3.1(a) y A.5.2.6.3.1(b).]

A.5.2.6.4 La contrapresión consiste en la carga estática del líquido en el tanque más las pérdidas por fricción de la tubería

entre el generador de espuma y la entrada de espuma al tanque. Las curvas de pérdida por fricción (Ver Ilustraciones A.5.2.6.4(a) y A.5.2.6.4(b)) están basadas en una expansión máxima de espuma de 4, que es el valor a usar para los cálculos de pérdida por fricción y velocidad de entrada.

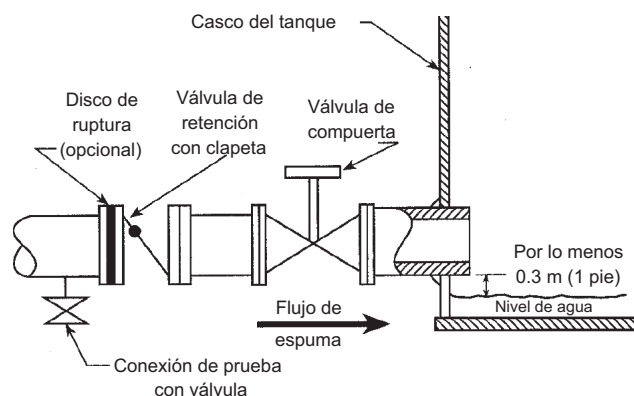


Ilustración A.5.2.6.3 Conexión Típica de un Generador de Espuma en un Tanque para Inyección Subsuperficial.

A.5.2.6.5.2 Los hidrocarburos líquidos que contienen productos destructores de espuma podrían requerir regímenes de aplicación más altos. Algunas espumas podrían fallar en la extinción de incendios de gasolinas que contienen oxigenados cuando usan descarga subsuperficial a la velocidad requerida usualmente.

A.5.2.7 Esta sección describe los criterios de diseño de sistemas usados para aplicar espuma a la superficie de tanques de almacenamiento de techo fijo (cónico) por medio de una manguera flexible que se eleva desde la base del tanque. Se deberían seguir las recomendaciones del fabricante para el diseño e instalación de estos sistemas. (Para distribución del Sistema Semi-subsuperficial, ver Ilustración A.5.2.7).

Estos sistemas no se consideran apropiados para tanques de techo flotante con o sin un techo fijo porque el techo flotante impide la distribución de la espuma. La manguera flexible de suministro de espuma está contenida usualmente en una caja sellada y está conectada a un generador externo de espuma capaz de funcionar contra la carga máxima de presión del producto. Cuando se pone en funcionamiento, la manguera sale de la caja, sube y flota en la superficie como consecuencia de la flotabilidad de la espuma. La espuma entonces se descarga directamente sobre la superficie del líquido a través del extremo abierto de la manguera.

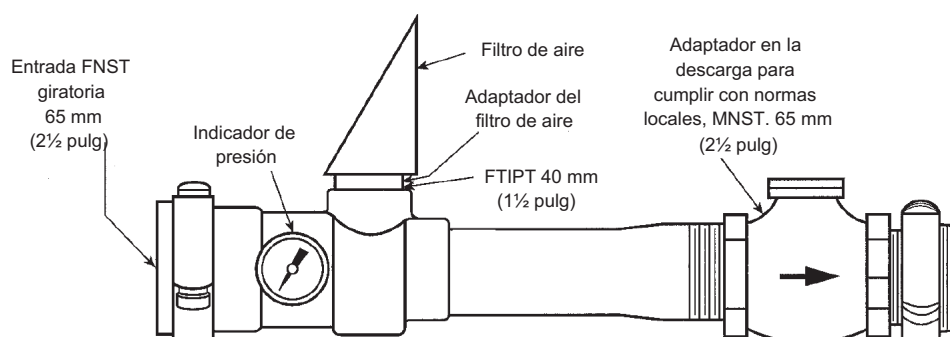


Ilustración A.5.2.6.3.1(a) Generador de Espuma Portátil de Alta Contrapresión para Sistemas Semifijos.

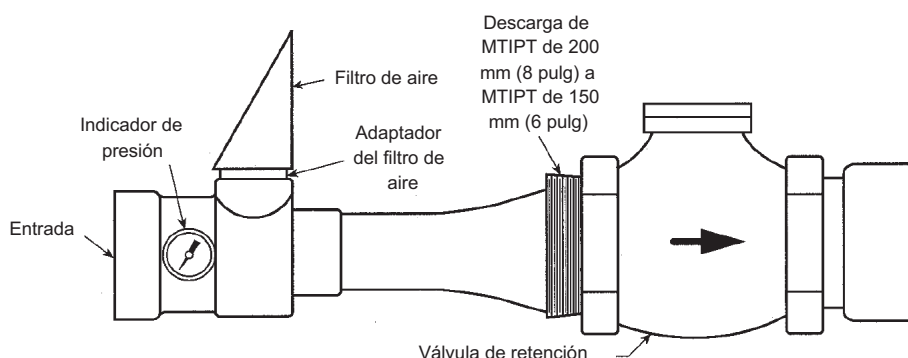


Ilustración A.5.2.6.3.1(b) Generador de Espuma de Alta Contrapresión para Sistemas Fijos.

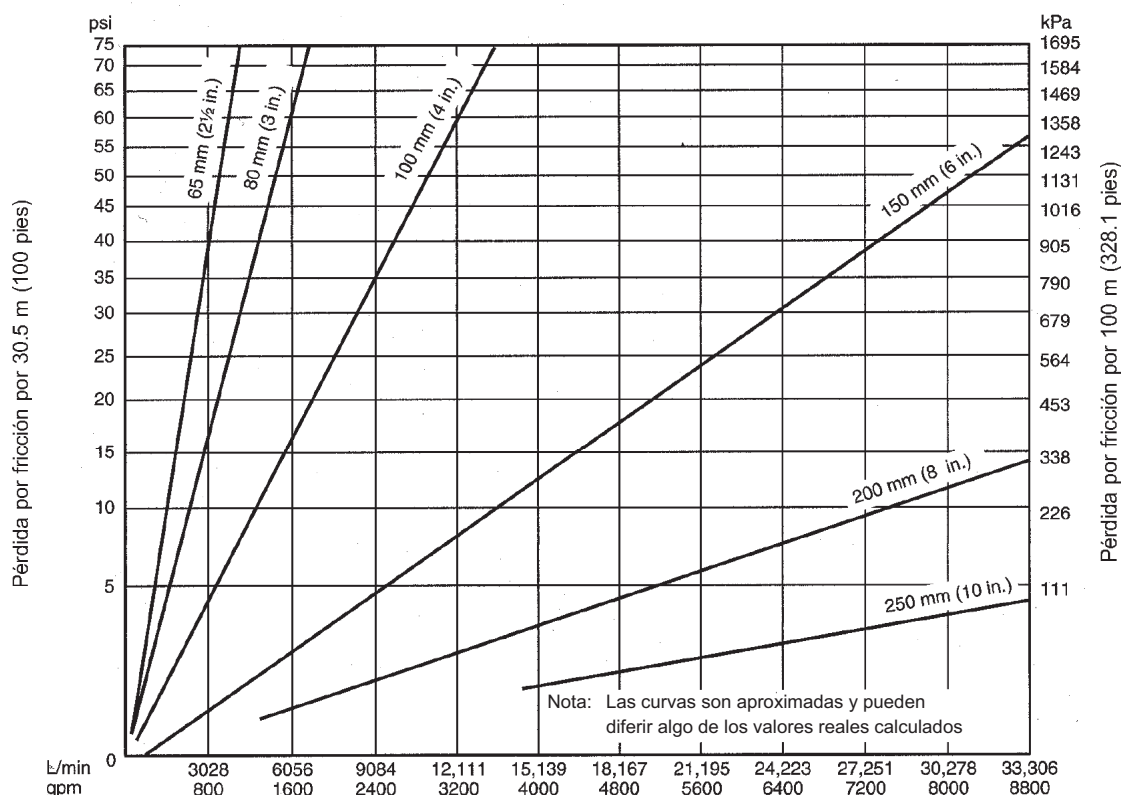


Ilustración A.5.2.6.4(a) Pérdidas de Fricción por la Espuma – Expansión 4 (2y1/2, 3, 4, 6, 8 y 10 pulgadas) – Tubería Estándar Cédula 40.

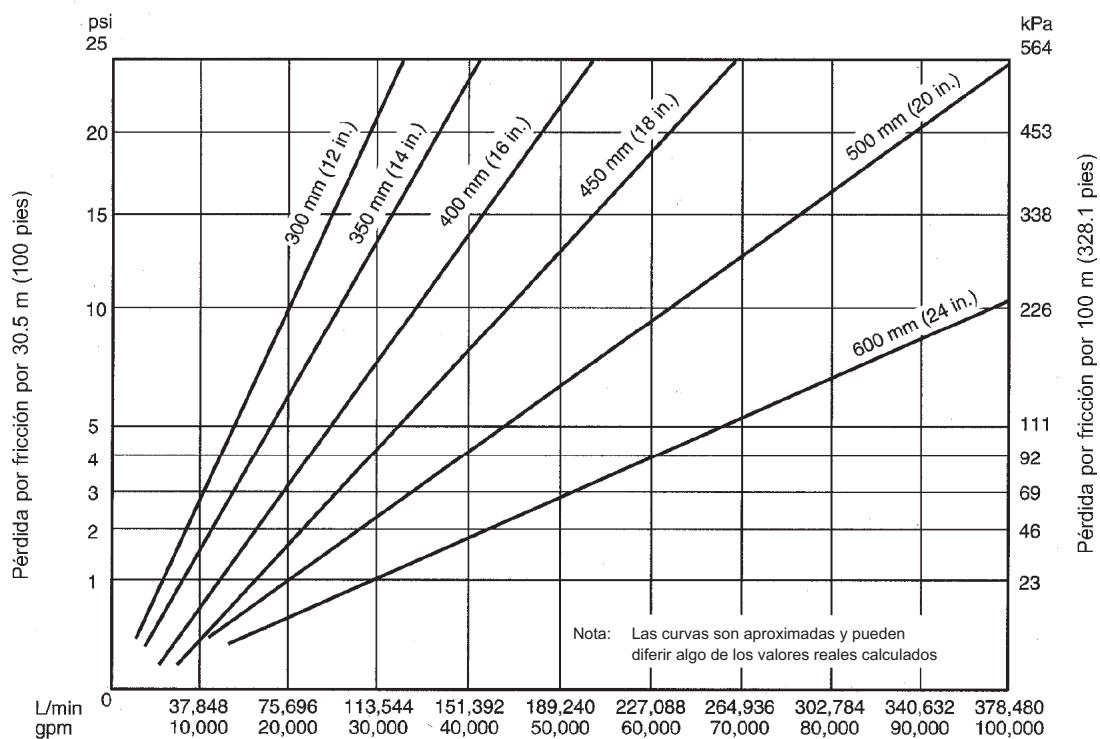


Ilustración A.5.2.6.4(b) Pérdidas de Espuma por Fricción – Expansión 4 (12, 14, 16, 18, 20 y 24 pulgadas) – Tubería Estándar Cédula 40.

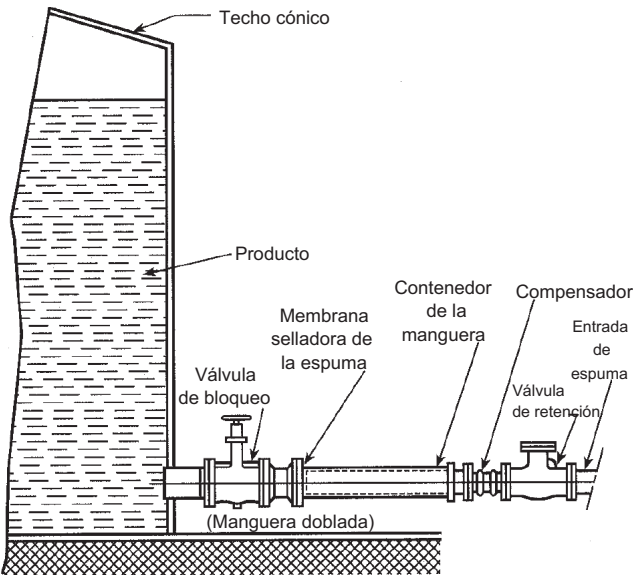


Ilustración A.5.2.7 Disposiciones de Sistemas Sub-superficiales.

Se deben tener en cuenta los siguientes factores cuando se vaya a seleccionar este tipo de sistema:

- (1) La salida total de espuma debería llegar hasta la superficie del líquido incendiado.
- (2) Con tanques grandes, las unidades semi-subsuperficiales se pueden disponer para producir una distribución uniforme sobre la superficie del combustible.
- (3) Puede usarse cualquier tipo de concentrado adecuado para la aplicación suave al combustible particular.
- (4) El equipo de generación de espuma y el personal operativo puede situarse a distancia del incendio.
- (5) El sistema puede usarse para protección contra los líquidos destructores de espuma, siempre que la manguera flexible no sea afectada por ellos.
- (6) Ciertos combustibles de alta viscosidad podrían no ser adecuados para la protección de este tipo de sistemas.
- (7) No hay circulación del combustible frío y, por lo tanto, no hay ayuda en la extinción.
- (8) El sistema puede ser difícil de revisar, probar y mantener.
- (9) El generador de espuma de alta contrapresión tiene que producir espuma a una presión suficiente para superar la presión de carga del combustible lo mismo que todas las pérdidas por fricción en las tuberías de espuma. Las pérdidas por fricción con espuma difieren de otras con solución de espuma.

Los regímenes de aplicación nominales y tiempos de descarga para hidrocarburos son típicamente los mismos que para sistemas Tipo II de aplicación desde el tope [ej. 4.1 L/min·m

(0.1 gpm/pie)]. Debe consultarse a los fabricantes para los regímenes de aplicación apropiados y recomendaciones de diseño a seguirse para la protección de productos que requieren el uso de espumas resistentes al alcohol.

La duración de la descarga debe ser de acuerdo con la Tabla A.5.2.7(a).

Las unidades de espuma semi-subsuperficial debe estar uniformemente espaciadas, y el número de unidades debería ser de acuerdo con la Tabla A.5.2.7(b).

Tabla A.5.2.7(a) Duración de Descarga para Sistemas Semi-subsuperficiales

Producto de Espuma Almacenado	Mínimo por TipoTiempo de Descarga (minutos)
Hidrocarburos con punto de inflamación por debajo de 37.8°C (100°F)	Proteína, AFFF, proteína fluórica, FFFP, y AFFF o FFFP resistentes al alcohol Todas las espumas
Punto de inflamación a o por encima de 37.8°C (100°F)	
Líquidos que requieren espumas resistentes al alcohol	Espumas resistentes al alcohol

Tabla A.5.2.7(b) Número Mínimo de Unidades Subsuperficiales

Diámetro del Tanque		Número Mínimo de Unidades Subsuperficiales
metros	pies	
Hasta 24	Hasta 80	
Más de 24 a 36	Más 80 a 120	
Más de 36 a 42	Más de 120 a 140	
Más de 42 a 48	Más de 140 a 160	
Más de 48 a 54	Más de 160 a 180	
Más de 54 a 60	Más de 180 a 200	
Más de 60	Más de 200	
		Más una salida por cada 465 m (5000 pies) de área adicional

Cada unidad semi-subsuperficial debería estar asegurada con soportes de tubería adecuados para la aplicación deseada y para montaje a través de la pared del tanque. Para evitar la filtración del producto, se recomienda montar una válvula de retención en el punto de entrada de espuma adyacente a la pared del tanque en cada unidad.

A.5.3 Dentro del alcance de esta norma, los tanques de techo flotante y tope abierto se definen como tanques cilíndricos verticales sin techo fijo que tienen doble plataforma o cubierta o techos flotantes tipo pontón y están contruidos de acuerdo con los requisitos de NFPA 30, *Código de Líquidos Inflamables o Combustibles*. El cierre puede ser un cierre mecánico de zapata o cierre de tubo. El sello de tubo puede estar equipado con un protector de intemperie metálico. Se pueden instalar también cierres secundarios de materiales combustibles o incombustibles.

A.5.3.3 Los tanques de techo flotante y tope abierto pueden experimentar dos tipos distintos de incendios: un incendio del cierre o un incendio del área total de la superficie (como consecuencia del hundimiento del techo flotante). La experiencia demuestra que el tipo más frecuente de incendio involucra solamente el cierre del techo flotante del tanque. Antes de escoger el método de protección, debería definirse el tipo de incendio que servirá como base para el diseño. (Para requisitos de protección de incendios, véase NFPA 30, *Código de Líquidos Inflamables y Combustibles*)

La mayoría de los incendios en tanques de techo flotante de tope abierto ocurre en las áreas de cierre, y estos incendios se pueden extinguir con los sistemas de espuma descritos en el Capítulo 5. Sin embargo, algunos incendios involucran el área total de superficie cuando el techo se hunde. Estos incendios son muy poco frecuentes y normalmente no justifican un sistema fijo para proteger este riesgo. Se debería hacer planes para combatir los incendios de superficie total en un tanque de techo flotante con equipo portátil o móvil. Actualmente hay boquillas monitoras de espuma de gran capacidad con capacidades hasta de 22.712 L/min (6000 gpm) disponibles. Si los dispositivos de dosificación de espuma no están provistos con monitores de espuma, se podrían requerir camiones adicionales de dosificación de espuma por medio de ayuda mutua. Generalmente, el número de camiones de dosificación de espuma disponibles en cualquier sitio no es suficiente para combatir un incendio repentino por hundimiento de techo flotante, y se requiere ayuda externa.

Generalmente, los sistemas de agua para incendios disponibles en áreas de tanques de techo flotante no están diseñados para combatir un incendio de superficie total, así que se necesita agua adicional. Por lo tanto, podría requerirse bombeo de relevo con bombas de agua municipales o de ayuda mutua para obtener suficiente agua para la generación de espuma.

Otro aspecto a considerar es la cantidad de concentrado de espuma disponible. El régimen de aplicación de espuma de

6.5 L/min·m (0.16 gpm) del área de superficie relacionado en el Capítulo 5 podría tener que incrementarse para tanques muy grandes. Por lo tanto, debería establecerse antes del incendio la cantidad de concentrado de espuma disponible a través de la ayuda mutua. En algunos casos, puede ser necesario aumentar el almacenamiento de espuma en el lugar si los suministros de ayuda mutua son limitados.

Si se decide combatir el incendio en un tanque con el techo hundido en lugar de proteger las instalaciones adyacentes y permitir la quema controlada, el aspecto más importante es planear y hacer simulacros con anticipación. La coordinación de los esfuerzos de muchas organizaciones diferentes y de las varias operaciones requeridas para combatir incendios potencialmente catastróficos requiere planes bien desarrollados y mucha práctica.

A.5.3.4.3 Los requerimientos dados en esta sección están basados en extrapolación de experiencias en pruebas, los correspondientes listados y reflejan las limitaciones conocidas hasta el momento.

Las espumas pueden fallar al sellar contra el casco del tanque como resultado de la quema libre prolongada anterior a la descarga del agente. Si hay suficientes suministros de agua disponibles, se recomienda el enfriamiento del casco del tanque.

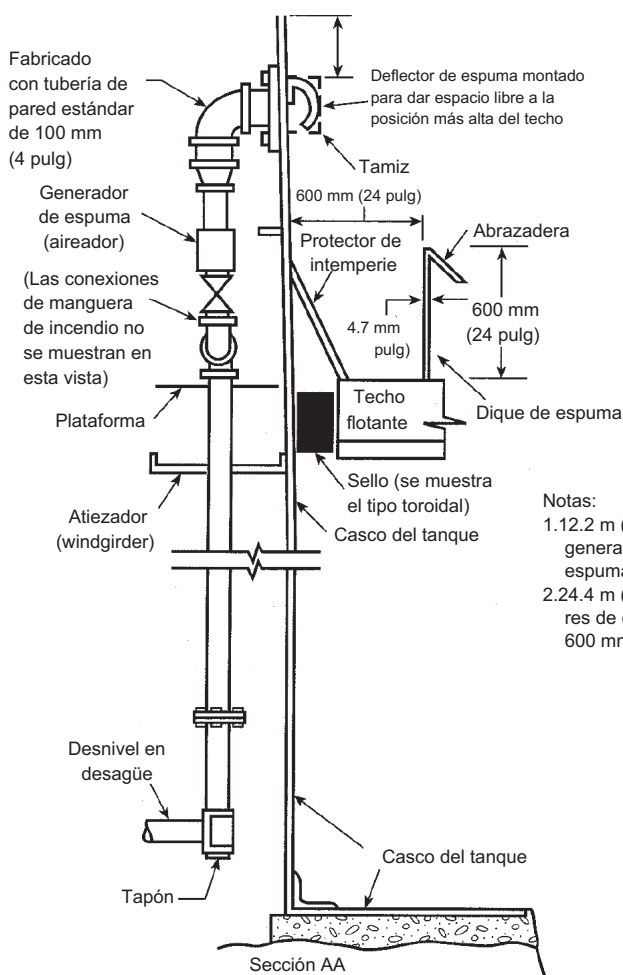
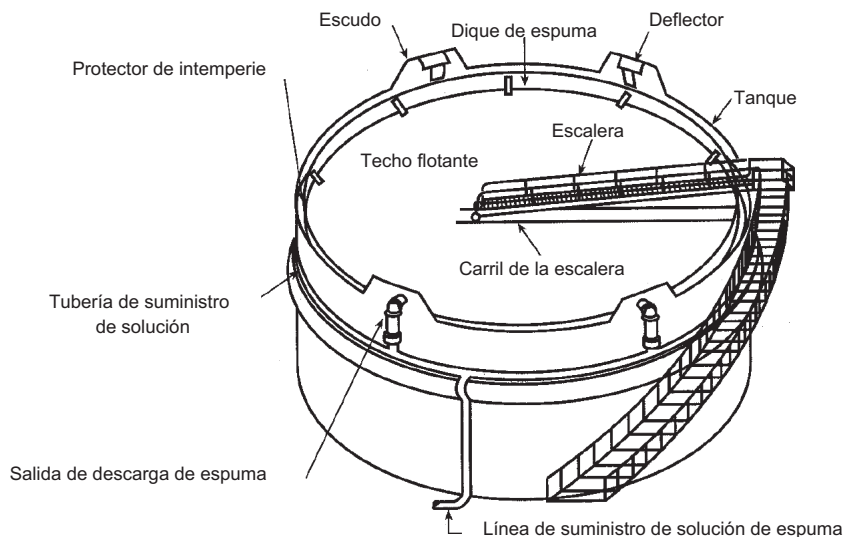
A.5.3.5.2 Ver Ilustraciones A.5.3.5.2.3(a) y Figura A.5.3.5.2.3(b).

A.5.3.5.2.3 Como todas las salidas de descarga están alimentadas desde una tubería común (anillos) de suministro de solución de espuma, algunos dispositivos de cierre de vapor podrían no romperse debido a las variaciones de presión al activar el sistema. [Ver Ilustraciones A.5.3.5.2.3(a) y A.5.3.5.2.3(b)]

A.5.3.5.4.5 Véase Ilustración 5.3.5.4.5.

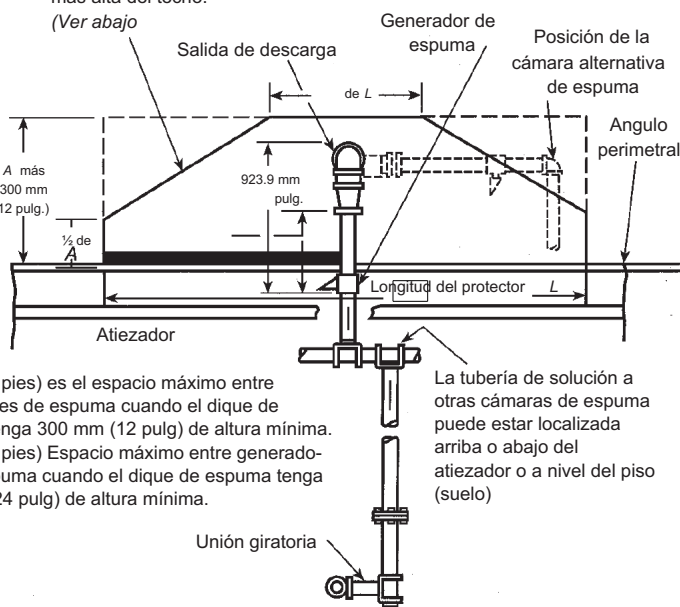
A.5.3.6 El uso de líneas de mangueras de espuma para la extinción de incendios de sellos debería limitarse a tanques de techo flotante de tope abierto de menos de 76.2 m (250 pies) de diámetro. La siguiente información de diseño aplica a métodos de protección con mangueras de espuma:

- (1) Debería instalarse una represa de espuma de acuerdo a
- (2) Para establecer una base segura para operación en el tope del tanque, debería instalarse una salida fija sencilla de descarga de espuma al tope de las escaleras. Esta salida fija de descarga de espuma tiene por objeto proveer cobertura del área de cierre para aproximadamente 12.2 m (40 pies) a ambos lados del tope de las escaleras.
- (3) La salida fija de descarga de espuma debería estar diseñada para descargar por lo menos 189.3 L/min (50 gpm).
- (4) Para permitir el uso de las mangueras de espuma desde el anillo atezador (wind girder) deberían proveerse dos co-



La pantalla (salpicador) de hoja de acero puede ser rectangular o cortado como se muestra, montado sobre el caso reforzado con soportes adecuados. Las dimensiones mínimas dependen del espacio libre que se necesite entre el deflector de la cámara de espuma y la posición más alta del techo.

(Ver abajo)



Notas:

1. 12.2 m (40 pies) es el espacio máximo entre generadores de espuma cuando el dique de espuma tenga 300 mm (12 pulg) de altura mínima.
2. 24.4 m (80 pies) Espacio máximo entre generadores de espuma cuando el dique de espuma tenga 600 mm (24 pulg) de altura mínima.

La tubería de solución a otras cámaras de espuma puede estar localizada arriba o abajo del atiezador o a nivel del piso (suelo)

La dimensión A es la altura de la abertura de la cámara sobre el borde más alto del casco del tanque. La altura mínima debe dejar un espacio libre desde la posición más alta del techo flotante.

Dimensión A (m)	Dimensión L (m)
0.6 m (2 pies)	3 m (10 pies)
0.9 m (3 pies)	3.7 m (12 pies)
1.2 m (4 pies)	4.3 m (14 pies)

Ilustración A.5.3.5.2.3(a) Placa Típica Salpicadora de la Espuma para Dispositivos Montados sobre el Tope del Casco.

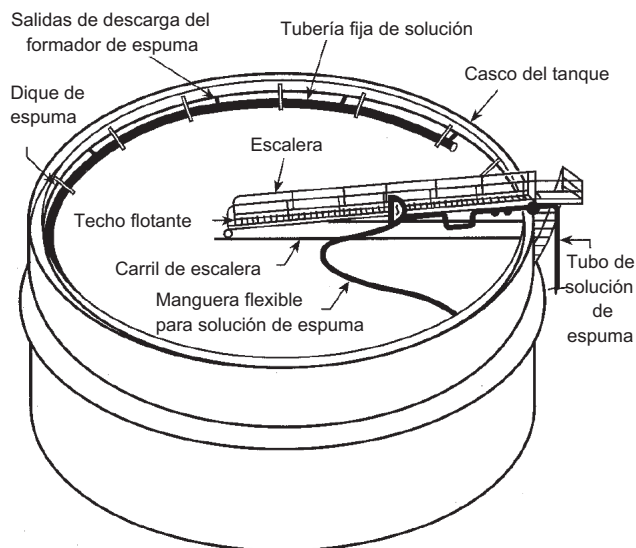


Ilustración A.5.3.5.2.3(b) Salidas Fijas de Descarga de Espuma Montadas en la Periferia del Techo Flotante.

nexiones de manguera con válvula de 38.1 mm (1.5 pulg) de diámetro al tope de las escaleras de acuerdo a la Ilustración A.5.3.6.

El anillo o faja atezadora debería tener una baranda para seguridad de los bomberos (Véase Ilustración A.5.3.6)

A.5.4 Dentro del alcance de esta norma, los tanques de techo flotante cubiertos (internos) se definen como tanque cilíndricos verticales con un techo fijo de metal (cónico o cúpula geodésica) equipado con ventilación al tope y que contiene un techo flotante de cubierta doble o tipo pontón o una cubierta metálica flotante sostenida por dispositivos impermeables de flotación metálicos. Estos están contruidos de acuerdo con las estipulaciones de NFPA 30, *Código de Líquidos Inflamables y Combustibles*. (Ver Ilustración 5.4)

A.5.4.2.2.4 El riesgo que requiera el régimen mayor de caudal de solución de espuma no necesariamente dicta la cantidad total de concentrado de espuma requerida.

Limitaciones. Los requisitos dados en esta sección se basan en extrapolaciones de experiencias de pruebas y los listados correspondientes y reflejan las limitaciones conocidas hasta el momento.

Las espuma puede fallar en cerrarse contra el casco del tanque como resultado de una quema libre prolongada anterior a la descarga del agente. Si hay suficientes suministros de agua disponibles, se recomienda el enfriamiento del casco del tanque.

A.5.5.1 Para otros tipos de riesgos interiores, ver las estipulaciones de criterio de diseño de NFPA 16, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores de Espuma-Agua y Pulverización de Espuma*.

A.5.5.4.1 Los sistemas que usan estas espumas requieren consideraciones de ingeniería especiales.

A.5.6 Para minimizar la pérdida de vidas y propiedad, debería tenerse en cuenta la automatización de los sistemas de espuma que protegen el soporte de carga del camión. La NFPA 16, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores de Espuma-Agua y Pulverizadores de Espuma-Agua*, indica que «debe proveerse medios de operación automática y complementada por desconexión manual».

Puede proveerse operación manual solamente cuando es aceptable para la autoridad competente.

Hay dos métodos de automatizar los sistemas de monitores de espuma para esta aplicación:

- (1) Detección y activación completamente automática (para criterio de diseño, ver las secciones pertinentes de NFPA *Código Nacional de Alarmas de Incendio*)
- (2) Activación de estaciones de botón pulsador u otros medios de puesta en marcha.

La velocidad de operación del sistema es siempre decisiva para minimizar las pérdidas de vidas y propiedad.

A.5.6.5.1 La selección adecuada de la localización de cada monitor es un factor muy importante en el diseño del sistema de monitores de espuma. Los patrones de tráfico, posibles obstrucciones, condiciones del viento, y el alcance efectivo de la boquilla de espuma afectan el diseño. Los monitores y boquillas apropiados deberían estar localizados de modo que se aplique espuma a toda el área protegida al régimen de aplicación requerido.

Consultar al fabricante de la boquilla del monitor sobre los criterios específicos de desempeño relacionados con el alcance y patrón de la espuma, capacidad de descarga, y requisitos de presión. También se debería consultar a los fabricantes para confirmar los listados y/o aprobaciones.

A.5.6.5.2 Aunque la mayor parte de los sistemas están diseñados para proteger el área de la cubierta (techo) solamente, con frecuencia es deseable proteger el área restringida total alrededor del llenadero o la longitud total del camión o vagón de ferrocarril.

A.5.7 Generalmente, pequeños monitores o chorros de manguera de espuma, o ambos, han sido adecuados para combatir incendios en áreas represadas. Para obtener flexibilidad máxima debido a la incertidumbre de la localización y la extensión de un posible derrame en áreas de procesamiento y patios de tanques, los monitores portátiles o montados en remolques son más prácticos que los sistemas fijos de espuma para cubrir el área involucrada. El procedimiento de combate de incendios de derrames en áreas represadas es extinguir y asegurar un área y después continuar para extinguir la siguiente sección dentro del dique. Esta técnica debería continuarse hasta que se haya extinguido el área represada completa.



Documento Original:
NFPA 11. Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam
2002 Edition.

Título en Español
Norma para Espumas de Baja, Media y Alta Expansión
Edición 2002.

Editado por:
Organización Iberoamericana de Protección Contra Incendios OPCI
Septiembre de 2004.

Traducido por:
Stella de Narváez

Revisión Técnica:
Jaime Moncada Pérez

Diagramación e Impresión:
Stella Garcés

Copyright 2002 NFPA - Derechos Reservados

La NFPA no se hace responsable por la exactitud y veracidad de esta traducción.

*Organización Iberoamericana
de Protección Contra Incendios*
Calle 85 No. 21-22 Of. 601
Teléfonos: 611 0754 - 611 0981
Telefax: 616 3669 - Email: opci@unete.com
Bogotá, D.C. - Colombia

A.5.9 Los chorros auxiliares de espuma de manguera pueden suministrarse directamente desde el sistema de tubería que protege los tanques (ej, sistema centralizado de tubería fija) o se pueden suministrar por medio de equipo adicional. Los requerimientos de chorros de mangueras suplementarios que se dan aquí no son para la protección contra incendios de derrames considerables de combustibles; más bien se consi-

deran solamente como primeros auxilios de protección para extinguir o cubrir pequeños derrames en áreas en metros cuadrados (pies cuadrados) iguales a aquellas cubiertas por seis veces la capacidad nominal [en L/min (gpm)] de la boquilla.

Los hidrantes de espuma instalados permanentemente, cuando se usan, deberían estar situados en la vecindad del riesgo protegido y en lugares seguros y accesibles. La localización debe ser de manera que no se requieran longitudes excesivas de mangueras. Las limitaciones de la longitud de manguera que puede usarse dependen en los requisitos de presión de la boquilla de espuma.

A.6.1 Es una buena práctica para el propietario o su representante nombrado (ej arquitecto, contratista, u otra persona autorizada) revisar el riesgo básico con la autoridad competente para obtener guías y aprobación preliminar del concepto de protección propuesta.

Al escoger cualquier sistema de extinción debería evaluarse la posibilidad y el alcance de daño por el agente. En ciertos casos, como en tanques y recipientes de aceites comestibles, aceites de cocina, y otros agentes de procesamiento de alimentos, o en otros casos donde la contaminación por el uso de espuma podrían aumentar considerablemente el potencial de pérdida, debería consultarse a la autoridad competente en relación con el agente extintor preferido.

A.6.3.4(6) Ver el Capítulo 9 de NFPA 13, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*, para procedimientos de cálculos hidráulicos.

A.7.3.4 Los controladores de servicio limitado generalmente no tiene medios de desconexión de servicio. Para realizar en forma segura inspecciones y mantenimiento de rutina, podría ser deseable proveer una desconexión externa del servicio. Debe tenerse cuidado especial que la desconexión no se deje en posición de hacer inoperable la bomba de concentrado de espuma.

A.7.4.1.3(2) Esta columna, tallo o montante se puede soldar al tanque por medio de placas de anclaje de acero colocadas perpendicularmente al tanque y centradas en el tubo de la columna.

A.7.4.1.4 Con toda la construcción soldada, esta podría ser la única unión que se puede abrir.

A.8.2 La espuma de alta expansión es un agente de control y extinción de incendios de Clase A y B y es especialmente adecuada para uso como agente de inundación en espacios cerrados. El desarrollo del uso de espumas de alta expansión para combate de incendios empezó con el trabajo del Establecimiento de Seguridad en Investigación de Minas de Buxton, Inglaterra, basado en el difícil problema de los incendios en minas de carbón. Se descubrió que al expandir una solución de agente activo de superficie acuosa a espuma semi-estable de aproximadamente 1000 veces el volumen de la solución

original, era posible forzar la espuma por corredores relativamente largos, proporcionando un medio de transportar agua hasta un incendio inaccesible para los chorros de manguera comunes.

Este trabajo llevó al desarrollo de equipos especializados de generación de espuma de alta expansión para combatir incendios en minas, para aplicación municipal en el combate de incendios industriales, y para la protección de ocupaciones de riesgos especiales. La espuma de expansión media se desarrolló para cubrir la necesidad de una espuma que fuera más resistente al viento que la espuma de alta expansión para aplicaciones exteriores.

Descripción: Las espumas de media y alta expansión son agregados de burbujas generadas mecánicamente por el pasaje del aire y otros gases a través de una malla, criba, u otro medio poroso que está humedecido con una solución acuosa de agentes espumantes activos. En condiciones adecuadas, pueden generarse espumas para combate de incendios de expansiones de 20:1 a 1000:1. Estas espumas suministran un agente único para transportar agua a lugares inaccesibles; para inundación total de espacios encerrados; y para el desplazamiento volumétrico de vapor, calor y humo. Las pruebas han demostrado que, bajo ciertas circunstancias, la espuma de alta expansión, cuando se usa junto con rociadores de agua, va a suministrar control y extinción más positivos que cualquier sistema individual de extinción. El almacenamiento en pilas altas de papel en rollos es un ejemplo. La eficiencia óptima en cualquier tipo de riesgo depende hasta cierto punto del régimen de aplicación y la estabilidad de la expansión de espuma.

Las espumas de media y alta expansión, que están hechas generalmente del mismo tipo de concentrado, difieren principalmente en sus características de expansión.

Puede usarse espuma de media expansión en incendios de combustibles sólidos y líquidos donde es necesario algún grado de cobertura en profundidad, por ejemplo, para la inundación total de volúmenes pequeños encerrados o parcialmente encerrados tales como cuartos para prueba de motores y salas de transformadores. La espuma de media expansión puede proveer cobertura rápida y eficiente de incendios de derrames de líquidos inflamables o algunos derrames de líquidos tóxicos donde es esencial la supresión rápida de vapores. Es eficaz tanto en interiores como en exteriores.

Puede usarse también espuma de alta expansión en incendios de combustibles sólidos y líquidos, pero la cobertura en profundidad que proporciona es mayor que para la espuma de media expansión. Por lo tanto, es más apropiada para llenar volúmenes en los cuales hay incendio a varios niveles. Por ejemplo, los experimentos han demostrado que puede usarse eficazmente la espuma de alta expansión contra incendios de depósitos de estanterías altas, siempre y cuando la aplicación de espuma se inicie temprano y la profundidad de la espuma se aumente rápidamente. También puede usarse para extinguir

incendios en recintos como sótanos y pasajes subterráneos, donde podría ser peligroso enviar personas. Se puede usar para controlar incendios de gases naturales licuados (GNLs) y proporcionar control de dispersión de vapor para derrames de GNLs y amoniaco.

La espuma de alta expansión es particularmente adecuada para incendios interiores en espacios confinados. Su uso en exteriores puede ser limitado debido a los efectos del viento y falta de confinamiento. La espuma de media y alta expansión tiene los siguientes efectos sobre los incendios:

- (1) Cuando se genera en volumen suficiente, la espuma de media y alta expansión puede evitar el movimiento libre del aire, que es necesario para combustión continua.
- (2) Al forzarse dentro del calor de un incendio, el agua en la espuma se convierte en vapor, reduciendo así la concentración de oxígeno por dilución del aire.
- (3) La conversión del agua a vapor absorbe el calor del combustible incendiado. Cualquier objeto caliente expuesto a la espuma continuará el proceso de disolución de la espuma, conversión del agua en vapor, y enfriamiento.
- (4) Debido a su tensión superficial relativamente baja, la solución de la espuma que no se convierte en vapor tenderá a penetrar los materiales Clase A. Sin embargo, los incendios arraigados profundamente podrían requerir reacondicionamiento.
- (5) Cuando se acumula en profundidad, la espuma de media y alta expansión puede suministrar una barrera de aislamiento para proteger los materiales y estructuras expuestos no involucrados en el incendio y puede así evitar la propagación de incendio.
- (6) Para incendios de GNL, la espuma de alta expansión normalmente no extinguirá el incendio, pero reducirá la intensidad del incendio al bloquear la retroalimentación de radiación al combustible.
- (7) Los incendios de Clase A se controlan cuando la espuma cubre completamente el fuego y el material incendiado. Si la espuma está suficientemente húmeda y se mantiene por tiempo suficiente, el incendio puede extinguirse.
- (8) Los incendios Clase B de líquidos con punto de inflamación alto pueden extinguirse cuando la superficie se ha enfriado por debajo del punto de inflamación. Los incendios Clase B de líquidos con punto de inflamación bajo se pueden extinguir cuando una capa de espuma de suficiente profundidad se establece sobre la superficie del líquido.

Los incendios de gases refrigerados o criogénicos licuados pueden controlarse en forma segura, y las concentraciones de vapor a favor del viento de los derrames no incendiados se puede reducir con la aplicación de espuma de alta expansión cuando la densidad del vapor a temperatura ambiente y la presión es menor que la del aire.

No se debería aplicar espuma de alta expansión a gas refrigerado de petróleo licuado (LPG) a menos que se consideren cuidadosamente las situaciones peligrosas que posiblemente pueden resultar. La extinción puede ocurrir con el desarrollo de vapores más pesados que el aire debajo de la capa de espuma. Los vapores se acumularán o escurrirán por debajo de la capa de espuma hacia áreas bajas con peligro de formación de nubes de vapor o reignición, o ambas.

Para el control de fuegos en LPG, ver *Control y Extinción de Fuegos LPG*, D. W. Jonson, y otros.

A.8.3.2 Bajo ciertas circunstancias, podría ser posible controlar fuegos en líquidos y gases inflamables bajo presión utilizando sistemas de media y alta expansión, pero no se pueden dar recomendaciones generales en esta norma debido a la infinita variedad de situaciones particulares que pueden presentarse en la práctica actual.

La habilidad para controlar o extinguir un incendio en un riesgo dado puede depender de factores como la expansión, el drenaje y la fluidez. Estos factores pueden variar con el tipo de concentrado, de equipo, el suministro del agua y del aire.

A.8.6 La descarga de grandes cantidades de espuma de media y alta expansión pueden inundar al personal, bloquear su visión, dificultar la audición, afectar la habilidad para respirar, y causar desorientación espacial. Esa falta de confort para respirar puede aumentar con la reducción de la relación de expansión de la espuma cuando ella está bajo los efectos de la descarga de los rociadores.

A.8.6.1 Salidas adicionales y otras medidas pueden ser necesarias para lograr una evacuación segura del personal.

A.8.6.1.1 La espuma es opaca, impidiendo la visión cuando uno se encuentra sumergido en ella. Es peligroso ingresar a un edificio en el cual hubo un incendio si uno no puede ver.

A.8.6.1.2 Los químicos de los cartuchos del equipo de respiración pueden reaccionar con el agua de la espuma y causar sofocación.

A.8.6.2 Como se usa en esta norma, el espacio libre es la distancia medida en el aire entre el equipo de espuma de media y alta expansión, incluyendo tubería, boquillas, y los componentes eléctricos vivos no encerrados ni aislados o potenciales diferentes al potencial a tierra. Puesto que las espumas de media o alta expansión son conductoras, estas distancias no evitan la conducción a través de la espuma. (Ver 8.6.1.3)

Hasta voltajes del sistema eléctrico de 161 kV, el kV BIL de diseño y las correspondientes distancias mínimas, fase a tierra, han sido establecidos a través del uso prolongado.

A.8.7.2 Los incendios o condiciones que podrían causar incendios pueden ser detectados por medio de los sentidos humanos o por medios automáticos.

A.8.7.2.2 Ver NFPA 72, *Código Nacional de Alarmas de Incendio*

A.8.7.2.3 Ver las estipulaciones pertinentes de NFPA 72, *Código Nacional de Alarmas de Incendio*, para los requisitos de suministro de energía.

A.8.7.5 El esquema en bloque de un sistema automático típico de espuma de media o alta expansión se muestra en la Ilustración A.8.7.5(a). Actualmente, los generadores de espuma de media y alta expansión son de dos tipos, dependiendo de los medios para introducir el aire (por aspirador o ventilador). En cualquiera de los casos, la solución de espuma debidamente dosificada se hace chocar a la velocidad adecuada sobre un tamiz o membrana porosa o perforada o una serie de pantallas en una corriente de aire en movimiento. Las películas de líquido que se forman sobre el tamiz son dilatadas por la corriente de aire en movimiento para formar una masa de burbujas o espuma de media o alta expansión. El volumen de la espuma varía desde aproximadamente 20 a 1000 veces el volumen del líquido, según el diseño del generador. La capacidad de los generadores de espuma se determina generalmente por el tiempo requerido para llenar un recinto de volumen conocido por aplicación desde arriba dentro en 1 a 5 minutos.

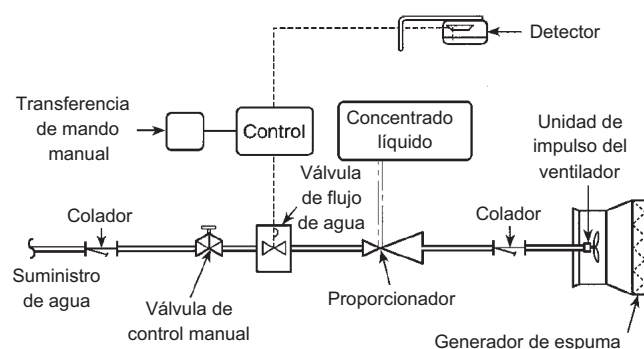


Ilustración A.8.7.5(a) Esquema en Bloque de Sistema Automático de Espuma de Media o Alta Expansión.

Generadores de Espuma – Tipo Aspirador. Los generadores de espuma pueden ser fijos o portátiles. Corrientes de chorro de solución de espuma aspiran suficientes cantidades de aire que entonces es arrastrado sobre los tamices para producir espuma. [Ver Ilustración A.8.7.5(b)] . Estos generadores usualmente producen espuma con proporciones de expansión no mayores de 250:1.

Generadores de Espuma – Tipo Ventilador. Los generadores de espuma pueden ser fijos o portátiles. La solución de espuma es descargada como rocío sobre tamices a través de los cuales pasa un chorro de aire desarrollado por un ventilador o abanico. El ventilador puede ser impulsado por motores eléctricos, máquinas de combustión interna, aire, gas, o motores hidráulicos o motores de agua. Los motores de agua son

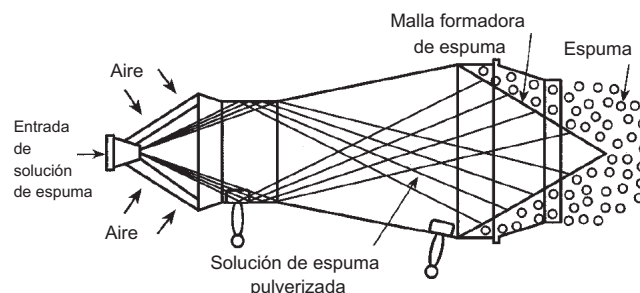


Ilustración A.8.7.5(b) Generador de Espuma Tipo Aspiración.

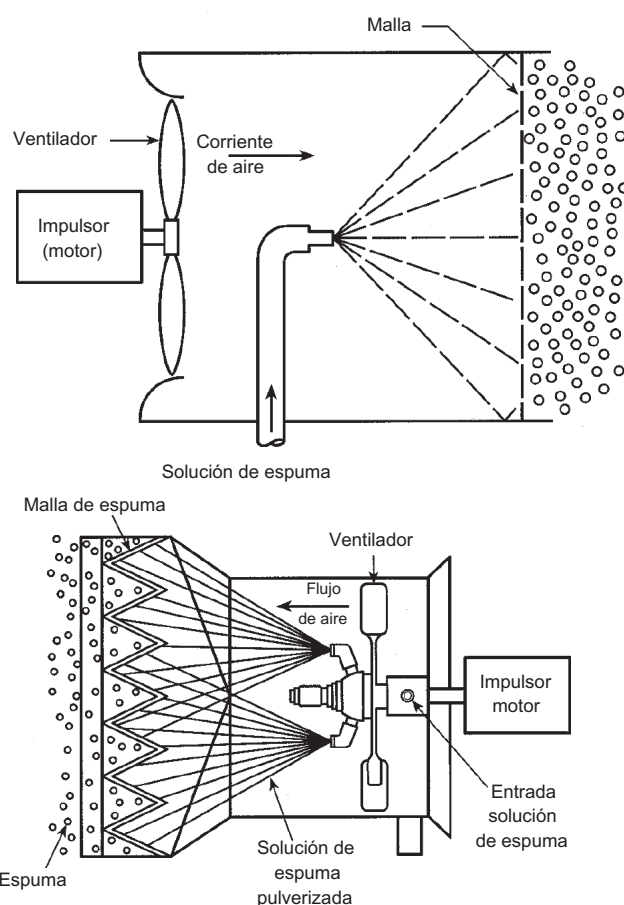


Ilustración A.8.7.5(c) Generador de Espuma Tipo Ventilador.

generalmente impulsados por solución de espuma. [Ver Ilustración A.8.7.5(c)]

A.8.8.2.1 El uso de agua salada o agua dura o la presencia de inhibidores de corrosión, agentes anticongelantes, algas marinas, petróleo u otros contaminantes puede causar la reducción de volumen o estabilidad de la espuma.

A.8.8.8 La exposición del concentrado de espuma a la atmósfera puede causar la evaporación de algunos o todos los componentes del concentrado y, en algunos casos, puede hacer

que el agente se convierta en una costra. Esta condición se intensifica cuando un tanque con orificio de respiración abierto está situado en un área donde la temperatura fluctúa. Por ejemplo, la luz del sol que le da a un tanque durante el día hará que el concentrado se expanda y una parte de los vapores del concentrado escape.

Cuando el tanque se enfría por la noche, aire fresco entrará a reemplazar los vapores perdidos. Con el transcurso del tiempo, la cantidad y composición del concentrado pueden cambiar. Esta pérdida puede minimizarse diseñando el tanque de concentrado que incluya lo siguiente:

- (1) Una cúpula de expansión que reduzca la superficie libre del concentrado a un área mucho más pequeña que el tanque.
- (2) Una válvula de presión al vacío que reduzca la cantidad de vapores que se escapan y también la cantidad de aire fresco que entra al tanque.

A.8.10.2 Resistencia de los Generadores de Espuma a la Exposición al Fuego. Para determinar su capacidad de resistir la exposición al fuego del área de riesgo, el generador y su tubería y cableado eléctrico, protegido de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, debería arrancar y operar satisfactoriamente después de una exposición de 5 minutos a 3 m (10 pies) por encima de 4.65 m² (50 pies²) del incendio de heptano N usando 379 L (100 gal) de combustible. La prueba de incendio debe hacerse con protección para asegurar la incidencia de la llama sobre el generador.

A.8.11.1.1 La galvanización no es compatible con algunos concentrados de espuma.

A.8.12.2.2 Ver NFPA 13, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*

A.8.13.4 Tiempo de Sumersión – Vulnerabilidad de la Estructura. Es imperativo que se mantenga la integridad de los principales miembros estructurales bajo la exposición al incendio (los cuales, en estructuras con rociadores, normalmente soportan el sistema de rociadores). Las viguetas de barra livianas, laminadas sin protección y otros tipos de soportes son especialmente vulnerables a daño por incendios de rápido desarrollo comparados con aquellos soportes de construcción pesada de acero. Así mismo, los soportes de acero pesado sin protección, son más vulnerables que los miembros estructurales resistentes al fuego (concreto) o protegidos.

A.8.3.15 Las pruebas con espumas de relación de expansión mayor de 400:1 han demostrado que los tiempos de extinción para incendios de líquidos inflamables aumentaron significativamente a velocidades de crecimiento de la espuma menores de 0.9 m/min (3 pies/min). Se espera que a una relación de expansión menor de 400:1, serían adecuadas velocidades menores de crecimiento de la espuma, pero no se han realizado suficientes pruebas para identificar esta relación.

A.8.13.5.2.1 El régimen también depende de las propiedades de la espuma, tales como relación de expansión, retención de agua, efecto de contaminantes del agua, y efectos de la temperatura en la retención de agua.

A.8.13.5.2.2(1) Ejemplo de Cálculo de la Capacidad Total de un Generador de Espuma de Alta Expansión.

(1) Cálculo usando Unidades U.S.

Dados: Tamaño del edificio – 100 pies x 200 pies x 30 pies e altura.

Construcción del edificio-Vigueta de barra liviana (celosía), Techo de cubierta de acero Clase I, adecuadamente ventilado. Paredes de mampostería con todas las aberturas con cierres.

Protección con rociadores – Sistema húmedo espaciado a 10 x 10 pies- Densidad 0.25 gpm/pie

Ocupación – Papel kraft en rollos sin zunchar apilado verticalmente a 25 pies de altura.

Asumir: El incendio abrirá 50 cabezas de rociadores. Filtración de espuma alrededor de las puertas cerradas, desagües, etc., por tanto $C_L = 1.2$. (8.13.5.2.2(4))

Cálculo:

Profundidad de la Espuma

Profundidad = 25 x 1.1 = 27.5 pies

(Esta profundidad es mayor que la cobertura mínima de 2 pies)

Volumen de Sumersión

$V = 100 \times 200 \times 27.5 = 550.000$ pies

Tiempo para alcanzar Sumersión

$T = 5$ minutos (de la Tabla 8.13.4)

Velocidad de Destrucción de la Espuma por Rociadores

$S = 10$ pies (min·gpm [de 8.13.5.2.2(2)])

$Q = \text{Número de cabezas} \times \text{área/cabeza} \times \text{densidad} = 50 \times (10 \times 10) \times 0.25 = 1250$ gpm

$R_s = S \times Q = 10 \times 1250 = 12.500$ pies /min

Encogimiento Normal de la Espuma

$C_N = 1.15$ [de 8.13.5.2.2(3)]

Filtración

$C_L = 1.2$ (asumido)

Capacidad Total del Generador

$$R = \frac{V}{T} + R_s \times C_N \times C_L$$

$$R = \frac{550.000}{5} + 12.500 \times 1.15 \times 1.2$$

$$R = 169.000 \text{ pies /min}$$

El número de generadores requeridos dependerá de la capacidad de los generadores disponibles.

(2) *Cálculo Usando Unidades SI.*

El número de generadores requeridos depende de la capacidad de los generadores disponibles.

Dados: Tamaño del edificio – 30.5 m x 61 m x 9.1 m de altura.

Construcción del edificio – La misma del cálculo en Unidades U.S.

Protección de rociadores – Sistema húmedo espaciado a 3m x 3m. 10.2 L/min·m de densidad.

Ocupación – Papel kraft en rollos sin zunchar apilado verticalmente a 7.6 m de altura.

Asumido: El mismo del cálculo en Unidades U. S.

Cálculo:

Profundidad de la Espuma

Profundidad = 7.6 x 1.1 = 8.4 m

(Esta profundidad es mayor que la cobertura mínima de 0.6 m)

Volumen de Sumersión

$V = 30.5 \times 61 \times 8.4 = 15.628 \text{ m}$

Tiempo para alcanzar Sumersión

$T = 5 \text{ minutos (de la Tabla 8.13.4)}$

Velocidad de Disgregación de la Espuma por Rociadores

$S = 0.0748 \text{ m/min} \cdot \text{L/min [de 8.13.5.2.2(2)]}$

$Q = \text{Número de cabezas} \times \text{área/cabeza} \times \text{densidad} = 50 \times (3 \times 3) \times 10.2 = 4590 \text{ L/min}$

$R_s = S \times Q = 0.0748 \times 4590 = 343 \text{ m/min}$

Encogimiento Normal de la Espuma

$C_n = 1.15 \text{ [de 8.13.5.2.2(3)]}$

Filtración

$C_t = 1.2 \text{ (asumido)}$

Capacidad Total del Generador

$$R = \frac{V}{T} + R_s \times C_n \times C_t$$

$$R = \frac{15.628}{5} + 343 \times 1.15 \times 1.2$$

$$R = 4787 \text{ m/min}$$

A.8.13.5.2.2(2) Régimen de Destrucción por Rociadores.

Cuando hay rociadores en el área a proteger por espuma de alta expansión, la operación simultánea causará la disgregación, destrucción, de la espuma. La velocidad de disgregación depende del número de rociadores operando y la subsi-

guiente rata total de descarga de agua. El número de rociadores que se espera operen depende de varios factores como se indica en NFPA 13, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*

A.8.13.5.2.2(4) Filtración de Espuma. Es esencial reducir la filtración descontrolada al mínimo absoluto por medio del uso de barreras herméticas a la espuma en todas las aberturas por debajo del nivel de control o profundidad efectivos del riesgo. Habrá un aumento en la velocidad de escape de la espuma a medida que su fluidez aumenta por la descarga anticipada de los rociadores.

Esta filtración a través de desagües, zanjias o canales, por debajo de puertas, alrededor de ventanas, etc., se puede minimizar con el uso de cierres, sellos o mecanismos automáticos apropiados. Debe añadirse capacidad adicional al generador para compensar las pérdidas agregadas cuando no se puede controlar efectivamente el escape de espuma.

A.8.14 Mantenimiento del Volumen de Sumersión. La selección de un sistema de inundación total de espuma para protección de un riesgo no necesariamente implica esperar que el sistema va a extinguir completamente el incendio o aún casi extinguirlo hasta el punto que el incendio se incapaz de recuperar su fuerza. Más bien, el efecto buscado podría ser el control rápido con daños mínimos del fuego para el contenido no involucrado en el incendio.

Cuando la espuma de alta expansión está estableciendo o ha establecido el control de un incendio, debe tenerse cuidado de no perder el control. Los siguientes puntos deberían tenerse en cuenta; dependiendo del incendio, algunos o todos podrían ser vitales:

- (1) Todas las personas deben ser conscientes de la necesidad del cierre hermético. Los empleados, miembros de brigada, y el departamento de bomberos deberían moverse rápidamente para cerrar cualquier abertura a través de las cuales se está perdiendo la espuma. Se pueden hacer cierres improvisados prácticamente de cualquier material disponible como mallas de tejido fino, plástico, madera laminada, o cartón.
- (2) Si el material involucrado está expuesto a sustentar incendios profundos, como los muebles, material empacado, fibras y rollos de papel, se debe tener particular cuidado de abrir las áreas y retirar la espuma. Aun cuando se crea posible solamente un incendio superficial, como con líquidos inflamables, el material de Clase A ardiendo en rescolado puede causar reignición.
- (3) Debe transcurrir un período de empape antes de retirar la espuma. Este período puede durar hasta una hora y se debe predeterminar basado en el combustible en el área.

A.8.15 Se deben tener en cuenta los siguientes puntos durante las operaciones de reacondicionamiento:

- (1) Todos los sistemas de espuma y rociadores que se cierran deben apostar personal en las válvulas para volverlas a abrir si esto se hace necesario.
- (2) Los suministros de espuma deberían rellenarse si se agotan.
- (3) Las mangueras de mano deberían estar atendidas por personal. Debería usarse equipo de protección personal. Deben llevarse SCBAs en posición «listo» para que no haya demora en ponerlo en servicio.
- (4) La espuma debería retirarse primero del área del incendio y se debe coordinar con las operaciones de reacondicionamiento y recuperación. La pérdida total se mantendrá al mínimo si se evitan operaciones irreflexivas. Una vez el incendio está bajo control, la prisa indebida para extinguir el último rescoldo puede aumentar considerablemente la pérdida.
- (5) Debería tenerse cuidado al entrar en áreas previamente llenas de espuma, especialmente en estructuras con fosos o aberturas en el piso.
- (6) El área debe ser bien ventilada, pero las aberturas a través de las cuales podría perderse espuma deberían mantenerse al mínimo y con personal para cerrarlas si esto se hiciera necesario.
- (7) Se debe dar consideración a la eliminación de la espuma para evitar cualquier riesgo indebido a las áreas adyacentes.

A.8.17.1.2 Estos sistemas están mejor adaptados para la protección de superficies esencialmente planas como derrames encerrados, tanques abiertos, escurridero (drenaje), áreas restringidas, fosas, trincheras, etc.

A.8.18.2 Las cercas construidas de tela metálica de ventana han demostrado proveer una barrera efectiva que permite el confinamiento de espumas de media y alta expansión a un área protegida.

A.8.20 Las estipulaciones especiales para control de incendios de gas natural licuado (GNL) y vapor son las siguientes:

Conceptos de Aplicación para Control de Incendios. Las pruebas patrocinadas por la American Gas Association (AGA) demuestran que la cantidad de radiación de un derrame de GNL incendiado puede reducirse hasta 95 por ciento con algunas espumas de alta expansión. Esta reducción se debe en parte a la barrera de espuma que reduce la vaporización al bloquear la retroalimentación de calor de las llamas al GNL. Las espumas con una relación de expansión baja contienen una gran cantidad de agua a temperatura ambiente que tiende a aumentar la velocidad de vaporización cuando escurren dentro del GNL. En las pruebas de la AGA se estableció el control con relaciones de expansión mayores de 250:1 aunque la relación de expansión de 500:1 demostró ser más efectiva. Diferentes mar-

cas de espuma muestran variación considerable en su capacidad de controlar incendios de GNL. Una espuma que escurra rápidamente aumentará la velocidad de vaporización del GNL y exagerará la intensidad de incendio. La espuma más seca que queda es menos resistente a los efectos térmicos y se descompone más rápidamente. Otros factores como el tamaño de la burbuja, fluidez y velocidad de quema lineal pueden afectar el control del incendio. Por lo tanto, deberían revisarse los resultados de pruebas en incendios de GNL, incluyendo la prueba descrita en G.4 antes de escoger una espuma para control de incendios de GNL.

Control del Riesgo de Vapor a Favor del Viento. Recién se producen por el derrame, los vapores no incendiados de GNL son más pesados que el aire. A medida que estos vapores reciben el calor del sol o por contacto con el aire, eventualmente se hacen boyantes, más livianos y se dispersan hacia arriba. Antes de que ocurra esta dispersión hacia arriba, sin embargo, se puede formar una alta concentración de vapor a favor del viento de un derrame no incendiado o cerca del nivel del suelo. La espuma de alta expansión puede usarse para reducir esta concentración de vapor agregando calor del agua en la espuma a los vapores de GNL a medida que pasan a través de la capa de espuma. Debido a la flotabilidad inducida, la aplicación de espuma de alta expansión puede reducir las concentraciones de gas a favor de viento al nivel del suelo. Se ha encontrado que las expansiones en el campo de 750:1 hasta 1000:1 proporcionan el control de dispersión más efectivo, pero las expansiones más altas pueden afectarse adversamente por el viento. Sin embargo, lo mismo que con el control de incendios, la capacidad de controlar la dispersión del vapor varía entre diferentes espumas y debería demostrarse en pruebas.

A.8.20.1 Para información sobre requisitos de protección de incendios en instalaciones de GNL, ver NFPA 59 A, *Norma para la Producción, Almacenamiento y Manejo de Gas Natural Licuado (GNL)*

A.8.20.2 Las publicaciones de consulta sobre incendio y control de vapor de GNL son las siguientes:

- (1) American Gas Association, Proyecto IS-3-1 +, Derrames de GNL en Tierra, noviembre 15, 1973.
- (2) American Gas Association, Proyecto IS-100-1, «Estudio Experimental en Mitigación de la Dispersión de Vapor Inflamable y Riesgos de Incendio Inmediatamente Después de Derrames de GNL en Tierra,» febrero 1974.
- (3) Gremeles, A. E., y Drake, E. M., «Propagación por Gravedad y Dispersión Atmosférica de Nubes de Vapor de GNL,» Cuatro Simposio Internacional Sobre Transporte de Cargas Peligrosas por Mar y Vías Fluviales, Jacksonville, FL, octubre 1975.
- (4) Humbert-Basset, R. y Montet, A., «Penetración de Mezclas Inflamables de Derrames de GNL en la Atmósfera,»

Tercera Conferencia Internacional Sobre GNL, Washington, D.C., septiembre 1972.

- (5) Gas Natural Licuado/ Característica y Comportamiento de Quema,» Conch Methane Services, Ltd., 1962.
- (6) «Reducción de Concentración de Vapor de GNL y Control de Incendios con Espuma MSAR de Alta Expansión,» Mine Safety Appliances Research Corp., Evans City, PA.
- (7) Schneider, Alan L., «Resumen de Investigación sobre Seguridad de Gas Natural Licuado,» National Technical Information Service, Springfield, VA, diciembre 1978.
- (8) Welker, J., y otros, «Seguridad de Inceñidos a Bordo de Embarcaciones de GNL,» enero 1976.
- (9) Wesson, H. R., Welker, J. R., y Brown, L. E., «Control de Incendios de Derrames de GNL,» *Procesamiento de Hidrocarburos*, diciembre 1972. Este documento contiene 105 referencias adicionales sobre muchos aspectos de investigación sobre seguridad del GNL incluyendo el uso de espuma de alta expansión sobre GNL.

A.8.20.3 Los regímenes de aplicación son establecidos generalmente por pruebas de incendio específicas como las de G.4 donde se controlan cuidadosamente equipos, suministros de agua, combustibles, y la conformación física y química del concentrado de espuma elegido. Aunque estas pruebas pueden ser útiles para comparar varias espumas, con frecuencia dan regímenes de aplicación mínimos porque se llevan a cabo bajo condiciones de clima ideales sin obstrucciones ni barreras para el control de incendios. Los regímenes nominales finales son generalmente 3 a 5 veces los de prueba. Por lo tanto, los regímenes pueden variar significativamente de un agente de espuma a otro.

A.8.20.5 Disposición. La profundidad mínima de la espuma en cualquier punto del área de riesgo varía, pero la mayoría de los diseños han intentado obtener 0.45 m a 1.5 m (1½ pies a 3 pies) de profundidad de la espuma en el área de derrame de GNL dentro del tiempo establecido en el análisis.

A.8.21.6.1 La extinción exitosa del incendio con dispositivos portátiles de generación de espuma depende de la capacidad individual y técnica del operador.

A.9.1 Las estipulaciones de este capítulo marítimo se desarrollaron basándose en el conocimiento de prácticas de la NFPA *Norma Para Espumas de Baja Expansión*, SOLAS, el Código IBC, y las regulaciones y guías de la USCG. Para armonizar los requisitos de este capítulo con las prácticas de estas otras normas, los valores dados en la conversión métrica del Capítulo 10 se deben considerar como el valor requerido.

A.9.1.3 Las aprobaciones de los componentes de equipos de espuma especializados se basan típicamente en el cumplimiento con el equivalente de la UL 162, *Norma para Seguridad de Equipos de Espumas y Concentrados Líquidos*. La revisión de los componentes debería incluir lo siguiente:

- (1) Efectividad en la extinción del incendio
- (2) Confiabilidad
- (3) Resistencia mecánica
- (4) Resistencia a la corrosión
- (5) Compatibilidad del material
- (6) Operación adecuada
- (7) Tensión, choque e impacto
- (8) Exposición a agua salada, luz solar, temperaturas extremas, y otros elementos ambientales
- (9) Información de prueba del sistema dosificador (que demuestre un régimen aceptable de inyección sobre los límites de caudal del sistema)
- (10) La información sobre alcance del chorro de espuma (basada en pruebas con aire en calma y combinaciones de motor y boquilla)
- (11) La información de pruebas de calidad de espuma (demostrando el desempeño satisfactorio correspondiente a la calidad de pruebas de incendio a menor escala para calidad de espuma de boquillas)

El control de calidad de equipos especializados de dosificación y aplicación de espuma lo mismo que concentrados de espuma debería lograrse a través de un programa de listado que incluya un servicio de seguimiento de fabricación, certificación independiente del proceso de producción de ISO 9001 – *Sistemas de Calidad – Modelo para Aseguramiento de Calidad en Diseño, Desarrollo, Producción, Instalación y Servicio*, e ISO 9002, *Sistemas de Calidad – Modelo para Aseguramiento de Calidad en la Producción, Instalación y Servicio*, o un programa similar de control de calidad aprobado por la autoridad competente.

A.9.2.1 Este sistema tiene por objeto complementar, no reemplazar, ningún sistema requerido de extinción de incendios por inundación total en espacios de maquinaria. Los sistemas de espuma que incluyen una parte de protección primaria de espacios de maquinaria pueden requerir tiempos de aplicación más largos.

A.9.3.1 Aunque los sistemas de espuma a bordo de barcos comparten muchas semejanzas con los sistemas de patios de tanques de espuma en tierra, hay diferencias importantes entre la protección de incendios a bordo de barcos y los de tierra firme. Estas diferencias están anotadas en (1) hasta (15), han conducido a diseños y distribuciones de sistemas de espuma que difieren de los sistemas usados en lo que puede parecer riesgos similares de tierra firme. Las diferencias son las siguientes:

- (1) Las pruebas de incendio para espumas del tipo descrito en el Anexo F son muy severas.
- (2) Hay información limitada sobre el uso de sistemas que cumplen con los requisitos USCG o IMO en incendios reales.
- (3) Hay muy poca o ninguna separación entre tanques.

- (4) La embarcación podría estar ampliamente separada de otros riesgos o podría estar al lado de otra embarcación o terminal.
- (5) La embarcación podría no tener acceso a ayuda inmediata de combate de incendio.
- (6) Los incendios consecuencia de eventos catastróficos, como explosiones y choques, históricamente están más allá de las capacidades de combate de incendios a bordo de las embarcaciones comprometidas, necesitando usar ayuda externa de combate de incendios. Muchos incendios grandes han tomado varios días para extinguirse.
- (7) El número de personal para combate de incendios está limitado a la tripulación disponible.
- (8) Los incendios que no son controlados substancialmente dentro de los primeros 20 minutos pueden sobrepasar la capacidad de la tripulación y el sistema a bordo.
- (9) Los barcos están sujetos a balanceo, cabeceo, y oscilación, que pueden causar chapoteo del líquido incendiado y mermar el desempeño de la capa de espuma.
- (10) La aplicación de espuma al incendio probablemente sea mucho más rápida que en tierra porque el sistema de espuma de cubierta está en su lugar y puede activarse simplemente poniendo en marcha y abriendo ciertas válvulas. Hay muy poco o ningún tiempo de preparación.
Parece que no ocurren incendios de tanques a menos que estén precedidos por una explosión.
Las explosiones pueden causar daño importante a los sistemas de espuma. Estas pueden tener consecuencias imprevisibles en la estructura de la embarcación incluyendo la torcedura de las planchas de cubierta de modo que destruyen la aplicación de espuma. También puede causar el compromiso de cualquier número de tanques o espacios.
- (13) La mayoría de los buques-tanques usan sistemas de inserción de gas para reducir espacios de vapor sobre los tanques de carga a menos de 8 por ciento de oxígeno reduciendo así la probabilidad de una explosión.
Los barcos pagan el costo del transporte de sus sistemas de extinción de incendios en cada viaje.
- (15) Hay una cantidad limitada de espacio en cada diseño de espacio. Los monitores de espuma de cubierta de los buques tanques están localizados en o por encima de la elevación de tope de cubierta en contraste con las distribuciones típicas de los patios de tanques donde los monitores deben proyectar la espuma hacia arriba y por encima del borde del tanque.

A.9.3.2.2 La codificación de colores de las válvulas ayuda en su identificación. Por ejemplo, todas las válvulas que se deben abrir podrían estar pintadas con un color distintivo.

A.9.3.3 Un sistema de tubería de incendio puede proveer otros servicios además de la protección de incendios. Otros servicios, que podrían permanecer operativos durante un incendio, necesitan incluirse en los cálculos.

A.9.3.4 Los regímenes de aplicación son los siguientes:

Diferencias Entre esta Sección y SOLAS o el Código IBC.

Los regímenes de aplicación dictados en esta sección para combustibles hidrocarburos son mayores que los regímenes dados en el Capítulo 212, Regulación 61 de la Convención Internacional de la Organización Marítima Internacional para Seguridad de Vida en el Mar (SOLAS), como sigue:

(a) *Derrames de Cubierta* . Esta sección requiere 6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie) aplicados por encima del 10 por ciento del área del bloque de carga versus 5.98 L/min·m (0.147 gpm/pie) de SOLAS. Esta diferencia se basa en una larga historia de experiencias de extinción de incendios usando 6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie). También se entiende que el valor de 6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie) está considerado generalmente como el régimen mínimo de aplicación de espuma para riesgos industriales y refleja el régimen mínimo de aplicación sobre la superficie del combustible, no en el dispositivo de descarga. Por lo tanto, la pérdida de espuma por el viento, obstrucciones, etc., deberían compensarse para proporcionar 6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie) sobre la superficie del líquido.

(b) *Tanque individual mayor* . Esta sección requiere 9.77 L/min·m (0.24 gpm/pie) del área superior del tanque individual mayor de hidrocarburos versus 5.98 L/min·m (0.147 gpm/pie) de SOLAS. Esta diferencia se basa en la necesidad de descargar un mínimo de 6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie) sobre la superficie del líquido incendiado y toma en consideración el impacto del viento, evaporación, y corrientes termales ascendentes. Este valor es consistente con la reciente experiencia con la extinción de tanques de almacenamiento costeros usando equipos de espuma móviles similares a los monitores usados en los sistemas de espuma en cubierta.

(c) *Solventes polares* . El Código Internacional de Químicos a Granel (Código IBC) estipula dos métodos de diseño. El primer método requiere un régimen de aplicación de espuma de 20.3 L/min·m (0.5 gpm/pie) sin restricción en el tipo de químicos que se pueden transportar o dónde pueden llevarse en el bloque de carga del barco. El segundo método permite distribuciones con regímenes de aplicación menores a 20.3 L/min·m (0.5 gpm/pie). Este método está permitido si el país donde el barco está registrado ha determinado por medio de pruebas de incendio que el régimen real de aplicación de espuma en cada tanque de carga es adecuado para los químicos llevados en ese tanque. Las prácticas de diseño dadas en esta sección cumplen con el segundo método del Código IBC (Referencia Regulación de Código IBC 1994, 11.3.13.)

(2) *Dependencia en la Aplicación de Monitor.* Está reconocido que para aplicaciones en tierra esta norma generalmente restringe la aplicación de espuma por monitores de acuer-

do al diámetro del tanque y área de superficie. Una diferencia importante entre las aplicaciones con monitor en tierra y aquellas en buques-tanques es que los monitores en los buques-tanques están situados en o por encima de la elevación del tope del tanque. Por lo tanto, los sistemas a bordo de los barcos no sufren pérdidas del agente asociadas con el largo alcance al elevar y pasar la espuma por encima de los bordes del tanque. Adicionalmente, los monitores de buques tanques pueden ponerse en operación inmediatamente después de un incidente ya que hay muy poco o ningún tiempo de preparación y se requiere que cada monitor esté dimensionado para rendir por lo menos 50 por ciento del régimen de aplicación de espuma requerido.

(3)*Factores de Diseño.* Los regímenes de aplicación dados en esta sección incluyen factores de diseño que permiten que los resultados de pruebas de incendio a menor escala se puedan extrapolar a gran escala. Adicionalmente, se incluyen factores de compensación para responder por las pérdidas esperadas debidas al viento, corrientes termaleas ascendentes, disgregación del chorro, precipitación y otras condiciones adversas. Los regímenes de aplicación y factores de diseño incorporados se muestran en la tabla A.9.3.4.

Filosofía de Diseño del Monitor. La filosofía de diseño dada en esta norma refleja la que indica en NVIC 11-82, *Sistemas de Espuma de Cubierta para Solventes Polares*. La NVIC 11-82 asume que el régimen de aplicación nominal mínimo para un tanque individual será 6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie). Entonces permite que se calculen los monitores usando 45 por ciento del régimen del tanque individual. SOLAS y el *Código IBC* requieren calcular el monitor a 50 por ciento del régimen del tanque individual. Sin embargo,

SOLAS empieza con un régimen de aplicación de tanque individual de 6 L/min·m (0.147 gpm/pie) de manera que 50 por ciento de ese régimen es exactamente igual a 3 L/min·m (0.0735 gpm/pie), que es 45 por ciento del régimen mínimo de aplicación de NVIC 11-82 de 6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie). El *Código IBC* también requiere que los monitores se dimensionen a 50 por ciento del régimen de aplicación de un solo tanque.

A.9.3.5.1 Las duraciones de aplicación de espuma dadas en esta sección son generalmente menores que aquellas dadas en otras secciones de esta norma. La diferencia se basa en el despliegue históricamente rápido de los sistemas de espuma de cubiertas marítimas y también tienen en cuenta todos los factores relacionados en A.9.3.1.

A.9.3.5.3 Los regímenes de caudal durante una descarga real del sistema serán generalmente mayores que los regímenes mínimos calculados durante el diseño del sistema porque usualmente no hay bombas, eductores y boquillas disponibles para el régimen mínimo exacto que se necesita. Por lo tanto, estos equipos se escogen generalmente en el tamaño mayor siguiente disponible comercialmente. Como el sistema, construido de componentes mayores que los mínimos requeridos, hará circular la espuma a un régimen mayor que el mínimo calculado, el concentrado de espuma se gastará más rápidamente que el régimen mínimo de gasto. Como se va a usar el concentrado a un régimen mayor que el mínimo, la cantidad de almacenamiento debería calcularse para proveer el régimen real de suministro durante la duración total requerida de descarga.

A.9.4 Aunque se requieren mangueras de espuma para protección suplementaria, no es práctico confiarse en las mangueras para el combate primario de incendios. Por lo tanto,

Tabla A.9.3.4 Regímenes de Aplicación de Espuma.

Combustible	Escenario	Prueba de Incendio de 100 pies	Factor de Diseño a Escala	Régimen de Aplicación a la Superficie del Combustible	Factor de Compensación de Diseño	Régimen de Aplicación Requerido
Hidrocarburo	Derrame en Cubierta	2.4 L/min·m (0.06 gpm/pie)		6.5 L/min·m gpm/pie		6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie)
Hidrocarburo	Tanque individual mayor	2.4 L/min·m (0.06 gpm/pie)		6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie)		9.8 L/min·m (0.24 gpm/pie)
Polar	Derrame en Cubierta	Régimen ≥ 2.4 L/min·m (0.06 gpm/pie) determinado por prueba		Régimen de prueba $\times 2.67 \geq 6.5$ L/min·m (0.16 gpm/pie)		≥ 6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie)
Polar	Tanque individual mayor	Régimen ≥ 2.4 L/min·m (0.06 gpm/pie) determinado por prueba		Régimen de prueba $\times 2.67 \geq 6.5$ L/min·m (0.16 gpm/pie)		≥ 9.8 L/min·m (0.24 gpm/pie)

Contenido

Capítulo 1 Administración	–	7.5Válvulas en los Sistemas.....	–
1.1Alcance	–	7.6Suspensores, Soportes y Protección	–
1.2Objeto.....	–	para Tuberías	–
1.3Aplicación	–	7.7Requisitos de Mangueras	–
1.4Retroactividad	–		
1.5Equivalencia.....	–	Capítulo 8 Sistemas de Media y Alta Expansión	–
1.6Unidades y Fórmulas.....	–	8.1Información General y Requisitos	–
Capítulo 2 Publicaciones Mencionadas	–	8.2Mecanismos de Extinción	–
2.1General	–	8.3Uso y Limitaciones	–
2.2Publicaciones NFP A.....	–	8.4Tipos de Sistemas.....	–
2.3Otras publicaciones	–	8.5Sistemas que Protegen Uno o Más Riesgos	–
Capítulo 3 Definiciones	–	8.6Seguridad del Persona l.....	–
3.1General	–	8.7Sistemas de Operación y Control	–
3.2Definiciones Oficiales NFP A.....	–	8.8Suministro de Agua, Concentrado de	–
3.3Definiciones Generales	–	Espuma y Aire.....	–
Capítulo 4 Componentes del Sistema y Tipos de Sistemas	–	8.9Suministro de Aire.....	–
4.1General	–	8.10Localización del Equipo de Generación	–
4.2Suministros de Agua.....	–	de Espuma.....	–
4.3Concentrados de Espuma.....	–	8.11Sistemas de Distribución.....	–
4.4Compatibilidad del Concentrado	–	8.12Información General Sobre Sistemas de	–
4.5Dosificación de E spuma.....	–	Inundación Total	–
4.6Bombas de Concentrado de Espuma.....	–	8.13Requisitos para Espumas	–
4.7Tubería.....	–	8.14Mantenimiento de Volumen de Sumersión	–
4.8Tipos de Sistem as.....	–	para Espumas de Alta Expansión	–
4.9Sistemas de Operación y Control	–	8.15Reacondicionami ento.....	–
Capítulo 5 Diseño del Sistema	–	8.16Distribución	–
5.1Tipos de Riesgos	–	8.17Sistemas de Aplicación Local.....	–
5.2Métodos de Protección	–	8.18Especificaciones de Riesgos	–
5.3Tanques Exteriores de Techo Flotante y	–	8.19Requisitos de Espuma para Líquidos y	–
Tope Abie rto.....	–	Sólidos Inflamables y Combustibles	–
5.4Tanques Exteriores Cubiertos (Internos)	–	8.20Aplicaciones de Espuma para Gas Natural	–
de Techo Flotante	–	Licuado (GNL)	–
5.5Riesgos Interiores	–	8.21Dispositivos Generadores de Espuma	–
5.6Soportes de Carga	–	Portátiles	–
5.7Áreas Represadas – Ext eriores	–	Capítulo 9 Aplicaciones Marítimas	–
5.8Áreas de Derrames no Represadas	–	9.1General	–
5.9Protección Suplem entaria	–	9.2Sistemas Fijos de Espuma de Baja Expansión	–
Capítulo 6 Especificaciones y Planos	–	para Espacios de Maquin arias.....	–
6.1Aprobación de Planos	–	9.3Sistemas Fijos de Espuma de Baja Expansión	–
6.2Especificaciones	–	a Bordo para Buques Tanques de Petróleo y	–
6.3Planos	–	Químicos	–
Capítulo 7 Requisitos de Instalación	–	9.4Dispositivos de Salida de Espuma.....	–
7.1Bombas de Concentrado de Espuma.....	–	9.5Monitores	–
7.2Enjuague.....	–	9.6Mangueras de Mano	–
7.3Suministro de Energía.....	–	9.7Cálculos H idráulicos	–
7.4Tubería.....	–	9.8Válvulas de Aislamiento	–
		9.9Soportes de Suspensión, Soportes y	–
		Protección de Tuberías	–
		9.10Prueba e Inspección	–
		9.11Almacenamiento de Sistemas de	–
		Concentrados de Espuma	–
		9.12Disposiciones del Suministro	–

toda la aplicación de espuma requerida debe proveerse por medio de monitores para cubrir el área protegida.

A.9.9.2 Las tuberías deberían estar soportada uniformemente para evitar el movimiento por gravedad, levantamiento del barco por mal tiempo, impacto, y golpes de ariete. La tubería debería estar sostenida por piezas de acero.

A.9.9.3 La tubería del sistema de espuma de cubierta no es sustituto para ninguna porción de tubería de sistema de incendio del barco. Por el contrario, el requisito tiene por objeto aclarar que la espuma inyectada a la tubería de incendio del barco no substituye el sistema de espuma dedicado en la cubierta superior. El requisito no tiene la intención de evitar la dosificación de espuma en la tubería de incendio del barco. Esta capacidad puede ser de gran valor durante un incendio en el espacio de la maquinaria o cualquier otro incendio que involucre líquidos inflamables.

A.9.9.4 El sistema debería estar dispuesto para evitar la formación de hielo en cualquier parte del sistema. Se considera que las tuberías inclinadas y desagües manuales en puntos bajos cumplen los requisitos para que el sistema sea de desagüe espontáneo.

A.9.10.1 Para mayor información en relación con asuntos ambientales cuando se realizan pruebas de descarga del sistema, consultar el reporte ambiental (Anexo E).

A.9.11.1.1 El tanque principal de concentrado de espuma es el tanque que contiene el suministro calculado para satisfacer los requisitos de 9.3.4 y 9.3.5. La localización de los suministros de reserva de emergencia y suministros de concentrado de espuma para rellenar el tanque principal no está sujeta a las restricciones de 9.11.2. Sin embargo, todo el almacenamiento de concentrado de espuma está sujeto a otras estipulaciones de este capítulo tales como las relacionadas con la prevención de congelación y la compatibilidad de la espuma.

A.9.11.2.1 La corrosión ocurre en la superficie separadora del aire-espuma-tanque. Por lo tanto la pequeña área de superficie de esta separación en la cúpula produce menos corrosión que si la separación ocurre en el cuerpo del tanque. Las cúpulas de los tanques también se usan para reducir la superficie libre disponible sujeta a chapoteo. El chapoteo causa formación prematura de espuma y afecta negativamente la dosificación de la espuma. Además, el chapoteo puede causar agrietamiento u otros daños al tanque. La espuma también se evapora, así que es necesario el uso de un desfogue de presión al vacío (PV). El desfogue de presión de vacío permite que el aire entre al tanque a medida que se descarga el líquido, y permite que el aire salga del tanque mientras el líquido llena el tanque, y permite que la válvula el desfogue de presión evite la evaporación del concentrado.

A.9.12.1 Las Ilustraciones A.3.3.24.4(a) hasta A.3.3.24.4(b) muestran ejemplos de distribución aceptables. Debe tenerse en cuenta la necesidad de equipo de repuesto o redundante esencial.

A.9.12.2 Cuando las bombas de concentrado de espuma se enjuagan con agua de mar, la bomba debe estar construida de materiales apropiados para el uso con agua de mar.

A.9.12.3 Partes de TP 127 se consideran generalmente equivalentes a IEEE 45, *Prácticas Recomendadas para Instalaciones Eléctricas a Bordo*

A.9.13.5 Algunos selladores de uniones de tubería son solubles en concentrado de espuma.

A.10.3 Las pruebas de aceptación deberían ser como sigue:

(1) El sistema de espuma extinguirá un incendio de líquido inflamable si se opera dentro de los límites adecuados de presión y concentración de la solución y a una densidad de descarga por pie cuadrado suficiente (metro cuadrado) de superficie protegida. La prueba de aceptación del sistema de espuma debería verificar lo siguiente:

(a) Que todos los dispositivos de generación de espuma estén operando a la presión nominal del sistema y en la concentración nominal de espuma del sistema.

(b) Que se hayan efectuado pruebas tipo laboratorio, cuando sea necesario, para determinar que la calidad del agua y el líquido de la espuma son compatibles.

(2) La siguiente información se considera esencial para la evaluación del desempeño del sistema de espuma:

(a) Presión estática del agua

(b) Presión estabilizada del agua corriente tanto en la válvula de control como en un punto remoto de referencia en el sistema

(c) Régimen de consumo del concentrado de espuma

Debería determinarse la concentración del concentrado de espuma. El régimen de descarga de la solución puede calcularse desde los cálculos hidráulicos utilizando la presión de operación de entrada o del final del sistema o ambas. El régimen de consumo del concentrado líquido de espuma se puede calcular cronometrando un desplazamiento dado desde el tanque de almacenamiento o por medios refractométricos o de conductividad. La concentración calculada y la presión de la solución de espuma deberían estar dentro del límite operacional recomendado por el fabricante.

A.10.6 El régimen de consumo de concentrado puede medirse cronometrando un desplazamiento dado desde el tanque de almacenamiento de concentrado de espuma pero solamente en los sistemas donde el tanque de almacenamiento es lo suficientemente pequeño y el tiempo de la prueba lo suficientemente largo para que esto se pueda realizar con exactitud razonable.

A.10.6.3(2) El régimen de caudal del concentrado puede medirse cronometrando un desplazamiento dado desde el tanque de almacenamiento. La concentración de la solución puede medirse bien sea por medios refractométricos o de conductividad (*ver Sección C.2*), o puede calcularse usando los regímenes de caudal de la solución y el concentrado. Los regímenes

de caudal se pueden calcular utilizando las presiones de operación registradas de entrada o final del sistema o ambas.

A.11.1 Podría ser necesario el enjuague de la bomba de concentrado a intervalos periódicos o después de la descarga completa del concentrado.

A.11.2 Se recomiendan contratos de servicio permanente.

Anexo B Resumen de Protección de Tanques de Almacenamiento

Este anexo no es parte de los requisitos de este documento de la NFPA pero se incluye con fines informativos solamente.

B.1 Ver Tabla B.1.

Tabla B.1 Resumen de Protección de Tanques de Almacenamiento

Tanques de Techo Fijo (Cono) y Tipo Bandeja de Techo Flotante			Área de Cierre Anular Aplicable a Tanques de Techo Flotante (de Tope Abierto o Cubiertos)
Aplicación de Espuma por la Parte Superior			
Número de salidas de espuma requeridas	Hasta 24.4 m (80 pies) dia.	1 cámara de espuma	1 por cada 12.2 m (40 pies) de circunferencia con un dique de espuma de 304.8 mm (12 pulg) de altura
	24.7 a 36.6 m (81 a 120 pies) dia.	2 cámaras de espuma	1 por cada 24.4 m (80 pies) de circunferencia con un dique de espuma de 609.6 mm (24 pulg) de altura
	36.9 a 42.7 m (121 a 140 pies) dia.	3 cámaras de espuma	
	43 a 48.8 m (141 a 160 pies) dia.	4 cámaras de espuma	
	49.1 a 54.9 m (161 a 180 pies) dia.	5 cámaras de espuma	
	55.2 a 61 m (181 a 200 pies) dia.	6 cámaras de espuma	
	Más de 61.3 m (201 pies) dia. (Ver Tabla 5.2.4.2.1)	1 adicional por cada 465 m (5000 pies)	(Ver 5.3.3.1 y Sección 5.4)
Regímenes de aplicación para hidrocarburos	4.1 L/min·m (0.10 gpm/pie) de superficie del líquido (Ver Tabla 5.2.4.2.2)		12.2 L/min·m (0.30 gpm/pie) de área anular del anillo, por encima del cierre, entre la pared del tanque y la represa de espuma (Ver Sección 5.3)
Regímenes para solventes polares	Ver reporte de aprobación del fabricante		No está cubierto en la NFPA 11
Tiempos de descarga para hidrocarburos		Tipo I Tipo II	
	Punto de ignición 37.8°C a 60°C (100°F a 140°F)	20 min 30 min	20 min
	Punto de ignición por debajo de 37.8°C (100°F)	30 min 55 min	
	Petróleo crudo	30 min 55 min	(Ver Sección 5.3)
Solventes polares	Tipo I	30 min	No está cubierto en la NFPA 11
	Tipo II	55 min	

Tabla B.1 *Continuación*

Tanques de Techo Fijo (Cono) y Tipo Bandeja de Techo Flotante		Área de Cierre Anular Aplicable a Tanques de Techo Flotante (de Tope Abierto o Cubiertos)
Salidas de Espuma Debajo de los Cierres de Tanques De Techo Flotante o Cierre Secundario de Metal		
Número requerido	No aplica	<p>Cierre de zapata metálica 1 – por cada 39.6 m (130 pies) de circunferencia del tanque (no requiere dique de espuma) Cierre de tubo – Por encima de 152 mm (6 pulg) del tope del cierre al tope del pontón con salidas de espuma bajo el protector de intemperie metálico o cierre secundario 1 – Por cada 18.3 m (60 pies) de circunferencia del tanque (no requiere dique de espuma) Cierre de tubo – Menos de 152 mm (6 pulg) del tope del cierre al tope del pontón con salidas de espuma bajo protector de intemperie metálico o cierre secundario 1 – Por cada 18.3 m (60 pies) de circunferencia del tanque [requiere dique de espuma por lo menos 305 mm (12 pulg) de altura] (Ver 5.3.5.4)</p>
Regímenes de aplicación para hidrocarburos	No aplica	<p>Protección al tope del cierre con dique de espuma a 12.2 L/min·m (0.30 gpm/pie) del área anular del anillo. Todo por debajo del cierre con o sin represa de espuma a 20.4 L/min·m (0.50 gpm/pie</p>
Tiempos de descarga	No aplica	<p>20 min – con dique de espuma o bajo protector de intemperie metálico o cierre secundario</p>
Solventes polares	No aplica	No está cubierto por la NFPA

Tabla B.1 Continuación

Tanques de Techo Fijo (Cono) y Tipo Bandeja de Techo Flotante			Área de Cierre Anular Aplicable a Tanques de Techo Flotante (de Tope Abierto o Cubiertos)
Mangueras de Espuma y Monitores para Protección De Tanques			
Tamaño del tanque	Monitores para tanques hasta 18.3 m (60 pies) de diámetro Mangueras de mano para tanques menores de 9.2 m (30 pies) de diámetro y de menos de 6.1 m (20 pies) de altura (Ver 5.2.2.1.)		No se recomiendan monitores Las mangueras de mano son adecuadas para extinguir incendios periféricos en tanques de tope abierto y techo flotante (Ver 5.3.4)
Regímenes de aplicación para hidrocarburos	6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie (Ver 5.2.2.2, 5.2.2.3 y		6.5 L/min·m (0.16 gpm/pie para incendios periféricos en tanques de tope abierto y techo flotante (Ver 5.2.2.2, 5.2.2.3 y 5.2.2.4)
Tiempos de descarga	Punto de inflamación por debajo de 37.8°C (100°F)	65 min	Usar los mismos tiempos que para incendios periféricos en tanques de tope abierto y techo flotante
	Punto de inflamación de 37.8°C a 60°C (100°F a 140°F)	50 min	
	Petróleo crudo (Ver 5.2.2.3)	65 min	
Salidas de Aplicación Subsuperficial			
Número requerido	Las mismas de la tabla para cámaras de espuma, arriba. (Ver 5.2.4.1, 5.2.4.2 y		No se recomiendan
Regímenes de aplicación para hidrocarburos	Mínimo 4.1 L/min·m (0.1 gpm/pie) de superficie de líquido Máximo 8.2 L/min·m (0.2 gpm/pie La velocidad de la espuma desde la salida no debe exceder 3.05 m/seg (10 pies/seg) para líquidos Clase 1B o 6.1 m/seg (20 pies/seg) para todos los otros líquidos (Ver 5.2.4.2 y 5.2.4.3)		No se recomiendan
Tiempos de descarga	Punto de inflamación 37.8°C (100°) a 60°C (140°F)	30 min	No se recomienda
	Punto de inflamación por debajo de 37.8°C (100°F)	55 min	
	Petróleo crudo (Ver 5.2.4.3)	55 min	
Solventes polares	No se recomienda		No se recomienda

Para unidades SI: 1 gpm/pie = 40.746 L/min·m ; 1 pie = 0.305 m;
1 pie² = 0.0929 m²; 1 pulg = 25.4 mm; ° C = ° F - 32/1.8; pies/seg = 0.305 m/seg.

Anexo C Pruebas para las Propiedades Físicas de la Espuma

Este anexo no es parte de los requisitos de este documento de la NFPA pero se incluye con fines informativos solamente.

C.1 Procedimientos para Medir los Regímenes de Expansión y Desagüe de las Espumas.

C.1.1 Muestreo de Espumas. El objeto del muestreo de espumas es obtener un espécimen típico de la espuma que se va a aplicar a superficies incendiadas bajo condiciones de incendio previstas. Como las propiedades de la espuma son muy susceptibles a modificación por el uso de técnicas inadecuadas, es sumamente importante que se sigan los procedimientos prescritos.

El colector está diseñado primordialmente para facilitar el acopio rápido de espuma de patrones de baja densidad. Con fines de regularización, se usa también para todos los muestreos, excepto cuando las muestras de espuma producida a presión se están sacando de una derivación de línea. El respaldo inclinado en ángulo de 45 grados es apropiado para usar con los chorros verticales que caen de los aplicadores aéreos lo mismo que los chorros dirigidos horizontalmente. [Ver Ilustración C.1.1(a) y C.1.1.(b)]

El recipiente usual tiene 200.67 mm (7.9 pulg) de profundidad y 99.06 mm (3.9 pulg) de diámetro interno (1600 ml) y está hecho preferiblemente de aluminio o bronce de 1.55 mm (1/16 pulg) de calibre. El fondo está inclinado hacia el centro donde se provee un desagüe de 6.4 mm (1/4 pulg) equipado con una válvula de 6.4 mm (1/4 pulg) para extraer la solución de espuma. [Ver Ilustración C.1.1(b)]

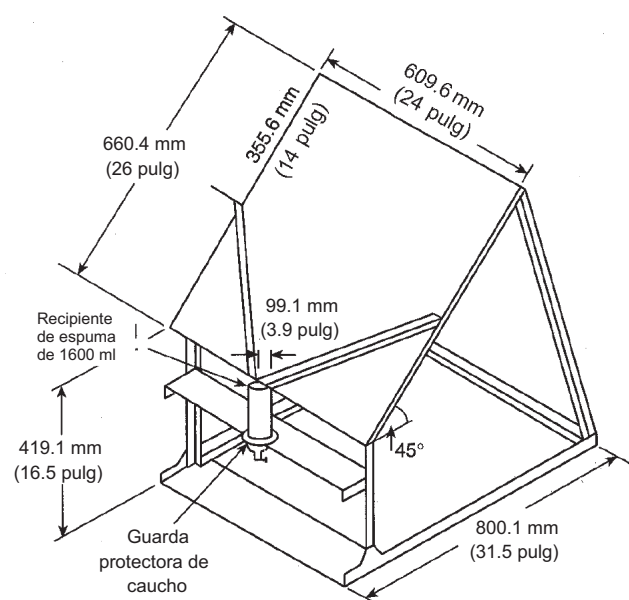


Ilustración C.1.1(a) Colector de Muestras de Espuma

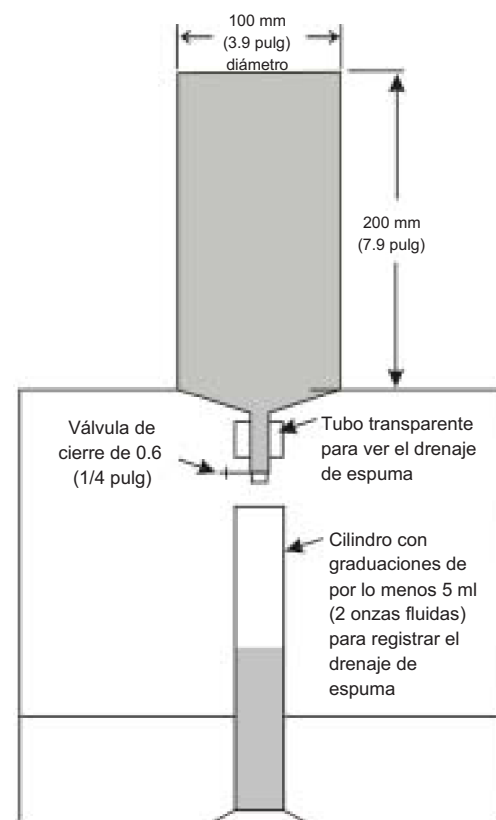


Ilustración C.1.1(b) Recipiente de Espuma de 1600 ml.

C.1.2 Pistolas o Boquillas de Manguera. (Se supone que la pistola o boquilla es capaz de movimiento durante la operación para facilitar la colección de la muestra.) Es importante que las muestras de espuma que se toman para análisis representen lo más cercanamente posible la espuma que llega hasta la superficie incendiada en un procedimiento normal de combate de incendio. Con dispositivos de chorro ajustable, se deberían tomar muestras tanto desde la posición del chorro directo como totalmente disperso, y si es posible desde otras posiciones intermedias.

Inicialmente, el colector debería estar colocado a distancia adecuada de la boquilla para que sirva como centro del patrón receptor. La boquilla o pistola debería ponerse a funcionar mientras está desviada hacia un lado del colector. Después de que se hayan estabilizado presión y operación, el chorro se mueve hacia el centro del colector. Cuando se ha acumulado suficiente volumen de espuma para llenar las vasijas de muestras, generalmente en pocos segundos, se pone un cronómetro para cada una de las muestras con objeto de proveer la «hora cero» de la prueba de drenaje que se describe más adelante. Inmediatamente, la boquilla se desvía del colector, se retiran los recipientes de muestra, y se rasa el tope con un instrumento de borde recto. Después de que se haya limpiado toda la espuma de la parte externa del recipiente, la muestra queda lista para análisis.

C.1.3 Dispositivos Aéreos . (Se supone que los dispositivos son fijos y no se pueden mover.) Antes de iniciar el chorro, el colector se sitúa dentro del área de descarga donde se espera que ocurra un patrón típico de espuma. Los dos recipientes de muestras se retiran antes de colocar el colector. El sistema de espuma se acciona y se deja equilibrar, entonces el técnico, llevando la vestimenta apropiada, entra al área sin demora. Los recipientes de muestras se colocan y se dejan sobre el tablero del colector hasta que estén debidamente llenos. Se inician los cronómetros para cada una de las muestras para dar la «hora cero» para la prueba de drenaje que se describe más adelante. Durante el ingreso y salida del operador a través del área de precipitación de la espuma, los recipientes deberían estar debidamente protegidos de la espuma externa. Inmediatamente después de retirar las muestras del área de precipitación de la espuma, se debe rasar el tope con un instrumento de borde recto, y limpiar toda la espuma del exterior del recipiente. La muestra queda entonces lista para el análisis.

C.1.4 Espuma a Presión . (Se supone que la espuma está fluyendo bajo presión desde una bomba de espuma o aspirador de alta presión hacia una salida inaccesible del tanque.) Una derivación de 25.4 mm (1 pulg) equipada con una válvula de bola debería situarse lo más cerca posible del punto de aplicación de la espuma. La conexión debería terminar en una sección de aproximadamente 457 mm (18 pulg) de tubo de caucho flexible para facilitar el llenado del recipiente de la muestra. Al extraer la muestra, la válvula debería abrirse al máximo posible sin causar salpicadura excesiva o arrastre de aire dentro del recipiente. Debe tenerse cuidado de eliminar las bolsas de aire en la muestra. Al llenar cada recipiente, se inicia un cronómetro para dar la «hora cero» para la prueba de drenaje que se describe más adelante. Cualquier exceso de espuma se quita del tope con un filo recto, y toda la espuma adherida al exterior de recipiente se limpia. La muestra queda lista entonces para el análisis.

C.1.5 Cámaras de Espuma . En algunos casos cuando los generadores de espuma están integrados con las cámaras de espuma sobre el anillo superior del tanque, los métodos de muestreo descritos en C.1.1 hasta C.1.4 podrían no ser factibles. En este caso será necesario improvisar, asegurándose de indicar en el informe de los resultados cualquier procedimiento o condición inusual. Cuando hay acceso al chorro de espuma fluente, el recipiente puede insertarse en la orilla del chorro para separar una parte para la muestra. La otra alternativa es sacar espuma de una capa del manto ya en la superficie. Aquí debería intentarse obtener una sección o corte transversal completo de espuma en toda su profundidad pero sin tocar el combustible que está debajo de la capa de espuma. La dificultad más grande en la extracción de muestras del manto de espuma es el factor de retardo de tiempo mientras se acumula una capa suficientemente profunda para sacar la muestra. A regímenes normales de aplicación, se puede tardar unos minutos en acumular las varias pulgadas de profundidad requeridas, y este tiempo probablemente afectará los resultados de la

prueba. El grado de error así incurrido dependerá del tipo de espuma involucrada, pero puede variar en porcentajes desde cero hasta varios cientos.

En una instalación de tubo de Moeller es aconsejable tomar la muestra directamente a lo largo del tubo mientras la espuma mana en suficiente volumen.

Inmediatamente después de llenar el recipiente, se inicia un cronómetro para dar la «hora cero» para la prueba de drenaje que se describe más adelante. Cualquier exceso de espuma se rasa con un instrumento de borde recto, y se limpia toda la espuma del exterior del recipiente. Entonces la muestra está lista para análisis.

C.1.6 Prueba de Espuma. Las muestras de espuma obtenidas en los procedimientos descritos en C.1.1 hasta C.1.5 se analizan para expansión, 25 por ciento del tiempo de drenaje, y concentración de la solución de espuma. Se recomienda que se obtengan muestras dobles siempre que sea posible y se promedien los resultados para obtener los valores finales. Sin embargo, cuando esto se dificulta por falta de personal suficiente o equipo, una muestra debería considerarse aceptable.

Se requieren los siguientes dispositivos:

- (1) Dos recipientes de muestras de 1600 ml (54.1 onzas fluidas)
- (2) Un tablero de colección de espuma
- (3) Una balanza [balanza de brazo triple, 2160 g (5.7 lb.) de capacidad]

C.1.7 Procedimiento. Antes de la prueba, se deberían pesar los recipientes vacíos equipados con manguera de desagüe y abrazadera para obtener el peso de tara o embalaje. (Todos los recipientes deberían ajustarse para obtener el mismo peso de tara, con el fin de evitar confusiones en el manejo.) Cada muestra de espuma se pesa hasta el gramo siguiente y la expansión se calcula de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Peso lleno} - \text{peso vacío}}{\text{Peso vacío}} = \text{Expansión}$$

(Todos los pesos expresados en gramos)

C.1.8 Determinación del 25 por ciento de tiempo de Drenaje de la Espuma. La velocidad de goteo de la espuma desde la masa de espuma se llama velocidad de drenaje y en una indicación específica del grado de capacidad de retención de agua y la fluidez de la espuma. Se usa un solo valor para expresar las velocidades relativas de drenaje de diferentes espumas en el «25 por ciento del tiempo de drenaje», que es el tiempo en minutos que se toma en drenar el 25 por ciento de la solución total contenida en el recipiente de espuma.

Se requieren los siguientes dispositivos:

- (1) Dos cronómetros
- (2) Un soporte para muestras

(3) Probetas plásticas de 3.38 onzas fluidas (100 ml) de capacidad

C.1.9 Procedimiento . Esta prueba se realiza sobre la misma muestra de espuma usada en la determinación de expansión. La división del peso neto de la muestra de espuma por 4 dará el 25 por ciento de volumen (en mililitros) de solución contenida en la espuma. Para determinar el tiempo requerido para el drenaje de este volumen, debería colocarse el recipiente de la muestra sobre un soporte, como se observa en la Ilustración C.1.1(b) y la solución acumulada en el fondo del recipiente debería extraerse en una probeta a intervalos uniformes adecuados. Los intervalos a los cuales se extrae la solución acumulada dependen de la expansión de la espuma. Para espumas con expansión de 4 a 10, debería usarse intervalos de 30 segundos, y para espuma de 10 o más de expansión, debería usarse intervalos de 4 minutos debido a la velocidad menor de drenaje de estas espumas. De esta manera, se obtiene una relación tiempo-volumen de drenaje, y después de que se ha sobrepasado el 25 por ciento de volumen, se interpola de los datos el 25 por ciento del tiempo de drenaje. El siguiente ejemplo muestra cómo se hace esto. El peso neto de la muestra de espuma es 180 gramos. Como 1 gramo de solución de espuma ocupa esencialmente un volumen de 20 ml (.68 onzas fluidas), el volumen total de solución contenido en la muestra dada es 180 ml (6.1 onzas fluidas).

$$\begin{aligned}\text{Expansión} &= \frac{\quad}{180 \text{ ml}} = 8.9 \\ 25\% \text{ volumen} &= \frac{180 \text{ ml}}{\quad} = 45 \text{ ml}\end{aligned}$$

La información de volumen tiempo-solución se registra como lo muestra la Tabla C.1.9.

El 25 por ciento del volumen de 1.52 onzas fluidas (45 ml) cae en un período entre 2.0 y 2.5 minutos. El incremento adecuado para sumar al menor valor de 2.0 minutos se determina por la interpolación de la información:

$$\frac{45 \text{ ml (25\% vol.)} - 40 \text{ ml (2.0 min vol.)}}{50 \text{ ml (2.5 min. vol.)} - 40 \text{ ml (2.0 min. vol.)}} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$$

El 25 por ciento del tiempo de desagüe es el medio de 2.0 y 2.5 minutos, o 2.25 minutos, que se redondea a 2.3 minutos.

Se debe tratar de hacer las pruebas de espuma con agua a temperaturas entre 15.6°C y 26.7°C (60°F y 80°F). Las temperaturas del agua, aire y la espuma deben anotarse en los resultados. La temperatura menor del agua tiende a disminuir los valores de expansión y a aumentar los valores de tiempo de drenaje.

NOTA: Cuando se manejan espumas de drenaje rápido, tener en cuenta que estas pierden rápidamente su solución y que la determinación de la expansión se debe realizar rápida-

mente para no perder el 25 por ciento de volumen de drenaje. El cronómetro debe iniciarse en el momento en que el recipiente de espuma se llena y sigue funcionando durante el tiempo que se está pesando la espuma. Se recomienda que se aplase la pesada de la expansión hasta después de que se haya registrado la información de la curva de drenaje.

Tabla C.1.9 Tiempo de Drenaje de la Muestra de Espuma.

Tiempo (min.)	Volumen de la Solución Desaguada	
	ml	Onzas fluidas

C.2 Determinación de la Concentración de Solución de Espuma.

C.2.1 General. Esta prueba se usa para determinar el porcentaje de concentración de la espuma en la solución que se usa para generar espuma. Se usa generalmente como medio de determinar la exactitud del equipo proporcionador del sistema. Si el grado o % de inyección de concentrado de espuma varía mucho con el de diseño, esto puede afectar anormalmente los valores de calidad de expansión y drenaje de la espuma, lo que a su vez influye en el desempeño de la espuma en el incendio.

Hay dos métodos aceptables de medir el porcentaje de concentrado de espuma en el agua. Ambos métodos se basan en la comparación de las muestras de prueba de solución de espuma usando soluciones de concentración conocido, midiéndoles y diagramando en una línea patrón de porcentaje de concentración conocido versus lectura de los instrumentos.

C.2.1.1 Método de Índice de Refracción. Se usa un refractómetro manual para medir el índice de refracción de las muestras de solución de espuma. Este método no es muy exacto para AFFF o AFFFs resistentes al alcohol ya que estas exhiben típicamente lecturas muy bajas de índice de refracción. Por esta razón sería preferible el método de conductividad cuando se usan estos productos.

C.2.1.1.1 Equipo. Se prepara una curva básica (calibración) usando los siguientes dispositivos:

- (1) Cuatro botellas plásticas con tapa de 100 ml (3.4 onzas fluidas) o mayores
- (2) Una probeta de medir [10 ml (0.34 onzas fluidas)] o jeringa [10 cc (0.34 onzas fluidas)]
- (3) Un cilindro graduado de 100 ml (3.4 onzas fluidas) o mayor
- (4) Tres varillas magnéticas de agitación con cubierta de plástico

(5) Un refractómetro de mano – American Optical Model 10400 o 10441, Atago NI, o equivalente

(6) Papel milimetrado estándar

(7) Regla u otro filo recto

C.2.1.1.2 Procedimiento. Utilizando agua y concentrado de espuma del sistema que se va a probar, hacer tres soluciones estándar usando una probeta graduada de 100 ml (3.4 onzas fluidas) o mayor. Estas muestras deben tener el porcentaje nominal de inyección deseado, el porcentaje nominal más 1 por ciento, y el porcentaje nominal menos 1 por ciento. Colocar el agua en la probeta de 100 ml (3.4 onzas fluidas) o más (dejando espacio suficiente para el concentrado de espuma), y entonces medir cuidadosamente las muestras de concentrado de espuma en el agua usando la jeringa. Tener cuidado de no recoger aire en las muestras de concentrado de espuma. Vaciar cada solución de espuma medida de la probeta de 100 ml (3.4 onzas fluidas) o más en una botella plástica de 100 ml (3.4 onzas fluidas) o más. Cada botella debe estar marcada con el porcentaje de solución que contiene. Poner una varilla de agitación en la botella, tapar la botella, y agitarla completamente para mezclar la solución de espuma.

Después de mezclar totalmente las muestras de solución de espuma, se debe tomar la medida del índice de refracción de cada muestra de porcentaje de solución de espuma. Esto se hace colocando unas pocas gotas de la solución en el prisma del refractómetro, cerrando la placa de cubierta, y observando la lectura en la regla de medida correspondiente a la intersección del campo oscuro con el claro. Como el refractómetro tiene compensación térmica, puede tomar de 10 a 20 segundos para leer la muestra correctamente. Es importante tomar todas las lecturas del refractómetro a temperaturas ambientes de 10° C (50° F) o más.

Utilizando papel milimetrado estándar, diagramar las lecturas de índices de refracción sobre un eje y las lecturas de porcentaje de concentración sobre el otro. (Ver Ilustración C.2.1.1.2.) Esta línea proyectada servirá como curva patrón para la serie de pruebas. Reservar las muestras de solución para el caso que se necesite verificar las medidas.

C.2.1.1.3 Muestreo y Análisis. Recoger muestras de solución de espuma del sistema proporcionador, teniendo cuidado en tomar la muestra a una distancia adecuada corriente abajo del proporcionador que se está probando. Tomar las lecturas de índice de refracción de la muestra y compararlas con la curva patrón para determinar el porcentaje de las muestras.

C.2.1.2 Método de Conductividad . Este método está basado en los cambios de conductividad eléctrica cuando se añade concentrado de espuma al agua. Un medidor manual de conductividad (como se ve en la Ilustración C.2.1.2) se usa para medir la conductividad de las soluciones de espuma en unidades micro siemens. La conductividad es un método muy exacto, siempre y cuando haya cambios substanciales en

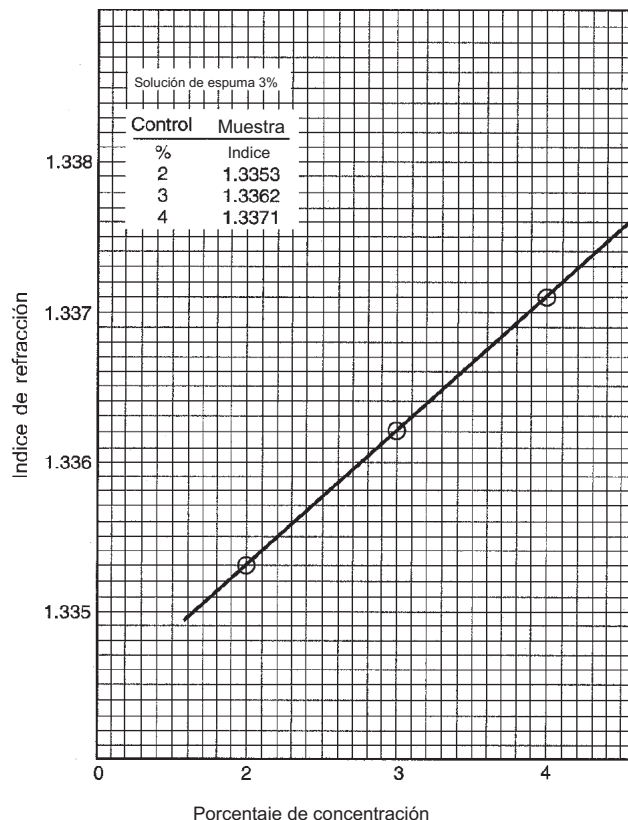


Ilustración C.2.1.1.2 Gráfico Típico de Índice de Refracción Versus Concentración de Espuma.

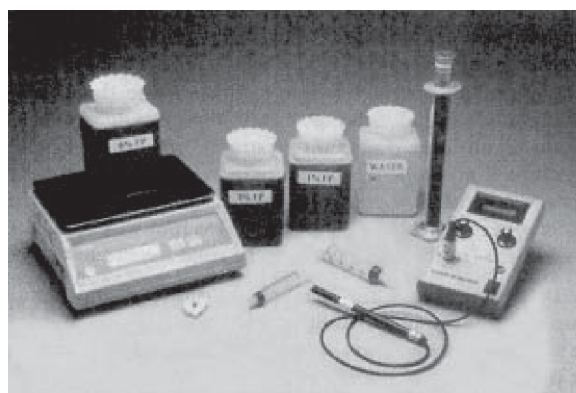


Ilustración C.2.1.2 Equipo Necesario para medir Proporcionamiento por el Método de Conductividad .

conductividad, cuando se agrega concentrado al agua en porcentajes relativamente bajos. Como el agua salada o salobre es muy conductora, este método podría no ser adecuado debido a los pequeños cambios en conductividad que se presentan cuando se agrega el concentrado de espuma. Será necesario hacer soluciones de espuma y agua con anticipación para determinar si se pueden detectar cambios adecuados en conductividad si la fuente de agua es salada o salobre.

C.2.1.2.1 Equipo. Preparar una curva base (de calibración) usando los siguientes aparatos:

- (1) Cuatro botellas plásticas con tapa de 100 ml (3.4 onzas fluidas) o mayores
- (2) Una probeta de medir [10 ml (0.34 onzas fluidas)] o jeringa [10 cc (0.34 onzas fluidas)]
- (3) Un cilindro graduado de 100 ml (3.4 onzas fluidas) o mayor
- (4) Tres varillas magnéticas de agitación con cubierta de plástico
- (5) Un medidor portátil de conductividad de temperatura compensada – Omega Model CDH-70, VWR Scientific Model 23198-014, o equivalente
- (6) Papel milimetrado estándar
- (7) Regla u otro filo recto

C.2.1.2.2 Procedimiento. Utilizando agua y concentrado de espuma del sistema que se va a probar, hacer tres soluciones estándar usando una probeta graduada de 100 ml (3.4 onzas fluidas) o mayor. Estas muestras deben tener el porcentaje nominal de inyección deseado, el porcentaje nominal más 1 por ciento, y el porcentaje nominal menos 1 por ciento. Colocar el agua en la probeta de 100 ml. (3.4 onzas fluidas) o mayor (dejando espacio suficiente para el concentrado de espuma), y entonces medir cuidadosamente las muestras de concentrado de espuma en el agua usando la jeringa. Tener cuidado de no recoger aire en las muestras de concentrado de espuma. Vaciar cada solución de espuma medida de la probeta de 100 ml (3.4 onzas fluidas) o más en una botella plástica de 100 ml (3.4 onzas fluidas) o más. Cada botella debe estar marcada con el porcentaje de solución que contiene. Poner una varilla de agitación en la botella, tapar la botella, y agitarla completamente para mezclar la solución de espuma.

Después de preparar las tres soluciones de espuma de esta manera, medir la conductividad de cada solución. Consultar las instrucciones que venían con el medidor de conductividad para determinar los procedimientos adecuados para tomar las lecturas. Será necesario cambiar el medidor a la posición correcta de margen de conductividad para obtener la lectura adecuada. La mayoría de las espumas de base sintética usadas con agua pura producen lecturas de conductividad de la solución de espuma de menos de 2000 microsiemens. Las espumas basadas en proteínas producen generalmente lecturas de conductividad de más de 2000 microsiemens en soluciones de agua pura. Debido al dispositivo de compensación térmica del medidor de conductividad, se puede demorar un corto tiempo para obtener una lectura consistente.

Una vez se hayan medido y registrado las muestras de solución, reservar los frascos para consulta de control de las muestras. Las lecturas de conductividad deben diagramarse en el papel milimetrado. (Ver Ilustración C.2.1.2.2.) Es muy conveniente colocar el porcentaje de solución de espuma en

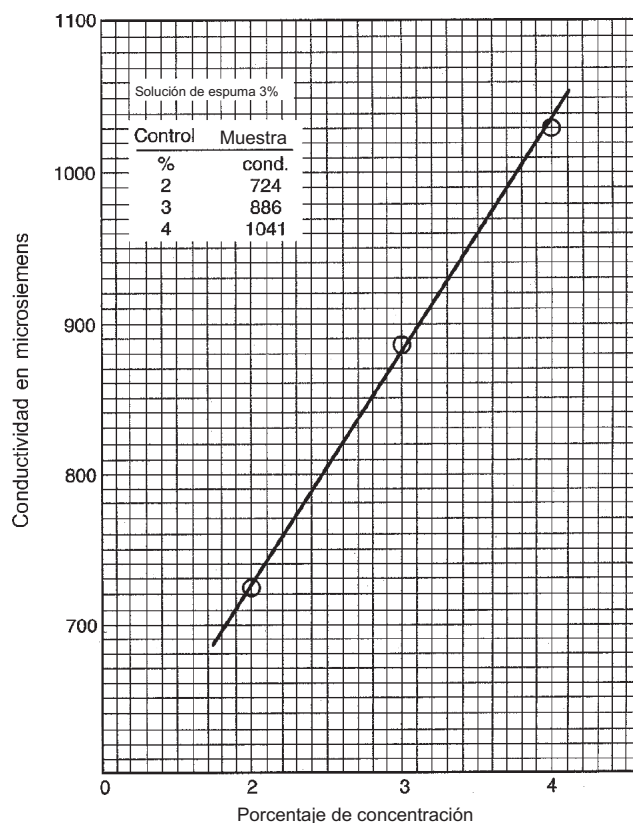


Ilustración C.2.1.2.2 Gráfico Típico de Conductividad Versus Concentración de Espuma.

el eje horizontal y las lecturas de conductividad en el eje vertical.

Usar una regla o borde recto para trazar una línea que conecte los tres puntos. Aunque podría no ser posible tocar los tres puntos con una línea recta, éstos deberían quedar muy cerca. Si no, repetir las medidas de conductividad, y si es necesario, preparar nuevas soluciones de muestra de control hasta que todos los puntos queden trazados en una línea casi recta. Este diagrama servirá como la curva patrón (calibración) que se va a usar para la serie de pruebas.

C.2.1.2.3 Muestreo y Análisis. Recoger muestras de solución de espuma del sistema proporcionador cuidando que la muestra se tome a distancia adecuada corriente abajo del proporcionador que se está probando. Usar las muestras de solución de espuma que se han dejado desaguar de la espuma expandida puede resultar en lecturas falsas de conductividad y, en consecuencia, no se recomienda este procedimiento.

Una vez se hayan recogido una o más muestras, leer su conductividad y encontrar el porcentaje correspondiente en la curva patrón preparada de las soluciones de muestras de control de concentración conocida.

C.3 Interpretación de los Resultados de Pruebas de Espuma.

Cuando la intención de las pruebas descritas en C.1 y C.2 es verificar la eficiencia de operación o condición de reserva, solamente es necesario comparar los resultados con las normas del fabricante. Se debería consultar a los fabricantes si ocurre cualquier desviación apreciable.

Después de un corto tiempo de práctica con el procedimiento de prueba, se observará que hay una gran variedad de propiedades físicas en la espuma. No solamente puede variar el valor de expansión de 3 a 20, sino que a la vez el 25 por ciento de tiempo de drenaje puede también variar desde unos segundos hasta varias horas. Estas variaciones producen espumas con apariencias desde consistencia acuosa hasta de crema batida espesa.

Se ha observado que la solución de espuma escurre rápidamente de las espumas muy aguadas, mientras que el goteo es muy lento en espumas espesas consistentes, no es posible hacer una espuma que sea fluida y fluya libremente y, al mismo tiempo, capaz de retener a su solución de espuma. Desde el punto de vista de la formación rápida de una capa de espuma cohesiva y el flujo rápido alrededor de las obstrucciones, es deseable una espuma tipo fluido; sin embargo, las espumas de esta naturaleza pierden su agua rápidamente, lo que puede reducir su resistencia a la reignición y acortar el tiempo efectivo de sellado. Por otro lado, las espumas que retienen su agua por largo tiempo son rígidas y no se esparcen rápidamente sobre el área incendiada. Por lo tanto, la práctica en el combate de incendios señala un compromiso entre estas dos propiedades opuestas de la espuma con el fin de obtener una espuma óptima. La espuma óptima se define como aquella espuma con propiedades físicas definidas por su tiempo de expansión y su tiempo de drenaje, que apaguen el incendio más rápidamente, a un régimen de aplicación más bajo, o con menos consumo de agua que cualquiera otra espuma.

Numerosas pruebas de incendio realizadas en el curso de trabajos de investigación y desarrollo han demostrado que las características de una espuma óptima dependen del tipo de incendio y el modo de aplicación de la espuma. La experiencia de muchos años de resultados satisfactorios confirma este punto de vista. Por ejemplo, en un gran tanque de almacenamiento de combustible se puede aplicar suavemente espuma desde una cámara recorriendo y cubriendo 18.8 m (65 pies) a través de una superficie incendiada para sellar el combustible. En este caso, la espuma óptima es físicamente diferente de la

que salpica, chapotea cuando se aplica desde una pistola y con la cual se puede dirigir la aplicación como se necesite, y la espuma tiene que fluir a no más de un metro (40 pulg) para formar un sello. No se han realizado especificaciones completas de los diferentes métodos de aplicación; sin embargo, para usar como guía, se presenta la mejor información disponible hasta el momento.

C. 4 Inspección del Concentrado de Espuma. Para determinar el estado del aparato y el concentrado de espuma y con el fin de entrenar al personal, debería producirse espuma con boquillas de espuma portátiles anualmente. Después de esta operación, el recipiente del concentrado (tarro) se debe cortar para abrirlo y examinar para buscar depósitos de sedimento, costra, etc., que puedan afectar la operación del equipo.

Cuando el concentrado se almacena en tanques, se debe extraer anualmente una muestra del fondo del tanque, y probarse la producción actual de la espuma como se especifica arriba, usando una boquilla portátil de espuma y la muestra extraída para verificar la calidad de la espuma producida.

En caso de que se descubra sedimentación del concentrado, se debería consultar al fabricante inmediatamente.

Anexo D Hoja de Datos de Combate de Incendios con Espuma.

Este anexo no es parte de los requisitos de este documento de la NFPA pero se incluye con fines informativos solamente.

D.1. La siguiente hoja de datos (ver *Ilustración D.1*) se usa para registrar y evaluar información sobre incendios reales y pruebas de incendio donde se utiliza espuma para combatir el incendio. Esta información puede tenerse en cuenta para la evaluación de sugerencias de cambios de esta norma. Se solicita a las personas que tengan conocimiento de estos incendios llenar el formulario y enviarlo a la siguiente dirección:

National Fire Protection Association
1 Batterymarch Park
P.O. Box 9101
Quincy, MA 02269-9101

En caso de ataques múltiples o reignición del mismo incendio, se deberían preparar hojas de datos adicionales para cada ataque.

9.13 Materiales de Tuberías	—	Anexo A Material Aclaratorio	—
Capítulo 10 Prueba y Aceptación	—	Anexo B Resumen de Protección de Tanques de Almacenamiento	—
10.1 Inspección y Examen Visual.....	—	Anexo C Pruebas de las Propiedades Físicas de la Espuma	—
10.2 Enjuague después de Instalación	—	Anexo D Hoja de Información de Combate de Incendios con Espuma	—
10.3 Pruebas de Aceptación.....	—	Anexo E Principios Ambientales de la Espuma	—
10.4 Pruebas de Presión	—	Anexo F Método de Prueba para Concentrados de Espuma para Combate Marítimo de Incendios para Protección de Riesgos de Hidrocarburos	—
10.5 Pruebas de Operación	—	Anexo G Calidad del Concentrado de Espuma	—
10.6 Pruebas de Descarga.....	—	Anexo H Referencias de Información	—
10.7 Restauración del Sistema.....	—	Índice	—
Capítulo 11 Mantenimiento	—		
11.1 Inspección Periódica	—		
11.2 Equipo de Producción de Espuma	—		
11.3 Tubería.....	—		
11.4 Filtros	—		
11.5 Equipo de Detección y Accionamiento.....	—		
11.6 Inspección de Concentrados de Espuma.....	—		
11.7 Instrucciones de Operación y Entrenamiento.....	—		

Fecha del incendio _____	Otras (Nombre) _____
Hora del incendio _____	Dispositivos de descarga _____
Localización [Ciudad, estado, provincia, instalación (si está disponible)] _____	Tipo (Manguera, monitor, generador de espuma, inyección subsuperficial, etc.) _____
Tamaño del incendio (Dimensión del tanque, del foso, del derrame, y extensión del compromiso) _____	Método de aplicación (Precipitada, suave, tablero de contención) _____
Fuente de ignición (Especificar si es prueba) _____	Número _____
Método de detección _____	Flujo de cada uno _____
Combustible: Tipo general (Indicar porcentaje de contenido de solvente polar o aditivos) _____	Presión estimada en cada uno _____
Presión Reid de vapor (psia) _____	Régimen de aplicación, total (gpm/pie) _____
Temperatura inicial _____	Dosificación _____
Punto de ignición _____	Porcentaje (1%, 3%, 6%, otro. Identificar si premezclado) _____
Profundidad antes del incendio: _____	Tipo de proporcionador: (Tubo de succión por vacío, proporcionador en línea, tanque con proporcionador a presión, proporcionador de bomba, proporcionador regulado, tanque de vejiga y controlador, bomba de motor de agua acoplado) _____
Combustible _____	Agua _____
Fondo del agua _____	Salada _____ Pura _____ Otras (especificar) _____
Profundidad después del incendio: _____	Temperatura _____
Combustible _____	Fuente _____
Fondo del agua _____	Aditivos _____
Condiciones ambientales: Temperatura _____	Descripción del riesgo e instalaciones (interior, exterior, encerrada o sin encerrar, material del tanque) _____
Humedad _____	
Precipitación _____	Aplicación de enfriamiento exterior _____
Dirección del viento _____	Propiedades de la espuma (identificar aparatos usados) _____
Velocidad del viento _____	Aparato _____
Incluyendo ráfagas _____	Expansión _____
Quema inicial antes de aplicación de la espuma _____	25% de drenaje _____
	Reignición _____
Tiempo de control (90%) _____	Sellado _____
Tiempo de extinción _____	Breve escenario _____
Tiempo de descarga después de la extinción _____	
Hora de reignición _____	Circunstancias inusuales _____
Concentrado de espuma _____	Laboratorio de prueba observado por tercera persona _____
[Tipo de espuma (calcular cantidad de cada tipo)] _____	
Proteína (P) _____	Presentador _____
Fluoroproteínica (FP) _____	Lugar de contacto _____
Productora de película acuosa (AFFF) _____	Número de teléfono _____
Fluoroproteínica productora de película (FFP) _____	
Sintética (SYN) _____	
Resistente al alcohol (ARF) _____	
(Indicar si de base P, FP o AFFF) _____	

Ilustración D.1 Hoja de Datos de Combate de Incendios con Espuma.

Anexo E Principios Ambientales de la Espuma

Este anexo no es parte de los requisitos de este documento de la NFPA pero se incluye con fines informativos solamente.

E.1 Resumen . Las espumas para combate de incendio consignadas en esta norma tienen un papel vital en la protección contra incendios en todo el mundo. Su uso ha demostrado ser esencial para el control de amenazas de incendio de líquidos inflamables inherentes en la operación de aeropuertos, zonas de almacenaje de combustibles y procesamiento de petróleo, transporte por carreteras y ferrocarriles, aplicaciones marítimas, e instalaciones industriales. La capacidad de la espuma para extinguir rápidamente incendios de derrames de líquidos inflamables indudablemente ha salvado vidas, reducido las pérdidas de propiedad, y ayudado a minimizar la contamina-

ción global que puede resultar de la quema incontrolada de líquidos inflamables, disolventes, y líquidos industriales.

Sin embargo, con la creciente conciencia ambiental, recientemente la preocupación se ha enfocado en el impacto ambiental adverso de las descargas de soluciones de espuma. La preocupación ambiental son la toxicidad de los peces, biodegradabilidad, tratabilidad en las plantas de aguas residuales, y la carga de nutrientes. Todas estas son motivo de preocupación cuando las soluciones finales del uso de espumas llegan a los sistemas de agua natural o doméstica. Adicionalmente, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) ha destacado un problema potencial con algunos concentrados de espuma al poner los éteres de glicol y el glicol etileno, disolventes comunes en algunos concentrados de espuma, en la lista de contaminantes peligrosos del aire bajo las Enmiendas del «Clean Air Act» de 1990.

El objeto de este anexo es tratar lo siguiente:

- (1) Suministrar a los usuarios de espumas información resumida sobre asuntos ambientales de la espuma
- (2) Destacar el estado de las regulaciones aplicables
- (3) Ofrecer guías para manejar las regulaciones, y sugerir fuentes de información adicional
- (4) Estimular la planeación de escenarios de descarga de espuma (incluyendo contacto previo con los operadores locales de plantas de tratamiento de aguas residuales)

Se debe enfatizar que no es la intención de este anexo limitar o restringir el uso de espumas para combate de incendios. El comité sobre espuma cree que las ventajas de seguridad contra incendio del uso de espuma son mayores que los riesgos de problemas potenciales del medio ambiente. La meta final de esta sección es fomentar el uso de la espuma de manera responsable hacia el medio ambiente para minimizar el riesgo debido a su uso.

E. 2 Alcance. La información que se da en esta sección cubre las espumas para combate de incendios de líquidos combustibles e inflamables de Clase B. Las espumas para este fin incluyen espuma de proteína, espuma fluoroproteica, espuma fluoroproteica formadora de película (FFFP), y espumas sintéticas como la espuma productora de película acuosa (AFFF).

Algunas espumas contienen disolventes que pueden requerir reportarlas según regulaciones ambientales federales, estatales o locales. En general, las espumas sintéticas como la AFFF, se biodegradan más lentamente que las espumas a base de proteínas. Las espumas a base de proteínas pueden ser más propensas a la carga de nutrientes y carga de choque de las instalaciones de tratamiento debido a su alto contenido de nitrógeno amoniacal, rápida biodegradación y salinidad, respectivamente.

Esta sección se ocupa principalmente de la descarga de soluciones de espuma a instalaciones de tratamiento de aguas residuales y al ambiente. La descarga de concentrados de espuma, aunque está relacionada con el tema, es de ocurrencia mucho menos común. Todos los fabricantes de concentrados de espuma se encargan de la limpieza y eliminación del concentrado derramado en sus hojas de MSDS y literatura del producto.

E.3 Escenarios de Descarga. La descarga de solución de espuma y agua es probablemente el resultado de uno de estos cuatro escenarios:

- (1) Operaciones de combate manual de incendio o para cubrir derrames de combustibles
- (2) Entrenamiento
- (3) Pruebas de sistemas de equipos de espuma
- (4) Descarga de sistemas fijos

Estos cuatro escenarios incluyen eventos que ocurren en lugares como instalaciones aeroportuarias, instalaciones de entrenamiento de bomberos, e instalaciones de riesgos especiales (como bodegas de materiales inflamables o peligrosos, instalaciones de líquidos inflamables a granel, e instalaciones de almacenamiento de residuos peligrosos). Cada escenario se estudia separadamente en E.3.1 hasta E.3.4.

E.3.1 Operaciones de Combate de Incendios. Los incendios ocurren en muchas clases de lugares y bajo muchas circunstancias diferentes. En algunos casos es posible recoger la solución de espuma utilizada; y en otros, como el combate de incendios marítimos, no. Estos tipos de incidentes pueden incluir operaciones de rescate y combate de incendios en aviones, incendios vehiculares (por ejemplo automóviles, botes, trenes), incendios estructurales con materiales peligrosos, e incendios de líquidos inflamables. La solución de agua y espuma que se ha usado en las operaciones de combate de incendios es posible que esté altamente contaminada con el combustible o combustibles involucrados en el incendio. También es posible que se hayan diluido con el agua descargada para enfriamiento.

En algunos casos, la solución de espuma usada durante operaciones de los cuerpos de bomberos puede recogerse. Sin embargo, no es posible siempre controlar o contener la espuma. Esto puede ser debido a la localización del incidente o las circunstancias que lo rodeen.

Las medidas de contención manual iniciadas en el lugar son las operaciones usualmente ejecutadas por el cuerpo de bomberos que acude a contener el flujo de solución de agua y espuma cuando las condiciones lo permiten y hay personal. Las operaciones incluyen las siguientes medidas:

Bloqueo de desagües de alcantarillas. Esta es una práctica común usada para evitar que la solución de agua y espuma contaminada entre en el sistema de alcantarillado sin revisión. Entonces se desvía hacia un área apropiada para su contención.

Diques portátiles. Estos son generalmente usados para operaciones en tierra. Pueden ser armados por personal del cuerpo de bomberos durante o después de la extinción para recoger el desagüe.

Barreras portátiles. Se usan para operaciones marítimas, y se arman para contener la espuma en un área definida. Estas generalmente involucran el uso de barrera flotantes dentro de un cuerpo natural de agua.

E.3.2 Entrenamiento. El entrenamiento se realiza normalmente bajo circunstancias que permiten recoger la espuma gastada. Algunas instalaciones de entrenamiento de incendios han tenido sistemas diseñados con esmero y contruidos para recoger la solución de espuma, separarla del combustible, y, en algunos casos, reutilizar el agua tratada. Como mínimo, la mayoría de instalaciones de entrenamiento recogen la solución de espuma para descargarla en una instalación de tratamiento

de aguas residuales. El entrenamiento puede incluir el uso de espumas especiales para entrenamiento o espumas para combate de incendios reales.

El diseño de las instalaciones para entrenamiento debería incluir un sistema de confinamiento. Se debería notificar primero a la entidad de tratamiento de aguas residuales para que expida el permiso de verter el agente a una velocidad prescrita.

E.3.3 Pruebas de Sistema . Las pruebas involucran principalmente los sistemas fijos integrados de espuma para extinción de incendios. Dos tipos de pruebas se llevan a cabo para los sistemas de espuma: pruebas de aceptación, realizadas después de la instalación del sistema; y pruebas de mantenimiento, que se realizan generalmente cada año para garantizar la operabilidad del sistema. Estas pruebas se pueden disponer para que no presenten peligro ambiental. Es posible probar algunos sistemas usando agua u otros líquidos no espumosos aceptables ambientalmente en lugar de concentrado de espuma si la autoridad competente permite estas sustituciones.

En la ejecución de las pruebas, tanto de aceptación como de mantenimiento, se debería descargar sólo una pequeña cantidad de concentrado de espuma para verificar la concentración correcta de espuma en la solución de agua y espuma. Se pueden diseñar accesos destinados para la prueba de agua de espuma en los sistemas de tubería de manera que la descarga de solución de agua y espuma pueda dirigirse a un lugar controlado. El lugar controlado puede consistir en un tanque portátil que sería transportados por un contratista con licencia a un lugar aprobado para eliminación. El resto de las pruebas de aceptación y mantenimiento deberían realizarse usando solamente agua.

E.3.4 Descargas de Sistemas Fijos. Este tipo de descarga generalmente es incontrolable, ya sea el resultado de un incidente de incendio o falla del sistema. La descarga de solución de espuma en estos tipos de escenarios se puede manejar por medio de las operaciones iniciadas por el evento o por sistemas integrados de confinamiento. Las operaciones iniciadas por el evento incluyen las mismas medidas temporales que se tomarían durante las operaciones del cuerpo de bomberos. El confinamiento incorporado en el proyecto se basaría principalmente en la localización y tipo de instalaciones, y consistiría de tanques o áreas de confinamiento donde la solución de agua y espuma contaminada sería recogida, tratada y enviada a las instalaciones de tratamiento de aguas residuales al régimen prescrito.

E.4 Sistemas Fijos. Las instalaciones pueden dividirse en instalaciones sin sistema de confinamiento incorporado en el proyecto e instalaciones con sistema de confinamiento incorporado.

E.4.1 Instalaciones sin Sistema de Confinamiento Incorporado. Debido a la ausencia de cualquier requerimiento anterior

de proveer confinamiento, muchas instalaciones existentes simplemente dejan que la solución de agua y espuma corra fuera de la edificación y se evapore en la atmósfera o se infiltre en el suelo. Las alternativas para confinamiento de solución de agua y espuma en estas instalaciones están en dos categorías: confinamiento manual a la iniciación del evento e instalaciones de sistemas integrados de confinamiento en el proyecto.

La selección de la alternativa apropiada depende de la localización de las instalaciones, el riesgo ambiental, el riesgo de la descarga de un sistema automático, la frecuencia de descargas del sistema automático, y las reglamentaciones pertinentes.

«Las medidas de confinamiento manual a la iniciación del evento» serán el curso de acción más probable para las facilidades existentes sin sistemas de confinamiento integrados. Esto puede ser responsabilidad del cuerpo de bomberos e incluir medidas como el bloqueo de alcantarillas de aguas lluvias, construcción de diques temporales, y despliegue de barrera flotantes. El alcance de estas medidas dependerá principalmente de la localización y de los recursos y personal disponibles.

La «instalación de sistemas de confinamiento integrado» es una alternativa posible para las instalaciones existentes. El re-equipamiento con un sistema de confinamiento integrado es costoso y puede perjudicar las operaciones de las instalaciones. Hay casos especiales, sin embargo, que pueden justificar el diseño e instalación de estos sistemas. Esta acción debe considerarse cuando la instalación existente está adyacente a cuerpos de agua y tienen alta frecuencia de uso.

E.4.2 Instalaciones con Confinamiento Incorporado. Cualquier sistema de contención incorporado en el proyecto generalmente incluye un separador de agua y aceite.

En condiciones de desagüe normales (ej, sin escape de solución de espuma), el separador funciona para retirar cualquier partícula de combustible del agua de desagüe. Sin embargo, cuando la solución de agua y espuma está fluyendo el separador de aceite y agua debe derivarse de manera que la solución se desvíe directamente hacia tanques de almacenamiento. Esto puede hacerse automáticamente con la instalación de válvulas motorizadas para abrir la línea de derivación en el momento de activación de los sistemas fijos de extinción de incendios en las instalaciones protegidas.

El tamaño del sistema de confinamiento depende de la duración del flujo del agua y espuma, la velocidad del flujo, y la precipitación de lluvia máxima esperada en un período de 24 horas. La mayoría de los nuevos sistemas de confinamiento probablemente será para servicio individual del edificio. Sin embargo, algunos sistemas de confinamiento pueden diseñarse para servir varios edificios dependiendo de la topografía del terreno y la identificación previa durante el proceso de planeación del terreno.

El tipo específico de sistema de confinamiento que se escoja también dependerá de la localización, capacidad deseada, y función de las instalaciones en cuestión. Esto incluye sistemas de retención por tierra, tanques por debajo de suelo, tanques en la tierra de tope abierto, y diseños de sumideros y bombas (ej, estaciones de elevación) con tuberías a tanques sobre la superficie o en el suelo.

Los diseños de retención por tierra consisten de bermas de tierra con tope abierto, que generalmente se basan en tubería de drenaje alimentada por gravedad desde el edificio protegido. Estos pueden simplemente dejar que la solución de agua y espuma de infiltre en el suelo o pueden incluir un revestimiento impermeable. Aquellos que tienen revestimiento impermeable pueden conectarse a una instalación de tratamiento de aguas residuales o pueden ser bombeados por un contratista registrado.

Los tanques de almacenamiento por debajo del suelo, de tope cerrado, pueden ser la propuesta de diseño menos aceptable ambientalmente. Estos consisten generalmente de una instalación de tubería alimentada por gravedad y se pueden succionar con bomba o instalarle tubería hacia una instalación de tratamiento de aguas residuales. Un problema potencial y frecuente asociado con este diseño es la filtración de agua del suelo o líquidos desconocidos hacia el tanque de almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento por debajo del suelo, de tope abierto, son generalmente tanques de concreto revestidos que pueden depender de tubería de desagüe alimentada por gravedad o un montaje de sumidero y bomba. Estos pueden servir uno o varios edificios. También pueden servir la precipitación de lluvia máxima anticipada en un período de 24 horas. Generalmente tienen tuberías que van hasta una instalación de tratamiento de aguas residuales.

Los tanques sobre superficie incluyen un montaje de sumidero y bomba hacia tanques cerrados sobre la superficie. Estos diseños generalmente incluyen el uso de una o más bombas de eje o columna sumergible o verticales de gran capacidad. Estos tanques pueden servir uno o varios edificios.

E.4.3 Nuevas Instalaciones . La decisión de diseñar e instalar un sistema fijo de confinamiento de solución de agua y espuma depende de la localización de las instalaciones, el riesgo para el ambiente, posible deterioro de las operaciones, el diseño de un sistema de espuma fijo (ej, activado manual o automáticamente), la capacidad del cuerpo de bomberos de ejecutar medidas de confinamiento iniciadas en el evento, y cualquier regulación pertinente.

Las nuevas instalaciones podrían no justificar el gasto y los problemas asociados con los sistemas de confinamiento. Cuando la localización de una instalación no pone en peligro el agua del suelo o cualquier masa de agua natural, este puede ser una alternativa aceptable, siempre y cuando el cuerpo de bomberos haya planeado medidas de confinamiento manual de emergencia.

Cuando las condiciones justifican la instalación de sistemas incorporados de confinamiento, hay un número de consideraciones que incluyen tamaño del confinamiento, diseño y tipo de sistema de confinamiento, y la capacidad del sistema de confinamiento de servir una sola o varias edificaciones.

Los sistemas de confinamiento incorporados pueden ser una medida recomendada de protección cuando los sistemas de extinción con espuma están instalados en lugares que están adyacentes a una masa natural de agua. Estos sistemas también serían convenientes en nuevas instalaciones, cuando las condiciones del lugar lo permiten, para evitar el deterioro de las operaciones del lugar.

E.5 Alternativas de Eliminación . Debería evitarse la descarga sin control de soluciones de espuma en el ambiente. Las opciones alternativas de eliminación son las siguientes:

- (1) Descarga a una planta de tratamiento de aguas residuales con o sin tratamiento previo
- (2) Descarga al ambiente después de tratamiento previo
- (3) Evaporación solar
- (4) Transporte a una planta de tratamiento de aguas residuales o instalaciones de desechos peligrosos

Los usuarios de espuma, como parte de su proceso de planeación, deberían prepararse para utilizar cualquiera de estas alternativas que sea apropiada para la situación. La Sección E.6 describe las acciones que se pueden tomar, dependiendo de la alternativa de eliminación que se escoja.

E.6 Recogida y Tratamiento Previo de Soluciones de Espuma Antes de la Eliminación.

E.6.1 Recogida y Confinamiento. El primer paso esencial para emplear cualquiera de estas alternativas es recoger la solución de espuma. Como se anota arriba, las instalaciones protegidas con sistemas de espuma normalmente tienen sistemas para recoger y contener derrames de combustibles. Estos sistemas también pueden usarse para recoger y contener la solución de espuma. Las instalaciones de entrenamiento están generalmente diseñadas de manera que la solución de espuma puede recogerse y contenerse. Los bomberos que responden a incendios en otros escenarios deberían intentar, en lo posible, recoger la solución de espuma que se escapa con diques temporales u otros medios.

E.6.2 Separación del Combustible. La solución de espuma que ha sido descargada en un incendio y luego recogida usualmente estará muy contaminada con combustible. Como la mayor parte de los combustibles presentan sus propios riesgos ambientales y a interferir con el tratamiento previo de la solución, se debe intentar separar la mayor cantidad de combustible de la solución de espuma. Como se anota en E.4.2, la tendencia de las soluciones de espuma a formar emulsiones con combustibles hidrocarburos va a interferir con la operación de los separadores convencionales de agua y combustible. Una

alternativa es mantener la solución de espuma recogida en un estanque o laguna hasta que la emulsión se descomponga y se pueda separar el combustible por desnatado. Esto puede tomar desde varias horas hasta días. Durante este lapso, debería evitarse la agitación para evitar que se vuelva a formar la emulsión.

A.6.3 Tratamiento Previo Antes de la Descarga.

A.6.3.1 Dilución. Los fabricantes y usuarios de espumas recomiendan la dilución de la solución de espuma antes de que entre a la planta de tratamiento de aguas residuales. Hay diferentes opiniones sobre el grado ideal de dilución. Se considera generalmente que la concentración de solución de espuma en el líquido que entra a la planta no debería ser mayor de 1700 ppm (588 galones de líquido que entra a la planta por galón de solución de espuma). Este grado de dilución es normalmente suficiente para evitar carga de choque y formación de espuma en la planta. Sin embargo, todas las plantas de tratamiento de aguas residuales deben considerarse como un caso especial, y los que planean una descarga de solución de espuma a una planta de tratamiento de aguas residuales deberían discutir este asunto con el operador de la planta con anticipación.

La dilución de solución de espuma residual a 588:1 es una tarea impráctica en la mayoría de las instalaciones, especialmente cuando están involucradas grandes cantidades de solución de espuma. El procedimiento recomendado es diluir la solución de espuma a la cantidad máxima posible y después medir y descargar la solución diluida en la alcantarilla a un régimen que, basado en el volumen total del líquido que entra a la planta, produzca una concentración de solución de espuma de 1700 ppm o menos.

Por ejemplo, si la descarga se va a hacer a una planta de tratamiento de 6 millones de gal/día, la solución de espuma podría descargarse a un régimen de 7 gpm (6.000.000 gal/día dividido por 1440 min/día dividido por 588 da 7 gpm). Las dificultades de medir este régimen de descarga tan bajo puede superarse, primero, diluyendo la solución de espuma en 10:1 o 20:1, y permitiendo regímenes de descarga de 70 a 140 gpm respectivamente.

También debería considerarse la dilución si la solución de espuma se va a descargar al ambiente para minimizar el impacto.

E.6.3.2 Antiespumantes. El uso de antiespumantes reducirá, pero no eliminará, la formación de espuma en la solución de espuma durante el bombeo, dilución y tratamiento. Debe consultarse al fabricante de espuma para recomendaciones sobre la selección de antiespumantes efectivos para uso con un concentrado de espuma particular.

E.6.3.3 Método para Determinar la Cantidad Efectiva de Material Antiespumante. La cantidad efectiva de antiespumante se determina usando el siguiente material:

- (1) Balanza – 1600 gramos de capacidad mínima – lectura 0.2 gramos máximo
- (2) Un vaso de precipitado picudo o recipiente similar de 2 litros
- (3) Un jarro de vidrio o plástico de 1 galón con tapa
- (4) Gotero
- (5) Opcional — pipeta de 10 ml

Procedimiento : Proceder con las siguientes instrucciones para determinar la cantidad efectiva de antiespumante:

- (1) En el vaso de precipitado picudo de 2 litros, pesar un gramo (1 ml) de antiespumante usando un gotero o la pipeta.
- (2) Añadir 999 gramos de agua.
- (3) Mezclar bien.
- (4) Pesar 1000 gramos de la solución que se va a desespumar y colocarla en el jarro de un galón.
- (5) Añadir 10 gramos (10 ml) del antiespumante diluido al jarro de galón usando el gotero o la pipeta, taparlo y batirlo vigorosamente.
- (6) Si la solución en la jarra hace espuma, regresar al paso 5 y repetir este paso hasta que se forme muy poca o nada de espuma al batir el jarro; registrar el número de gramos (ml) que se requieren para eliminar la formación de espuma.
- (7) El número de gramos (ml) de antiespumante diluido requeridos para eliminar la formación de espuma es igual al número de partes por millón (ppm) del antiespumante suministrado que se debe añadir a la solución que se va a desespumar.
- (8) Calcular la cantidad neta de antiespumante que se va añadir como sigue:

Volumen de solución a desespumar = V (U.S. gal)

ppm de antiespumante requerido = D

Lb. de antiespumante requerido = W

$$V \times D \div 1.000.000 = W$$

Ejemplo:

- 10.000 galones de solución de espuma requieren antiespumarse. El procedimiento arriba ha determinado que se necesitan 150 ppm de antiespumante para desespumar esta solución $8.32 \times 10.000 \times 150 \div 1.000.000 = 12.48$ lb.
- (9) La cantidad de antiespumante a añadir será normalmente pequeña comparada con el volumen de la solución que se va a desespumar. El antiespumante se debe mezclar uniformemente con la solución que se va a desespumar. Ayudará en el logro de este objetivo si el antiespumante se diluye tanto como sea posible con agua o con la solución que se va a desespumar antes de añadirlo al área de confinamiento de la solución. La solución en el área de confinamiento

se debe entonces agitar para dispersar uniformemente el antiespumante. Un método para hacer esto es usar una bomba de incendios para extraer del área de confinamiento y descargarla de nuevo usando una boquilla de agua ajustada a chorro directo. Alternativamente, si hay un equipo adecuado de medición disponible, el antiespumante tal como se recibe o diluido puede dosificarse a la línea de descarga de la solución en la concentración adecuada.

E.7 Descarga de la Solución de Espuma a Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. El tratamiento biológico de la solución de espuma en una planta de tratamiento de aguas residuales es un método aceptable de eliminación. Sin embargo, las soluciones de espuma tienen el potencial de causar trastornos en la planta y otros problemas si no se manejan cuidadosamente. Las razones de esto se explican en E.7.1 hasta E.7.4.

E.7.1 Contaminación de Combustible . Las soluciones de espuma tienen la tendencia a emulsificar los combustibles hidrocarburos y algunos combustibles polares que son solamente levemente solubles en agua. Los combustibles polares solubles en agua se mezclarán con las soluciones de espuma. La formación de emulsiones trastornará la operación de los separadores de combustible y agua y pueden causar el arrastre de combustible a la corriente de los residuos. Muchos combustibles son tóxicos para las bacterias en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

E.7.2 Formación de Espuma . Los ingredientes activos en las soluciones de espuma causarán formación copiosa de espuma en estanques de aeración, aún en concentraciones muy bajas. Además del valor de perturbación de esta formación de espuma, el proceso de formación de espuma tiende a suspender lodos activados sólidos en la espuma. Estos sólidos pueden ser trasladados al efluente de la planta. La pérdida de lodos activados sólidos puede también reducir la efectividad del tratamiento de las aguas residuales. Esto podría causar problemas de calidad del agua tales como la carga de nutrientes en el canal o conducto en el que se descarta el efluente. Como algunos surfactantes en las soluciones de espuma son altamente resistentes a la biodegradación, podría ocurrir formación perjudicial de espuma en el canal de agua efluente.

E.7.3 DBO (Demanda Biológica de Oxígeno). Las soluciones de espuma tienen una DBO alta comparada con el afluente normal de una planta de tratamiento de aguas residuales. Si se descargan grandes cantidades de solución de espuma en una planta de tratamiento de aguas residuales, puede ocurrir una carga de choque, causando trastornos en la planta.

Antes de descargar soluciones de espuma en una planta de tratamiento de aguas residuales, se debería contactar al operador de la planta. Esto debería hacerse como parte de proceso de planeación de emergencias. El operador de la planta necesitará, como mínimo, una Hojas de Datos de Seguridad

del Material («Material Safety Data Sheet») del concentrado de espuma, un estimado de cinco días del contenido de DBO de la solución de espuma, un estimado del volumen total de solución de espuma que se va a descargar, el período de tiempo durante el cual se descargará, y, si el concentrado de espuma es a base de proteína, un estimado del contenido de nitrógeno amoniacal de la solución de espuma.

El fabricante de la espuma podrá suministrar la información de DBO y nitrógeno amoniacal del concentrado de espuma, de la cual pueden calcularse los valores para la solución de espuma. La otra información requerida es específica del lugar y debería ser elaborada por el operador de la planta de donde saldrá la descarga.

E.7.4 Plantas de Tratamiento. Los concentrados o soluciones de espuma pueden tener un efecto adverso en las plantas de tratamiento microbiológico de aguas aceitosas. El usuario final debería tomar debida nota de esto antes de descargar los sistemas de espuma durante pruebas o entrenamientos.

E.8 Información de Uso de Productos de Espuma . Las autoridades ambientales federales (de Estados Unidos), estatales, y locales tienen ciertos requisitos de información sobre los constituyentes químicos en los concentrados de espuma. Además, también hay requisitos que aplican a líquidos inflamables a los que se están aplicando las espumas.

Por ejemplo, de acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), se deben seguir las indicaciones de E.8.1 hasta E.8.4.

E.8.1 Las descargas de etilen glicol etilénico mayores de 5000 lb. deben reportarse según la «Ley Comprensiva de Compensación & Responsabilidad de Respuesta Ambiental» (CERCLA) de la EPA, Sección 102(b) y 103(a). El etilén glicol se usa generalmente como supresor del punto de congelación en ciertos concentrados de espuma.

E.8.2 En junio 12, 1995, la EPA expidió la regulación final, 60 CFP 30926 sobre varias categorías amplias de químicos, incluyendo los éteres de glicol. La EPA no tiene cantidades reportables para ningún éter de glicol. Por lo tanto, las espumas que contienen éteres de glicol (carbinol butílico) no están sujetas a reportar a la EPA. Consultar las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales de los fabricantes para determinar si los éteres de glicol están contenidos en un concentrado particular de espuma.

E.8.3 La EPA no dice que la responsabilidad «CERCLA» aplica todavía a las descargas de todos los compuestos dentro de la categoría de los éteres de glicol, ni si se requiere reportarlos. Las personas responsables de las descargas de éteres de glicol son responsables de los costos asociados con la limpieza y cualquier daño a los recursos naturales debidos a la descarga.

E.8.4 El usuario final debería contactar la autoridad reglamentadora local correspondiente en relación con las regulaciones actuales.

E.9 Propiedades Ambientales de los Surfactantes de Hidrocarburos y Surfactantes Fluoroquímicos. Los agentes de espuma para combate de incendios contienen surfactantes. Los surfactantes o agentes tensoactivos son compuestos que reducen la tensión superficial del agua. Ellos tienen tanto una parte fuertemente «amante del agua» como una parte fuertemente hidrofóbica.

Los jabones para platos, detergentes de lavandería, y productos de higiene personal – como los champús – son productos comunes para el hogar que contienen hidrocarburos surfactantes.

Los surfactantes fluoroquímicos son similares en composición a los surfactantes de hidrocarburos; sin embargo parte de los átomos de hidrógeno han sido reemplazados por átomos de flúor. A diferencia de los clorofluorocarbonos (CFCs), y algunos otros fluorocarbonos volátiles, los surfactantes fluoroquímicos no agotan el ozono y no están restringidos por el Protocolo de Montreal o regulaciones relacionadas. Los surfactantes fluoroquímicos tampoco tienen ningún efecto sobre el calentamiento global o cambios del clima. Las AFFFs, las espumas de fluoroproteína y FFFPs son concentrados líquidos de espuma que contienen surfactantes fluoroquímicos.

Hay preocupaciones ambientales por el uso de surfactantes que deberían tenerse en cuenta cuando se usan estos productos para extinguir incendios o para entrenamiento de incendios. Son las siguientes:

- (1) Todos los surfactantes tienen un cierto grado de toxicidad.
- (2) Los surfactantes usados en espumas para combate de incendios causan formación de espuma.
- (3) Los surfactantes usados en espumas para combate de incendios pueden ser permanentes. (Esto es particularmente cierto de la parte de los surfactantes fluoroquímicos que contiene flúor.)
- (4) Los surfactantes pueden ser móviles en el ambiente. Ellos pueden moverse con el agua en ecosistemas acuáticos y filtrarse a través del suelo en ecosistemas terrestres.

En E.9.1 hasta E.9.5 se explica qué significa cada una de estas propiedades y qué significan las propiedades en términos de cómo se deberían manejar estos compuestos.

E.9.1 Toxicidad de los Surfactantes. Los agentes para combate de incendios, usados responsablemente y siguiendo las instrucciones de la Hoja de Datos de Seguridad del Material, presentan un riesgo muy pequeño de toxicidad para las personas. Sin embargo, existe alguna toxicidad. La toxicidad de los surfactantes en espumas para combate de incendios, incluyendo los surfactantes fluoroquímicos, es razón suficiente para evitar su exposición innecesaria a las personas y el ambiente. Es una razón para confinar y tratar todos los desechos de espumas para combate de incendios siempre que sea posible. Uno debería hacer planes siempre para confinar los desechos de maniobras de entrenamiento y tratarlos de acuerdo con las

recomendaciones de los proveedores para eliminación, lo mismo que los requisitos de las autoridades locales.

El agua que forma espuma cuando se bate debido a contaminación por espuma para combate de incendios no se debe ingerir. Aunque la espuma no esté presente, es prudente evaluar la posibilidad de contaminación del suministro de agua potable y usar fuentes de agua alternativas hasta estar seguros de que ya no existen concentraciones preocupantes de surfactantes. Los proveedores de espumas para el combate de incendios deberían poder ayudar en la evaluación del riesgo y recomendar laboratorios que puedan hacer un análisis adecuado cuando sea necesario.

E.9.2 Surfactantes y Formación de Espuma. Muchos surfactantes pueden causar formación de espuma en concentraciones muy bajas. Esto puede causar problemas estéticos en ríos y arroyos, y problemas tanto estéticos como operacionales en alcantarillas y sistemas de tratamiento de aguas residuales. Cuando se descarga demasiada espuma para combate de incendios de una vez al sistema de tratamiento de aguas residuales, puede ocurrir formación grave de espuma. Las burbujas de espuma que se forman en el sistema de tratamiento pueden atrapar y llevar a la superficie copos de lodo activados que tratan el agua en el sistema de tratamiento. Si la espuma vuela de la superficie del sistema de tratamiento, deja un residuo negro o marrón donde la espuma cae y se descompone.

Si se elimina físicamente demasiado lodo activo del sistema de tratamiento en la espuma, se puede perjudicar la operación del sistema. Los otros desechos que pasan a través del sistema serán entonces tratados de manera incompleta hasta que la concentración de lodo activo se acumule de nuevo. Por esto, tiene que controlarse el régimen de solución de espuma para combate de incendios que descarga en el sistema de tratamiento. Pueden ser posibles regímenes de descarga un poco más altos cuando se usan agentes antiespumantes o desespumantes. Puede consultarse con los proveedores de concentrados de espuma para asesoría sobre regímenes de descarga y agentes antiespumantes o desespumantes efectivos.

E.9.3 Surfactantes Persistentes. Los surfactantes se pueden biodegradar lentamente y/o biodegradarse parcialmente solamente. Los surfactantes fluoroquímicos son conocidos por ser muy resistentes a la degradación química y bioquímica. Esto significa que, mientras la parte no fluoroquímica de estos surfactantes puede descomponerse, la parte que contiene fluor probablemente puede permanecer. Esto significa que después de que los desechos de espuma para combate de incendios están totalmente tratados, los desechos residuales todavía podrían formar espuma al agitarlos. Esta podría también tener todavía alguna toxicidad para organismos acuáticos si no se diluyen suficientemente.

E.9.4 Movilidad de los Surfactantes. Las pruebas y la experiencia han demostrado que algunos surfactantes o sus residuos pueden filtrarse a través de algunos tipos de suelos. La

resistencia de algunos surfactantes a la biodegradación hace que la movilidad de éstos sea preocupante. Mientras un compuesto fácilmente degradable es probable que se degrade mientras se filtra a través del suelo, esto no sucede con todos los surfactantes. Por lo tanto, si se permite que empapen el suelo, los surfactantes que no se fijan a los componentes del suelo pueden eventualmente llegar a las aguas subterráneas o fluir fuera del suelo a las aguas superficiales. Si no ha sucedido la dilución adecuada, los surfactantes pueden formar espuma o problemas de toxicidad. Por lo tanto, no es apropiado permitir que los desechos de entrenamientos se filtren en el suelo, especialmente en áreas donde podrían contaminar los recursos de agua.

E.9.5 Surfactantes Fluoroquímicos y Sistemas Vivos. Algunos surfactantes fluoroquímicos o sus productos persistentes de degradación se han encontrado en organismos vivos.

Anexo F Método de Prueba para Concentrados de Espuma para Combate Marítimo de Incendios para Protección de Riesgos en Hidrocarburos

Este anexo no es parte de los requisitos de este documento de la NFPA pero se incluye con fines informativos solamente.

F.1 Introducción. El siguiente método de prueba fue desarrollado específicamente para uso en aplicaciones marítimas exigentes. Se deriva de la Especificación Federal O-F-555C, cuya edición está agotada. Incluye específicamente un área grande de superficie de 9.29 m² (100 pies²), prueba de sellabilidad, y una prueba de reignición realizada 15 minutos después de la extinción del incendio. El método de prueba dado aquí incorpora un tablero metálico alto que está sujeto a altas temperaturas; Ambas condiciones aumentan la dificultad de este método de prueba. Este método usa gasolina, un combustible de prueba de mucho cuidado, y requiere que se use combustible nuevo para cada prueba. Esta prueba utiliza una vasija cuadrada. La geometría de las esquinas de la vasija simula más bien las formas complejas del acero que se encuentran en las bodegas de carga y setinas de los barcos y no las vasijas redondas de prueba de otros métodos de prueba. El método de prueba emplea una boquilla fija, eliminando cualquier parcialidad causada por un operador que esté aplicando espuma en las instalaciones de prueba.

F.2 Instalaciones de Pruebas. La prueba debería conducirse en una instalación de pruebas aceptable para la autoridad competente.

F.3 Dispositivo de Prueba.

F.3.1 Vasija. La vasija de prueba debería ser de construcción de acero calibre 10 mínimo que mida 3 m (10 pies) de largo x 3 m (10 pies) de ancho x 9 m (3 pies) de profundidad. Los lados de

la vasija deben estar adecuadamente reforzados para evitar abombamiento por el calor generado durante la prueba.

F.3.2 Boquilla. La boquilla de prueba debería ser como se muestra en la Ilustración F.3.2. Las boquillas alternativas deberían ser aprobadas por la autoridad competente. La boquilla debería tener un caudal de 22.7 L/min (6.0 gpm) a presión de entrada de 688.5 kPa (100 psi).

F.3.3 Combustible. Un mínimo de 284 L (75 gal) de gasolina debería hacerse flotar sobre una cantidad suficiente de agua potable de manera que la superficie de combustible esté a .6 m (2 pies) por debajo del borde superior del tanque. Para cada prueba sucesiva se debe vaciar completamente la vasija de residuos de combustible y espuma. La gasolina debería ser combustible comercial de motor sin plomo con un índice de octano entre 82 y 93 según la Especificación Federal VV-G-1690. La temperatura del combustible no debería ser menor de 21° C (70° F). Puede usarse un combustible alternativo de prueba siempre y cuando tenga propiedades equivalentes al combustible sin plomo especificado arriba y haya sido aprobado por la autoridad competente.

F.3.4 Agua de Mar Sintética. La composición debe ser como se describe en ASTM D 1141, *Especificaciones de Norma para Sustituto de Agua de Mar*

F.3.5 Factores de Conversión. 1 L/min·m = 0.0147 gpm/pie
6 L/min·m = 0.147 gpm/pie
3 L/min·m = 0.0735 gpm/pie
1 gpm/pie = 6.5 L/min·m
0.24 gpm/pie = 8.78 L/min·m

F.4 Procedimiento de Prueba.

F.4.1 Extinción de Incendio. El concentrado de espuma debería someterse a cuatro pruebas de incendio consecutivas descargando por una boquilla de 22.7 L/min (6 gpm) a una presión manométrica de entrada mantenida a 688.5 kPa (100 psi) ± 13.8 kPa (2 psi), y temperatura del agua a 20 ± 5° C (68 ± 8° F). El concentrado debería estar aproximadamente a la misma temperatura que el agua. Dos de las pruebas deberían realizarse con agua dulce y dos de las pruebas con agua salada según se describe en la Sección F.3.4. La solución líquida de espuma debería ser premezclada y aplicada en una proporción de 3.0 por ciento por volumen para espumas de 3 por ciento, 6.0 por ciento para espumas de 6 por ciento, y así sucesivamente. La boquilla debería estar colocada en el medio de un lado de la vasija de prueba con la punta de la boquilla 406.4 mm (16 pulg) directamente encima del borde superior de la vasija de prueba. Debería permitirse que el incendio arda libremente durante 60 segundos antes de la aplicación de espuma. La espuma debería apuntarse directamente de un lado a otro del incendio para darle al centro aproximado del lado posterior de la vasija, 304.8 mm (12 pulg) por encima del nivel del combustible y debería aplicarse durante un período de 5 minutos. (Si antes de la prueba se descarga espuma en la vasija para alinear la boquilla

F.4.2 Sellabilidad. Debería pasarse una antorcha encendida continuamente sobre la capa de espuma empezando 10 minutos después de finalizar la descarga de espuma. Catorce minutos después de terminar la aplicación de espuma, debería aplicarse la antorcha encendida durante un minuto con la antorcha tocando la capa de espuma pero sin penetrar la capa de espuma más de 12.7 mm (½ pulg). La antorcha debería tocar la capa por lo menos cada 0.6 m (2 pies) a lo largo de los lados de la vasija de prueba, en puntos donde la capa de espuma parece mucho menos que el espesor promedio, en las cuatro esquinas de la vasija, y en puntos al azar en el área principal de la vasija. Sin embargo, la antorcha no debería arrastrarse por la espuma.

F.4.3 Reignición. Debería usarse uno de los métodos descritos en F.4.3.1 y F.4.3.2.

F.4.3.1 Método 1. Quince minutos después de terminar la aplicación de espuma, debería hacerse una abertura de 3870 mm (6 pulg) en la capa de espuma aproximadamente a 0.6 m (2 pies) de los lados de la vasija, y se debería retirar la espuma que está dentro del cilindro. A los 15 minutos de finalizada la descarga de espuma, el combustible expuesto dentro del cilindro debería encenderse con antorcha y dejarse arder por un minuto. El primer cilindro debería retirarse entonces. Después de un período adicional de 4 minutos de quema, debería determinarse el área envuelta en llamas. Si, al retirar el cilindro, la espuma cubre el área de combustible expuesto y extingue el fuego, debe prenderse el combustible dentro del segundo cilindro y dejarse quemar libremente durante 1 minuto. El segundo cilindro debería entonces retirarse y determinarse el área involucrada a los 20 minutos de finalizada la descarga de espuma. Si, al retirar el segundo cilindro, la espuma cubre de nuevo el combustible expuesto y extingue el incendio, no se necesitan más pruebas de reignición.

F.5 Criterio de Aceptación.

F.5.1 Desempeño del Incendio. La espuma como se recibe debería tener un tiempo de cobertura no mayor de 2 minutos, un tiempo de control de no más de 5 minutos, y completar la extinción del incendio en no más de 5 minutos después de iniciada la aplicación de espuma.

F.5.2 Sellabilidad. La capa de espuma debería proteger el combustible contra la reignición con una antorcha encendida por un período no menor de 15 minutos después de finalizada la aplicación de espuma. Cualquier ignición de vapores de combustible por encima de la capa de espuma debería producir la auto-extinción completa antes de finalizar el período de prueba. Registrar detalladamente el tipo, localización, y duración de cualquier quema que se observe.

F.5.3 Reignición.

F.5.3.1 Método 1. La capa de espuma debería evitar la propagación del incendio más allá de un área de aproximadamente 12.902 mm (20 pulg)

F.5.3.2 Método 2. El área envuelta en llamas no debería ser mayor de 0.25 m (2.7 pies)

F.6 Calidad de la Espuma. Las pruebas de calidad de la espuma deberían conducirse usando la misma tanda de premezclado que se usó durante las pruebas de incendio. Las pruebas de expansión de la espuma y 25 por ciento de desgüe deberían realizarse como se explica en el Anexo C.

F.7 Procedimientos en Caso de Falla. Se recomiendan cuatro pruebas exitosas consecutivas. La falla de cualquiera de las pruebas resultará en tener que repetir exitosamente otra serie de cuatro pruebas consecutivas.

Anexo G Calidad del Concentrado de Espuma

Este anexo no es parte de los requisitos de este documento de la NFPA pero se incluye con fines informativos solamente.

G.1 Prueba de Desempeño de Materiales Clase A en Incendios. En este anexo se describen las pruebas adecuadas basadas en el desempeño de incendio en incendios Clase A con un acelerador líquido inflamable, desempeño en incendios Clase B, y desempeño en incendios de gas natural licuado (GNL). El objeto de esta prueba es proporcionar una situación reproducible de incendio Clase A donde se requiere mover la espuma una distancia substancial a un régimen lento para maniobrar el incendio. El tiempo para avanzar esta distancia y llenar al tope los combustibles de prueba es el «tiempo de tránsito de la espuma». El efecto del tiempo de tránsito es madurar la espuma durante el período de su movimiento lento desde el generador de espuma hasta el incendio.

La prueba debería realizarse en un recinto o edificación de tope abierto de construcción y dimensiones adecuadas. Para evitar que la velocidad de movimiento de la espuma sea muy alta, una cifra 100 veces el ancho del recinto o de la edificación debería ser no mayor a la capacidad en pies cúbicos por minuto del generador de espuma utilizado en la prueba. La altura de los lados del recinto o edificación debería ser aproximadamente 3 m (10 pies). Si la fluidez de la espuma lo permite, la altura puede ser menor. Sin embargo, la espuma no debería desbordar de los lados del recinto ni tocar el techo de la construcción durante la prueba. El generador de espuma debería estar colocado a un extremo del recinto o edificación, y el incendio se debería establecer a 3 m (10 pies) del extremo opuesto. La distancia entre el generador de espuma y el incendio debería ser la requerida para dar el tiempo de tránsito deseado a la espuma. (Ver Ilustración G.1.)

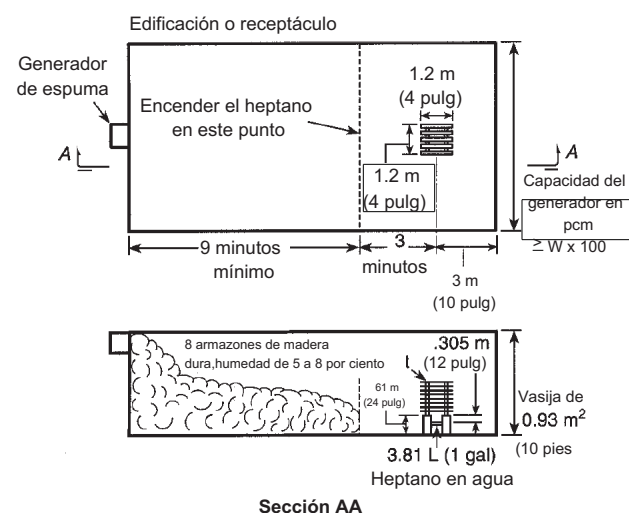


Ilustración G.1 Prueba de Desempeño del Incendio.