

NFPA 11

Norma para
Espumas de Baja,
Media y Alta Expansión
Edición 2005



National Fire Protection Association



Organización Iberoamericana
de Protección Contra Incendios

NFPA 11

Norma para Espumas de Baja, Media y Alta Expansión

Edición 2005

Esta edición de la NFPA 11, Norma para Espumas de Baja, Mediana y Alta Expansión, fue preparada por el Comité Técnico sobre Espumas y puesta en efecto por la NFPA en su Reunión del Comité Técnico realizada de noviembre 13 al 17 de 2004 en Miami Beach, Florida. Fue publicada por el Consejo de Normas el 14 de enero de 2005, con fecha efectiva de 7 de febrero de 2005 y reemplaza todas las ediciones anteriores.

Esta edición de la NFPA 11 fue aprobada como Norma Nacional Americana el 17 de febrero de 2005.

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 contenido anteriormente 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 las estipulaciones y separar los requisitos obligatorios del texto de consulta.

La norma se revisó en 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 mediana y alta expansión.

La edición 2005 reorganiza los requisitos de espumas de baja, mediana y alta expansión e incorpora mejor las estipulaciones de la NFPA 11A.

NFPA 11

Norma para Espumas de Baja, Media y Alta Expansión

Edición 2005

NOTA IMPORTANTE: Este documento de la NFPA esta disponible para uso sujeto a importantes anuncios y renunciias legales. Estas advertencias y renunciias aparecen en todas las publicaciones que contienen este documento y se pueden encontrar bajo el encabezamiento "Important Notices and Disclaimers Relacionadas con Documentos de la NFPA". También se pueden obtener solicitándolas a la NFPA o verse en www.nfpa.org/disclaimers.

NOTA: El asterisco (*) después de un numero o letra señalando un párrafo indica que se puede encontrar material explicativo sobre el párrafo en el Anexo A.

Los cambios no editoriales se indican con una línea vertical al lado del párrafo, tabla o figura donde ocurrió el cambio.

Estas líneas se incluyen como ayuda para que el usuario pueda identificar los cambios de la edición anterior. Cuando se han suprimido uno o mas párrafos completos, la supresión se indica con una (.) entre los párrafos restantes.

La referencia entre corchetes [] después de una sección o párrafo indica material que se ha extraído de otro documento de la NFPA. Para ayuda del usuario, en el Capitulo 2 se da el titulo completo y edición de los documentos de origen de extractos obligatorios, y aquellos de extracción no obligatoria se dan el Anexo 1. Los cambios editoriales al material citado consisten en revisar las menciones de la división correspondiente en este documento o la inclusión del número del documento con el número de división cuando la referencia es al documento original. Las solicitudes de interpretación o revisión del texto citado se deben enviar al comité técnico responsable del documento de origen.

Se puede encontrar información sobre las publicaciones mencionadas en el Capitulo 2 y Anexo 1.

NFPA 11

Norma para espuma de baja, media y alta expansión

Edición 2005

Capitulo 1 Administración

1.1* Alcance.

1.1.1 Esta norma cubre el diseño, instalación, operación, prueba y mantenimiento de sistemas de espuma de baja, mediana y alta expansión para protección contra incendios.

1.1.2 No es la intención de esta norma especificar donde se requiere protección con espuma.

1.2 Objeto.

1.2.1 Esta norma es para el uso y guía de los responsables del diseño, instalación, prueba, inspección, aprobación, listado, operación o mantenimiento de equipos fijos semi-fijos p portátiles de espuma de baja, mediana y alta expansión para extinción de incendios de riesgos interiores o exteriores.

1.2.2 Nada en esta norma tiene por objeto restringir nuevas tecnologías o arreglos alternativos, siempre y cuando no se reduzca el grado de seguridad prescrito por esta 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 rociadores o rocío de inundación de espuma y agua (Véase NFPA 16)
- (3) Sistemas de rociadores cabeza cerrada de espuma y agua (Véase NFPA 16)
- (4) Sistemas de agentes combinados
- (5) Aparatos móviles de espuma (Véase NFPA 1901)
- (6) Sistemas y espumas Clase A (Véase NFPA 1150)

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

1.4.1 A menos que se especifique de otra manera, las estipulaciones de esta norma no se aplican a instalaciones, equipos o construcciones que existían o fueron aprobadas para su construcción o instalación antes de la fecha de implementación de la norma. Cuando se especifican, las estipulaciones de esta norma serán retroactivas.

1.4.2 En aquellos casos donde la autoridad competente establezca que la situación existente presenta un grado de riesgo inaceptable, se permitirá a la autoridad competente aplicar retroactivamente cualquier parte de esta norma que considere apropiada.

1.4.3 Se permitirá modificar las estipulaciones retroactivas de esta norma si su aplicación fuese claramente impracticable a juicio de la autoridad competente, y solamente cuando sea claramente evidente que se ha provisto un grado razonable de protección.

1.5 Equivalencia. No es la intención de esta norma evitar el uso de sistemas, métodos o dispositivos de calidad, resistencia, resistencia al fuego, efectividad, duración y seguridad equivalentes o superiores a los estipulados en esta norma.

1.5.1 Se debe presentar a la autoridad competente documentación técnica para demostrar equivalencia.

1.5.2 El equipo o sistema, método o dispositivo debe estar aprobado por la autoridad competente para el uso deseado.

1.6 Unidades y Formulas. Las unidades métricas en esta norma están de acuerdo con el sistema métrico modernizado conocido como el Sistema Internacional de Unidades [(International System of Units (SI))]. La unidad de litro, que no forma parte pero está reconocida por el SI, se usa generalmente en la protección internacional contra incendios. Los factores de conversión para esta unidad se encuentran en la Tabla 1.6.

Tabla 1.6 Unidades de Medida Métricas

Nombre de la Unidad	Símbolos Usados	Factor de Conversión
litro	L	1 Gal = 3.785 litros
litro por minuto por metro cuadrado	L/min·m ²	1 gpm/ft ² = 40.746 L/min·m ²
decímetro cúbico	dm ³	1 gal = 3.785 dm ³
pascal	Pa	1 psi = 6894.757 Pa
bar	bar	1 psi = 0.0689 bar
bar	bar	1 bar = 10 ⁵ Pa
kilopascal	kPa	1 psi = 6.895 kPa

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

NFPA 11

Norma para espuma de baja, media y alta expansión

Edición 2005

Capítulo 2 Publicaciones mencionadas

2.1 General. Los documentos o parte de ellos enumerados en este capítulo están mencionados dentro de esta norma y deben considerarse parte de las estipulaciones de este documento.

2.2 Publicaciones NFPA. National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169- 7471.

NFPA 13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems, 2002 edition.

NFPA 15, Standard for Water Spray Fixed systems for fire Protection, 2001 edition.

NFPA 16, Standard for the Installation of foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems, 2003 edition.

NFPA 20, Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection, 2003 edition.

NFPA 24, Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances, 2002 edition.

NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code, 2003 edition.

NFPA 70, National electrical Code 2005 edition.

NFPA 72, National Fire Alarm Code~, 2002 edition. NFPA 1150, Standard of Foam Chemicals for Fires in Class A Fuels, 2004 edition.

NFPA 1901 , Standard for Automotive Fire Apparatus, 2003 edition.

NFPA 1961, Standard on Fire Hose, 2002 edition.

2.3 Otras Publicaciones.

2.3.1 Publicaciones ANSI. American National Standards Institute, Inc., 11 West 43rd St. 4th Floor, New York, NY 10036.

ANSI B1.20.1, Pipe Threads. 1992.

ANSI B.16.1, Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings, 1989.

ANSI B.16.3, Malleable Iron Threaded Fittings, 1992. ANSI B.16.4, Gray Iron Threaded Fittings, 1992.

ANSI B.16.5, Pipe Flanges and Flanged Fittings, 1996. **ANSI B.16.9**, Factory-Made Wrought Steel Buttwelding Fittings, 2001:

ANSI B.16.11, Forged Fittings, Socket-Welding and Threaded, 2001

ANSI B.16.25, Buttwelding Ends, 1992.

2.3.2 Publicacion API. American Petroleum Institute, 1220 L Street, N. W., Washington, DC 20005-4070.

API 650, Welded Steel Tanks for Oil Storage, 1998.

2.3.3 Publicaciones ASTM. American Society for Testing and Materials, 100 Bar Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

ASTM A 53, Standard Specification for Pipe Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless, 2001.

ASTM A 105, Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Applications, 2001.

ASTM A 106, Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High- Temperature Service, 1999.

ASTM A 135, Standard Specification for Electric Resistance- Welded Pipe, 2001.

ASTM A 182, Standard Specification for Forged or Rolled Alloy-Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High- Temperature Service, 2001.

ASTM A 216, Standard Specification for Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding for High-Temperature Service, 1998.

ASTM A 234, Standard Specification for Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and Elevated Temperatures,. 2001.

ASTM A 312, Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipes, 2001.

ASTM A 395, Standard Specification for Ferritic Ductile Iron Pressure-Retaining Castings for Use at Elevated Temperatures, 1999.

ASTM A 795, Standard Specification for Black and Hot- Dipped, Zinc-Coated (Galvanized) Welded and Seamless Steel Pipe for Fire Protection Use, 2000.

IEEE/ASTM, SI 10, American National Standard for Use of the International System of Units (SI): The Modern Metric System, 2002.

2.3.4 Publicacion AWS. American Welding Society, 550N. W. Lejeune Road, Miami FL33126.

AWS D10.9, Standard for the Qualification of Welding Procedures and Welders for Piping and Tubing, 1980.

2.3.5 Publicaciones IEEE. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Three Park Avenue, 17th Floor, New York, NY 10016- 5997.

IEEE 45, Recommended Practice for Electric Installations, 1983.

2.3.6 Publication IMO. International Maritime Organization, 4 Albert Embankment, London SE 1 7SR. Safety of Life at Sea, SOLAS Regulations 11-2/4.3 and 4.3.5.

2.3.7 Publication UL. Underwriters Laboratories Inc., 333 Pfingsten Road, Northbrook, IL 60062-2096. UL 162, Standard for Safety Foam Equipment and Liquid Concentrates, 1994 with revisions through September 8, 1999.

NFPA 11

Norma para espuma de baja, media y alta expansión

Edición 2005

Capítulo 3 Definiciones

3.1 General. Las definiciones contenidas en este capítulo se deben aplicar a los términos usados en esta norma. Cuando los términos no están definidos en este capítulo o dentro de otro capítulo, se deben definir usando sus significados generalmente aceptados dentro del contexto en el cual se usan. El Merriam-Webster Collegiate Dictionary, 11^a edición, debe ser la fuente del significado generalmente aceptado.

3.2 Definiciones Oficiales de la NFPA.

3.2.1* Aprobado. Aceptable para la autoridad competente.

3.2.2* Autoridad Competente (AHJ). La organización, oficina o persona responsable de hacer cumplir los requisitos de un código o norma, o de la aprobación de equipos, materiales e instalación, o un procedimiento.

3.2.3 Rotulado (Labeled). Equipo o materiales a los que se les ha fijado un rotulo, símbolo u otra marca de identificación de una organización aceptable para la autoridad competente, encargada de la evaluación del producto y que mantenga la inspección periódica de la producción del equipo o materiales rotulados, y por cuya etiqueta el fabricante indique el cumplimiento con las normas correspondientes o desempeño de la manera especificada.

3.2.4* Listado. Equipos, materiales o servicios incluidos en una lista publicada por una organización aceptable para la autoridad competente y encargada de la evaluación de productos o servicios, que mantenga inspección periódica de la producción de los equipos o materiales listados o evaluación periódica de los servicios, y cuyos listados indiquen que el equipo, material o servicio cumplen las normas correspondientes o ha sido probado y encontrado adecuado para el fin deseado.

3.2.5 Debe. Indica requisito obligatorio.

3.2.6 Debería. Indica recomendación o que se aconseja pero no es obligatorio.

3.2.7 Norma. Un documento, cuyo texto principal contiene solamente requisitos obligatorios usando la palabra «debe» para indicar los requisitos y que generalmente esta presentado en forma adecuada para consulta obligatoria de otra norma o código o para adopción como ley. Las estipulaciones no obligatorias deben estar en un apéndice o anexo, nota al pie, o nota en letra pequeña y no se consideran parte de las estipulaciones de la norma.

3.3 Definiciones Generales.

3.3.1 Líquido Combustible. Líquido con un punto de inflamación de vaso cerrado de 37.8 °C (100 °F) o mayor. [Véase NFPA 30,2003]

3.3.1.1 Clasificación de Líquidos Combustibles.

3.3.1.1.1 Líquido Combustible Clase II. Cualquier líquido que tenga un punto de inflamación de 37.8 °C (100 °F) o mayor y menor de 140 °C (60°F). [Véase NFPA 30,2003]

3.3.1.1.2 Líquido Combustible Clase IIIA. Cualquier líquido con un punto de inflamación de 60°C (140 °F) o más pero menor de 93°C (200 °F). [Ver NFPA 30,2003]

3.3.1.1.3 Líquido Combustible Clase IIIB. Cualquier líquido que tenga un punto de inflamación de 93°C (200°F) o más. [Ver NFPA 30,2003]

3.3.2* Concentración. El porcentaje de concentrado de espuma contenido en una solución de espuma.

3.3.3 Bomba de Motor Hidráulico Acoplado. Bomba de desplazamiento positivo debidamente diseñada en la línea de suministro de agua acoplada a otra bomba de concentrado de espuma más pequeña de desplazamiento positivo para proveer dosificación.

3.3.4 Dispositivo de Descarga. Dispositivo diseñado para descargar agua o solución de espuma y agua en un patrón, fijo o ajustable, predeterminado. Pueden ser ejemplos, pero no (micos: los rociadores, boquillas aspersoras y boquillas de mangueras.

3.3.4.1 Dispositivos de Descarga por Aspiración de Aire. Dispositivos diseñados especialmente para aspirar y mezclar aire en la solución de espuma para generar espuma, seguido de descarga de espuma en un patrón de diseño específico.

3.3.4.2* Dispositivos de Descarga sin Aspiración de Aire. Dispositivos diseñados para proveer un patrón específico de descarga de agua.

3.3.5 Salida de Descarga.

3.3.5.1 Salida Fija de Descarga de Espuma. Dispositivo conectado permanentemente a la estructura de un tanque, dique u otro recipiente, diseñado para introducir espuma.

3.3.5.2 Salida de Descarga Tipo I. Salida de descarga aprobada que conduce y descarga espuma suavemente sobre la superficie del líquido sin sumergir la espuma o agitar la superficie.

3.3.5.3 Salida de Descarga Tipo II. Salida aprobada de descarga que no descarga espuma suavemente sobre la superficie del líquido pero esta diseñada para disminuir la sumersión de la espuma y agitación de la superficie.

3.3.6* Eductor (Inductor). Dispositivo que usa el principio de Venturi para introducir una cantidad proporcionada de concentrado de espuma en la corriente de agua; la presión en el cuello es menor que la presión atmosférica y arrastra el líquido del almacenamiento atmosférico.

3.3.6.1* Eductor En Línea. Aparato de dosificación tipo Venturi que dosifica el concentrado de espuma a una concentración fija o variable en la corriente de agua en un punto entre la fuente de agua y una boquilla u otro dispositivo de descarga.

3.3.7 Expansión. Relación del volumen final de espuma al volumen de la solución de espuma original.

3.3.8 Incendio.

3.3.8.1 Clase A. Incendio de materiales combustible comunes como madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos.

3.3.8.2 Clase B. Incendios de líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas de petróleo, breas, aceites, pinturas a base de aceite, disolventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.

3.3.9 Líquido Inflamable. Líquido con un punto de inflamación de vaso cerrado menor de 37.8°C (100°F) y una presión máxima de vapor de 2068 mm Hg (40 psia) a 37.8°C (100°F). [Ver NFPA 30, 2003]

3.3.9.1 Clasificación de Líquidos Inflamables.

3.3.9.1.1 Líquido Inflamable Clase I. Cualquier líquido que tenga un punto de inflamación de vaso cerrado menor de 37.8°C (100 °F) y una presión Reid de vapor que no exceda los 2068,6 mm Hg (40 psia) a 37 .8°C (100 °F). [Ver NFPA 30,2003]

3.3.9.1.2 Líquido Inflamable Clase IA. Cualquier líquido con un punto de inflamación menor de 22.8°C (73 °F) Y punto de ebullición menor de 37.8 °C (100 °F). [Ver NFPA 30,2003]

3.3.9.1.3 Líquido Inflamable Clase IB. Cualquier líquido con un punta de inflamación menor de 22.8 °C (73 °F) y un punto de ebullición de 37 .8 °C (100 °F) 0 mas. [Ver NFPA 30,2003]

3.3.9.1.4 Líquido Inflamable Clase IC. Cualquier líquido con un punto de inflamación de 22.8 °C (73 °F) o más, pero menor de 37.8°C (100 °F). [Ver NFPA 30,2003]

3.3.10* Espuma. Un agregado estable de pequeñas burbujas de densidad menor que el aceite o el agua, que exhibe tenacidad para cubrir superficies horizontales.

3.3.11 Cámara de Espuma. Véase 3.3.5.1, Salida Fija de Descarga de Espuma.

3.3.12* Concentrado de Espuma. Un agente líquido espumante concentrado como se recibe del fabricante.

3.3.12.1* Concentrado de Espuma Resistente al Alcohol. Concentrado que se usa para combatir incendios sobre materiales solubles al agua y otros combustibles que se pueden destruir por espumas AFFF o FFFP, lo mismo que incendios de hidrocarburos.

3.3.12.2* Concentrado de Espuma Formante de Película Acuosa (AFFF). Concentrado a base de surfactantes fluorados mas estabilizadores de espuma diluido sustancialmente con agua para formar una solución a 1 por ciento, 3 por ciento o 6 por ciento.

3.3.12.3* Concentrado de Espuma de Fluoroproteína. Concentrado muy similar al concentrado de espuma y proteína pero con un aditivo fluorado surfactante sintético.

3.3.12.3.1* Concentrado de Espuma de Fluoroproteína Formante de Película (FFFP). Concentrado que usa surfactantes fluorados para producir una película fluida acuosa para suprimir los vapores de combustibles hidrocarburos.

3.3.12.4* Concentrado de Espuma de Mediana y Alta Expansión. Concentrado generalmente derivado de surfactantes hidrocarburos, usado en equipos diseñados especialmente para producir espumas con relaciones volumétricas espuma-solución de 20: 1 hasta aproximadamente 1000: 1.

3.3.12.5* Concentrado de Espuma de Proteína. Concentrado que consiste principalmente de productos de una proteína hidrolizada, más aditivos estabilizadores e inhibidores para protegerla contra la congelación, para evitar corrosión del equipo y recipientes, resistir la descomposición bacterial, controlar la viscosidad, y además asegurar la disponibilidad para uso en emergencias.

3.3.12.6 Concentrado de Espuma Sintética. Concentrado a base de agentes espumantes diferentes a las proteínas hidrolizadas y que incluye concentrados de espuma de formación de película acuosa

(AFFF), concentrados de espuma de mediana y alta expansión, y otros concentrados de espumas sintéticas.

3.3.12.6.1* Otro Concentrado de Espuma Sintética. Concentrado basado en agentes activos de superficie de hidrocarburo listados como agentes humectantes, agentes espumantes o ambos.

3.3.13 Tipo de Concentrado de Espuma. Clasificación de un concentrado de espuma que incluye la composición química como se define bajo concentrado de espuma (véase 3.3.12), incluyendo el porcentaje de uso, la temperatura mínima utilizable, y los combustibles sobre los que el concentrado es efectivo.

3.3.14 Generadores de Espuma.

3.3.14.1 Generadores de Espuma-Tipo Aspirador. Generadores de espuma, fijos o portátiles, en los cuales chorros de solución de espuma aspiran suficientes cantidades de aire que después se arrastran sobre las mallas o filtros para producir espuma, y que generalmente producen espuma con relación de expansión no mayores de 250: 1.

3.3.14.2* Generadores de Espuma - Tipo Impelente. Generados de espuma, fijos o portátiles, en los que la solución de espuma se descarga en forma de rocío sobre filtros a través de los cuales pasa una corriente de aire producida por un ventilador o soplador.

3.3.15 Inyección de Espuma. ~

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

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

3.3.16* Solución de Espuma. Mezcla homogénea de agua y concentrado de espuma en proporciones adecuadas.

3.3.16.1 Solución Premezclada de Espuma. Solución producida introduciendo una cantidad medida de concentrado de espuma en determinada cantidad de agua en un tanque de almacenamiento.

3.3.17 Tipos de Sistemas de Espuma.

3.3.17.1 Sistema Fijo. instalación completa en la cual se conduce la espuma a través de tuberías desde la estación central de espuma, descargando a través de salidas fijas sobre el riesgo que se va a proteger con bombas instaladas permanentemente donde se requieren.

3.3.17.2* Sistema Móvil. Cualquier tipo de aparato productor de espuma que este montado sobre ruedas y de propulsión autónoma o remolcado por un vehículo y que pueda conectarse a un suministro de agua o pueda utilizar una solución premezclada de espuma.

3.3.17.3* Sistema Portátil. Equipo productor de espuma, materiales, mangueras, etc., que se transportan a mano.

3.3.17.4* Sistema Semifijo. Sistema en el cual el riesgo esta equipado con salidas fijas de descarga conectadas a tubería que termina a distancia segura.

3.3.18* Métodos de Generación de Espuma. Métodos de generación de espuma de aire que incluyen: chorro de manguera, boquilla de espuma, y generadores de mediana y alta expansión, generador de espuma, generador de espuma a presión (de contrapresión alta o tipo impelente), o chorro monitor de espuma.

3.3.19* Manguera. Manguera y boquilla que se puedan sostener y dirigir a mano.

3.3.20 Monitor.

3.3.20.1* Monitor Fijo (Cañón). Aparato que descarga un chorro grande de espuma y esta montado en un soporte fijo ya sea elevado o a nivel.

3.3.20.2 Monitor Portátil (Cañón). Aparato que descarga un chorro monitor de espuma y esta montado sobre un soporte móvil o ruedas para transportarlo al lugar del incendio.

3.3.21 Boquilla.

3.3.21.1* Boquilla de Espuma o Generador de Espuma Fijo. Boquilla de manguera o productor de espuma fijo especialmente diseñados para aspirar aire y que esta conectado a un suministro de solución de espuma.

3.3.21.2* Boquilla de Auto-Inducción. Dispositivo que incluye un venturi para extraer concentrado de espuma a través de un tubo corto y/o tubo flexible conectado al suministro de espuma.

3.3.22* Generador de Espuma a presión (Alta contrapresión o Tipo Impelente). Generador de espuma que utiliza el principio Venturi para aspirar aire hacia un chorro de solución de espuma para formar espuma a presión.

3.3.23* Tanque Proporcionador a presión. Tanque de concentrado de espuma sin membrana que usa el flujo de agua a través de un orificio para desplazar el concentrado de espuma en el tanque con agua y añadir concentrado de espuma a través de un orificio a la línea de agua a una velocidad determinada. Este aparato es adecuado solamente para espumas con una gravedad específica de por lo menos 1.15.

3.3.24 Tanque de Membrana (Vejiga) a presión Equilibrada. Tanque de concentrado de espuma equipado con una membrana interna que usa el flujo de agua a través de un dosificador tipo venturi para controlar la velocidad de inyección de concentrado de espuma desplazando el concentrado de espuma dentro de la membrana con el agua fuera de la membrana.

3.3.25 Proporcionador. La introducción continúa de concentrado de espuma en la corriente de agua a la proporción recomendada para formar una solución de espuma.

3.3.25.1* Proporcionador de presión Balanceada Tipo Bomba. Sistema de dosificación de espuma que utiliza una bomba de espuma y válvula(s) para equilibrar las presiones de la espuma y el agua en un proporcionador tipo venturi modificado situado en la tubería de descarga de la solución de espuma; se coloca un orificio de medición de concentrado de espuma en la sección de entrada de espuma del proporcionador.

3.3.25.1.1* Proporcionador de presión Balanceada en Línea. Sistema de dosificación de espuma que utiliza una bomba de concentrado de espuma a todos los regimenes de flujo nominales, cuya presión constante es mayor que la presión máxima del agua bajo todas las condiciones de funcionamiento.

3.3.25.2* Proporcionador de Descarga de Bomba de Inyección Directa Variable. Sistema de dosificación de inyección directa que utiliza indicadores de caudal para el concentrado de espuma y el agua junto con un sistema de control de bomba de espuma de descarga variable.

3.3.26 Métodos de Proporcionamiento para Sistemas de Espuma. Los métodos de dosificación o proporcionamiento usados para crear la solución correcta de concentrado líquidos de agua y espuma.

3.3.27* Proporcionador de Bomba (alrededor de la bomba). Sistema que usa un inductor tipo venturi instalado en una línea de derivación entre el lado de descarga y de succión de una bomba de agua y orificios variables o fijos adecuados para inducir concentrado de espuma desde un tanque o recipiente a la línea de succión de la bomba.

3.3.28 Chorro.

3.3.28.1 Chorro de Manguera de Espuma. Chorro de espuma de una manguera.

3.3.28.2 Chorro de Monitor de Espuma. Chorro de espuma de gran capacidad desde una boquilla que se sostiene en posición y puede ser dirigido por una persona.

NFPA 11

Norma para espuma de baja, media y alta expansión

Edición 2005

Capítulo 4 Tipos de componentes y tipos de sistemas

4.1* General. Este capítulo proporcionar las estipulaciones para el uso correcto de los componentes de los sistemas de espuma.

4.1.1 Todos los componentes deben estar listados para el uso deseado.

4.1.2 Cuando no existen 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.

4.2.1.1.1 Se permite que el suministro para los sistemas de espuma sea de agua dura o suave, dulce o salada, pero debe ser de tal calidad que no se presenten efectos adversos en la formación o estabilidad de la espuma.

4.2.1.1.2 No debe haber presencia de inhibidores de corrosión, químicos de corte de emulsiones o ningún otro aditivo sin consultar previamente con el proveedor del concentrado de espuma.

4.2.1.2* Cantidad. El suministro de agua debe ser en cantidad que alimente todos los aparatos permitidos para uso simultáneo por el tiempo especificado.

4.2.1.2.1 Esta cantidad debe incluir no solamente el volumen requerido para el dispositivo de espuma sino también el agua que se puede usar en otras operaciones de combate de incendios, además de los requisitos normales de la planta.

4.2.1.2.2 No se requiere que los sistemas tipo solución premezclada tengan suministro continuo de agua.

4.2.1.3 presión. La presión disponible a la entrada del sistema de espuma (ej, generador de espuma, generador de aire- espuma) en las condiciones de flujo estipuladas debe ser por lo menos la presión mínima para la cual está diseñado el sistema.

4.2.1.4* Temperatura. Se debe obtener 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 ser diseñado e instalado de acuerdo con NFPA 24.

4.2.1.5.1 Se debe proveer filtros cuando hay sólidos presentes de tamaño suficientemente grande para obstruir las aberturas o dañar el equipo.

4.2.1.5.2 Se debe proveer hidrantes para el suministro de agua del equipo de espuma en la cantidad requerida.

4.2.1.5.3 Los hidrantes deben estar situados como lo especifica la autoridad competente (AHJ).

4.2.1.6 Almacenamiento. El suministro de agua o la solución premezclada deben estar protegidos contra la congelación en climas donde se esperan temperaturas de congelación.

4.2.2 Bombas de Agua y Concentrado de Espuma.

4.2.2.1 Cuando se requieren bombas de agua o concentrado de espuma para la operación automática del sistema de espuma, estas deben ser diseñadas e instaladas de acuerdo con NFPA20.

4.2.2.2 No se requieren controles según NFPA 20 para sistemas manuales.

4.3 Concentrados de Espuma.

4.3.1 Tipos de Concentrados de Espuma.

4.3.1.1 El concentrado de espuma debe estar listado.

4.3.1.2* El concentrado usado en un sistema de espuma debe estar listado para uso sobre el líquido inflamable o combustible que se va a proteger.

4.3.1.3 Se deben cumplir las restricciones de los listados y especificaciones de los fabricantes.

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

- (1) Proteína
- (2) Fluoroproteína
- (3) Espuma formante de película acuosa (AFFF)
- (4) Fluoroproteína formante de película (FFFP)
- (5) Resistente al alcohol
- (6) De alta expansión
- (7) De mediana expansión
- (8) Otros listados para este uso

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

4.3.2 Almacenamiento de Concentrados.

4.3.2.1 Instalaciones de Almacenamiento.

4.3.2.1.1 Los equipos y concentrados de espuma se deben almacenar en un lugar no expuesto al riesgo que protegen.

4.3.2.1.2 Si se ponen a cubierto, los equipos y concentrados de espuma deben estar en una construcción incombustible.

4.3.2.1.3 Para sistemas exteriores no automáticos, se permite que la autoridad competente apruebe el almacenamiento del concentrado de espuma en un lugar fuera del local donde estos suministros estén disponibles en todo momento.

4.3.2.1.4 Se deben proveer facilidades de carga y transporte para los concentrados de espuma.

4.3.2.1.5 Los suministros fuera del local deben ser del tipo requerido para usarlos en los sistemas de la instalación determinada.

4.3.2.1.6 En el momento de un incendio, estos suministros fuera del local se deben acumular en las cantidades requeridas, antes de poner el equipo en operación, para asegurar la producción ininterrumpida de espuma a la velocidad nominal para el tiempo requerido.

4.3.2.2* Cantidad. La cantidad de concentrado debe ser por lo menos suficiente para el riesgo mayor protegido o grupo de riesgos que se deben proteger simultáneamente.

4.3.2.3 Tanques de Almacenamiento de Concentrados de Espuma.

4.3.2.3.1 Los tanques de almacenamiento de líquido a granel deben estar fabricados o forrados con materiales compatibles con el concentrado.

4.3.2.3.2 El tanque de almacenamiento debe estar diseñado para reducir al mínimo la evaporación del concentrado de espuma.

4.3.2.4 Condiciones de Almacenamiento.

4.3.2.4.1* Para asegurar la operación correcta de cualquier sistema de producción de espuma, se deben tener en cuenta en el diseño las características físicas y químicas de los materiales que componen el sistema.

4.3.2.4.2* El concentrado de espuma debe almacenarse dentro de los límites de temperatura listados.

4.3.2.4.3 Se deben proveer etiquetas en los recipientes de almacenamiento para identificar el tipo de concentrado y la concentración deseada en la solución.

4.3.2.5 Suministro de Concentrado de Espuma.

4.3.2.5.1 Tasa de Consumo (consumption rate) del Concentrado de Espuma. Las tasas de consumo deben basarse en el porcentaje de concentrado usado en el diseño del sistema (ej, 3 por ciento o 6 por ciento u otro, según listados o aprobado por la autoridad competente)

4.3.2.5.2 Suministro de Reserva de Concentrado de Espuma.

4.3.2.5.2.1 Debe haber un suministro de reserva de concentrado de espuma para cumplir los requisitos de diseño y poder restaurar el servicio del sistema después de su operación.

4.3.2.5.2.2 El suministro de reserva debe estar en tanques o compartimientos separados, en tambores o latas en el local, o disponible desde una fuente exterior aprobada dentro de 24 horas.

4.3.2.6 Suministros Auxiliares. También deben estar disponibles otros equipos necesarios para restaurar la operación del sistema, como botella de nitrógeno o dióxido de carbono para los sistemas de premezclado.

4.4 Compatibilidad del Concentrado.

4.4.1 Compatibilidad de los Concentrados de Espuma.

4.4.1.1* No se deben mezclar diferentes tipos de concentrados de espuma para almacenamiento.

4.4.1.2 No se deben mezclar diferentes marcas del mismo tipo de concentrado a menos que el fabricante haya suministrado la información para probar a la autoridad competente que son compatibles y esta haya sido aceptada.

4.4.1.3 Se permitirá aplicar a un incendio, en secuencia o simultáneamente, espumas de baja expansión fabricadas separadamente de concentrados de proteínas, fluoroproteínas, FFFP y AFFF.

4.4.2* Compatibilidad de las Espumas con Agentes Químicos Secos.

4.4.2.1 Los fabricantes del agente químico y el concentrado de espuma a usarse en el sistema deben confirmar que sus productos son compatibles mutuamente.

4.4.2.2 Cuando se usan, se deben aplicar las restricciones impuestas sobre cualquiera de los agentes individuales.

4.5 Dosificación de la Espuma. El método de dosificación de la espuma debe ser de acuerdo a uno de los siguientes:

- (1) Boquilla auto-inductora
- (2) Inductor en línea
- (3) Proporcionador de presión (con o sin vejiga)
- (4) Dosificadores around-the pump
- (5) Proporcionador de sistema de bomba de espuma de descarga variable por inyección directa
- (6) Bomba de motor hidráulico acoplado
- (7) Proporcionadores tipo bomba de presión equilibrada

4.6* Bombas de Concentrado de Espuma.

4.6.1 El diseño y materiales de construcción para las bombas de concentrado de espuma debe ser de acuerdo con la NFPA 20.

4.6.2 Se debe prestar atención especial al tipo de sello o empaquetadura usados. Los sellos o empaquetaduras deben ser compatibles con el concentrado de espuma.

4.6.3 Las bombas de concentrado de espuma deben tener las capacidades adecuadas para cumplir la demanda máxima del sistema.

4.6.4 Para asegurar la inyección positiva de los concentrados, los regímenes de presión de descarga de las bombas a la capacidad nominal de descarga deben ser mayores que la presión máxima de agua disponible en cualquier condición en el punto de inyección de la concentración.

4.7 Tuberías.

4.7.1 Materiales de Tubería. Las tuberías en el área de riesgo deben ser de acero u otra aleación clasificadas para la presión y temperatura involucradas.

4.7.1.1 Las tuberías de acero no deben tener menos del peso normativo (Lista 40 hasta diámetro nominal de 12 pulg.).

4.7.1.2 Las tuberías de acero deben ser de acuerdo con una de las siguientes normas:

(1) ASTM A 135

(2) ASTM A53

(3) ASTM A 795

4.7.1.3 Las tuberías fuera del área de riesgo deben ajustarse a los materiales permitidos por la NFPA 24.

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

4.7.1.5 Se debe permitir el uso de tuberías livianas [Lista 10 en diámetros nominales hasta 5 pulg., espesor de pared de 3,40 mm (0,134 pulg.) para 6 pulg.; y 4,78 mm (0,188 pulg.) de espesor para 8 y 10 pulg.] en áreas donde es improbable la exposición a incendios.

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

4.7.2 Tubería para Sistemas de Espuma.

4.7.2.1* Debe usarse tubería galvanizada en atmósferas no corrosivas.

4.7.2.2 Las tuberías para conducción de concentrado de espuma no deben ser galvanizadas.

4.7.2.3 Las tuberías en contacto permanente con concentrados de espuma deben ser construidas de material compatible con el concentrado y no ser afectadas por este.

4.7.2.4 Las tuberías en contacto permanente con concentrados de espuma no deben tener efectos nocivos sobre el concentrado de espuma.

4.7.2.5 Con el fin de calcular la pérdida por fricción en la tubería para solución de espuma, se deben usar los siguientes valores C para la fórmula Hazen-Williams:

(1) Tubería de acero negro (black steel) o hierro fundido sin revestimiento interior - 100

(2) Tubería de acero galvanizado - 120

(3) Tubería de hierro fundido con revestimiento de cemento o asbesto-cemento - 140

4.7.3 Accesorios.

4.7.3.1 Todos los accesorios de tuberías deben ser de acuerdo con uno de los siguientes:

- (1) ANSI B16.1
- (2) ANSI B16.3
- (3) ANSI B16.4
- (4) ANSI B16.5
- (5) ANSI B16.9
- (6) ANSI B16.11
- (7) ANSI B16.25
- (8) ASTM A234

4.7.3.2 Los accesorios no deben tener menos del peso normativo.

4.7.3.3 No se debe usar accesorios de hierro fundido cuando secciones secas de las tuberías están expuestas a un posible incendio o cuando los accesorios estén sometidos a tensión en los sistemas auto-portantes.

4.7.3.4 No se debe usar accesorios de caucho o de empaquetadura elastomérica en áreas expuestas a incendios a menos que el sistema de espuma sea de activación automática.

4.7.3.5* En atmósferas no corrosivas debe usarse accesorios galvanizados.

4.7.3.6 Los accesorios para conducción de concentrado de espuma no deben ser galvanizados.

4.7.4 Uniones de Tuberías y Accesorios.

4.7.4.1 Las roscas de la tubería deben ser de acuerdo con ANSI B1.20.1.

4.7.4.2 Las dimensiones de estrías (cut-and-roll-grooves) y diámetros exteriores de los materiales de tuberías deben ajustarse a las recomendaciones de los fabricantes y la aprobación de los laboratorios certificados.

4.7.4.3* Los procedimientos de soldadura deben ser de acuerdo con las estipulaciones de AWS D10.9.

4.7.4.3.1 Se deben tomar precauciones para asegurar que las aberturas estén totalmente recortadas y que no quedan obstrucciones en el canal del agua.

4.7.4.3.2 Se deben tomar precauciones para asegurar que no ocurra corrosión electrolítica entre los tubos y los accesorios.

4.7.5 Filtros.

4.7.5.1 Debe proveerse filtros cuando hay presencia de sólidos de tamaño suficiente para obstruir aberturas o dañar el equipo.

4.7.5.2 La relación del área libre de la cesta del filtro a su área de entrada debe ser por lo menos 10: 1.

4.7.5.2.1 El área libre neta del filtro debe ser por lo menos cuatro veces el área de la tubería de succión

4.7.5.2.2 El calibre de la malla del filtro debe ser de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la bomba.

4.7.6* Válvulas.

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

4.7.6.2 Las válvulas automáticas de las tuberías de concentrado de espuma deben estar listadas para este servicio.

4.7.6.3 Se deben permitir las especificaciones de válvulas para usar con agua fuera del área de riesgo o canalizada.

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

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

- (1) Eléctrico, de acuerdo con NFPA 72
- (2) Cerradas
- (3) Selladas

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 los Sistemas.

4.9.1 Métodos de Activación.

4.9.1.1 Se permite la activación automática o manual de los sistemas.

4.9.1.2 Todos los sistemas deben estar dispuestos para activación manual.

4.9.2 Sistemas de Activación Automática.

4.9.2.1 Los sistemas automáticos deben ser activados por equipos de detección automática.

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

4.9.2.3 Cuando la operación es automática, se debe usar una fuente confiable de energía.

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

4.9.2.5* Equipo de Detección Automática.

4.9.2.5.1 Los equipos de detección automática (ya sean neumáticos, hidráulicos o eléctricos) se deben proveer con supervisión dispuesta de manera que la falla del equipo o pérdida de presión del aire de supervisión o pérdida de energía eléctrica produzca la notificación positiva de la condición anormal.

4.9.2.5.2 Se permite que los sistemas pequeños para riesgos localizados no tengan supervisión, sujeto a aprobación de la autoridad competente.

4.9.2.6* Los equipos eléctricos de detección automática y cualquier equipo eléctrico auxiliar, si están en áreas de riesgo, deben estar diseñados expresamente para uso en esas áreas.

4.9.2.7 En algunos casos, se permite disponer el sistema para cierre automático después de un tiempo de operación predeterminado.

4.9.2.7.1 El cierre automático debe estar sujeto a la aprobación de la autoridad competente.

4.9.2.7.2 Cuando se requiere cierre automático, el estado de alarma debe permanecer hasta la restauración manual.

4.9.2.8 Sistema de Detección.

4.9.2.8.1 El sistema de detección debe activar una alarma local y también una alarma en un lugar atendido permanentemente.

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

4.9.3 Sistemas de Activación Manual.

4.9.3.1 Los controles para sistemas operados manualmente deben estar situados en un lugar retirado de la zona de riesgo para permitir que se operen en una emergencia, pero suficientemente cerca para asegurar que el operador se entere si hay incendio.

4.9.3.2 La localización y uso de los controles deben estar indicados y relacionados con las instrucciones de operación.

4.9.4 Equipos.

4.9.4.1 Todos los dispositivos de operación deben estar diseñados para las condiciones de servicio que se presenten.

4.9.4.2 Los dispositivos de operación no se deben poner fuera de funcionamiento, o estar susceptibles a su activación accidental por factores ambientales como temperaturas altas o bajas, humedad o contaminación atmosférica, o condiciones marítimas.

4.9.4.3 Los sistemas de los dispositivos de operación deben tener medios de activación manual.

NFPA 11

Norma para espuma de baja, media y alta expansión

Edición 2005

Capítulo 5 Diseño de sistemas de baja expansión

5.1* Tipos de Riesgos. Este capítulo cubre información de diseño para el uso de espuma de baja expansión para proteger tanques de almacenamiento exterior, riesgos interiores de líquidos inflamables, estanterías de carga, áreas canalizadas y áreas de derrame sin diques o sin canalizar.

5.2 Tanques Exteriores de Techo Fijo (Cónico). Los siguientes métodos para proteger tanques exteriores de techo fijo se incluyen en esta sección:

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

Esta lista de métodos no indica ninguna orden de preferencia.

5.2.1 Protección Suplementaria. Además de los medios primarios de protección, se debe proveer protección suplementaria de acuerdo con los requisitos de la sección 5.9.

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

5.2.3* Restricciones. No se deben usar salidas fijas para proteger tanques horizontales o a presión.

5.2.4 Criterio de Diseño para Monitores y Mangueras de Espuma.

5.2.4.1 Restricciones.

5.2.4.1.1 Las boquillas monitoras no se deben considerar como el medio principal de protección de tanques de techo fijo de diámetro mayor de 18 m (60 pies).

5.2.4.1.2 No se debe permitir usar mangueras de espuma como medio principal de protección para tanques de techo fijo de más de 9 m (30 pies) de diámetro o de más de 6 m (20 pies) de altura.

5.2.4.2 Tasas de Aplicación de Espuma.

5.2.4.2.1 * Para determinar los requisitos reales de flujo de la solución, se deben tomar en cuenta el potencial de pérdidas de espuma por el viento y otros factores y se deben incluir otros factores en los cálculos.

5.2.4.2.2* Los parámetros de diseño para uso de boquillas monitoras y mangueras para proteger tanques que contienen hidrocarburos deben ser de acuerdo con la tabla 5.2.4.2.2

5.2.4.3* Tanques que Contienen Líquidos Inflamables o Combustibles y Requieren Espumas Resistentes al Alcohol.

5.2.4.3.1* Los Líquidos solubles en agua, ciertos líquidos inflamables y combustibles, y disolventes polares destruyen las espumas corrientes (no resistentes al alcohol) deben usar espumas resistentes al alcohol.

Tabla 5.2.4.2.2 Protección de Manguera de Espuma y Monitor para Tanques de Almacenamiento de Techo Fijo que Contienen Hidrocarburos

Tipo Hidrocarburo	Tasa Mínima de Aplicación		Tiempo Mínimo de Descarga (min)
	L/min.m ²	gpm/pie ²	
Punto de inflamación entre 37.8°C y 60°C (100°F y 140°F)	6.5	0.16	50
Punto de inflamación menores de 37.8°C (100°F) o líquidos calentados por encima de sus puntos de inflamación	6.5	0.16	65
Petróleo crudo	6.5	0.16	65

Notas:

- (1) Esta tabla incluye los gasóleos (gasohols) y gasolinas sin plomo que contienen menos de 10 por ciento de aditivos oxigenados por volumen. Cuando el contenido de aditivos oxigenados es mayor de 10 por ciento por volumen, la protección normalmente es de acuerdo con 5.2.4.3. Ciertas espumas no resistentes al alcohol podrían ser adecuadas para uso con combustibles con contenido de aditivos oxigenados de más de 10 por ciento por volumen. Debería consultarse al fabricante para pedir listados o aprobaciones específicas.
- (2) Los líquidos inflamables con un punto de ebullición de menos de 37.8°C (100°F) podrían requerir tasas de aplicación mayores. Las tasas de aplicación adecuadas deberían determinarse por medio de pruebas. Los líquidos inflamables con una amplia gama de puntos de ebullición podrían formar una capa de calor después de la quema prolongada y puede requerir tasas de aplicación de 8,1 L/min m² (0,2 gpm/pie²) o más/
- (3) Se debe tener cuidado en la aplicación de chorros de espuma portátiles a materiales de alta viscosidad calentados por encima de 93.3°C (200°F). Se debería aplicar un buen criterio para 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 comparativamente bajo de agua en las espumas pueden enfriar de manera benéfica estos combustibles a una velocidad baja, también pueden causar espumación violenta y desbordamiento (*slop over*) del contenido del tanque.

5.2.4.3.2* Para líquidos de una profundidad mayor de 25,4 mm (1 pulg.), los chorros monitores y de manguera de espuma se deben limitarse para uso con espumas especiales resistentes al alcohol listadas y/o aprobadas, para el caso.

5.2.4.3.3 En todos los casos se debe consultar al fabricante del concentrado de espuma y del equipo de producción de espuma sobre las restricciones y recomendaciones basadas en listados o pruebas de incendio específicas.

5.2.4.4 Parámetro de diseño. Cuando se usan boquillas monitoras y de manguera para proteger tanques que contienen líquidos inflamables y combustibles que requieren espumas resistentes al alcohol, el tiempo de operación debe ser de 65 minutos a las tasas de aplicación listadas, a menos que el fabricante de la espuma haya determinado, por medio de pruebas de incendio, que se puede permitir menos tiempo.

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.

5.2.5.1.1 Para proteger un líquido inflamable contenido en un tanque vertical de almacenamiento atmosférico o techo fijo (cono), las salidas de descarga deben estar conectadas al tanque.

5.2.5.1.2 Cuando se requieren dos o más salidas de descarga, las salidas deben estar espaciadas igualmente alrededor de la periferia del tanque.

5.2.5.1.2.1 Estas salidas deben ser entubadas individualmente y con válvulas separadas para aislamiento fuera del área del dique de acuerdo con 8.5.1

5.2.5.1.2.2 Cada salida debe ser tener un diámetro para descargar la espuma a aproximadamente la misma tasa.

5.2.5.1.3 Las salidas fijas de descarga de espuma deben instalarse en el tope del casco y estar situadas o conectadas para evitar la posibilidad de que el contenido del tanque se derrame dentro de las líneas de espuma.

5.2.5.1.4 Las salidas fijas de descarga de espuma deben estar instaladas para que el desplazamiento del techo no les cause daño.

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

5.2.5.1.6 Las salidas fijas de descarga de espuma deben proveerse con medios de inspección para permitir el mantenimiento y para inspección y cambio de los sellos de vapor.

5.2.5.2 Criterio de Diseño para Tanques que Contienen Hidrocarburos.

5.2.5.2.1* Los tanques de techo fijo (cono) deben tener salidas de descarga fijas aprobadas como se indica en la tabla 5.2.5.2.1.

5.2.5.2.2* Tiempos Mínimos de Descarga y Régimen de aplicación. Cuando se usan salidas fijas de descarga de espuma para tanques de techo fijo (cono) que contienen hidrocarburos, los tiempos mínimos de descarga y tasas de aplicación deben ser de acuerdo con la Tabla 5.2.5.2.2.

5.2.5.2.3 Si el aparato disponible tiene una tasa de descarga mayor de 4,1 litros/min » m² (0,1 gpm/pie²), se permite la reducción proporcional del tiempo, siempre y cuando el tiempo no sea menor de 70 por ciento de los tiempos mínimos de descarga que se muestran.

5.2.5.3* Criterio de Diseño para Tanques que contienen Líquidos inflamables y Combustibles que Requieren Espumas Resistentes al Alcohol.

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	1
Más de 24 a 36	Más de 80 a 120	2
Más de 36 a 42	Más de 120 a 140	3
Más de 42 a 48	Más de 140 a 160	4
Más de 48 a 54	Más de 160 a 180	5
Más de 54 a 60	Más de 180 a 200	6

Tabla 5.2.5.2.2 Tiempos Mínimos de Descarga y Régimen de aplicación para Salidas Fijas de Descarga de Espuma en Tanques de Almacenamiento de Techo Fijo (cono) que Contienen Hidrocarburos

Tipo de Hidrocarburo	Tasa Mínima de Aplicación		Tiempo Mínimo de Descarga (min)	
	L/min-m ²	Gpm/pie ²	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)	4.1	0.10	20	30
Punto de inflamación menor de 37.8°C (100°F) o líquidos calentados por encima de sus puntos de inflamación	4.1	0.10	30	55
Petróleo crudo	4.1	0.10	30	55

Notas:

- (1) Esta tabla incluye los gasóleos (gasohols) y gasolinas sin plomo que contienen menos de 10 por ciento de aditivos oxigenados por volumen. Cuando el contenido de aditivos oxigenados es mayor de 10 por ciento por volumen, la protección normalmente es de acuerdo con 5.2.5.3. Ciertas espumas no resistentes al alcohol podrían ser adecuadas para uso con combustibles de contenido de aditivos oxigenados de más de 10 por ciento por volumen. Debería consultarse al fabricante para pedir listados o aprobaciones específicas.
- (2) Los líquidos inflamables con un punto de ebullición de menos de 37.8°C (100°F) podrían requerir tasas de aplicación mayores. Las tasas de aplicación adecuadas deberían determinarse por medio de pruebas.
- (3) Para líquidos de alta viscosidad calentados por encima de 93.3°C (200°F), sería conveniente tasas iniciales de aplicación más bajas para reducir al mínimo la espumación (frothing) y expulsión del líquido almacenado. Se debería aplicar un buen criterio para aplicar espuma a tanques que contienen aceites calientes, asfaltos incendiados o líquidos incendiados que tengan puntos de ebullición por encima del punto de ebullición del agua. Aunque el contenido comparativamente bajo de agua en las espumas puede enfriar de manera benéfica estos líquidos a una velocidad baja, también pueden causar espumación *frothing* violenta y desbordamiento «*slop over*» del contenido del tanque.

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

5.2.5.3.2* En todo caso, se debe consultar a los fabricantes del concentrado de espuma y del equipo de producción de espuma sobre las restricciones y recomendaciones basadas en los listados o pruebas de incendio específicos.

5.2.5.3.3 Se deben proveer tanques de techo fijo (cono) con salidas fijas de descarga de espuma como lo indica la Tabla 5.2.5.2.1.

5.2.5.3.4 Tiempos Mínimos de Descarga y Tasas de Aplicación. Los tiempos mínimos de descarga y tasas de aplicación para tanques de techo fijo (cono) que contiene líquidos inflamables y combustibles y requieren espumas resistentes al alcohol deben ser de acuerdo con la tabla 5.2.5.3.4.

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.

5.2.6 Criterio de Diseño de Aplicación Subsuperficial.

5.2.6.1* Se permiten los sistemas de inyección subsuperficial de espuma para protección de hidrocarburos líquidos en tanques de almacenamiento atmosféricos de techo fijo.

5.2.6.1.1 No se deben usar sistemas de inyección subsuperficial para protección de líquidos de hidrocarburos clase IA o para protección de alcoholes, esters, acetonas, aldehídos, anhídridos u otros productos que requieren el uso de espumas resistentes al alcohol.

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

5.2.6.1.3 La espuma de fluoro proteína, 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.

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

5.2.6.2.2 Las salidas deben ser de un diámetro para que no se sobrepasen la presión de descarga del generador de espuma y los límites de velocidad de la espuma.

5.2.6.2.3 La velocidad de la espuma en el punto de descarga al contenido del tanque no debe exceder 3 m/seg (10 pies/seg) para líquidos clase IB o 6 m/seg (20 pies/seg) para otras clases de líquidos a menos que se compruebe por medio de pruebas que las velocidades mayores son satisfactorias.

5.2.6.2.4 Cuando se requieren dos o más salidas, deben estar localizadas de manera que el desplazamiento de la espuma sobre la superficie no puede ser mayor de 30 m (100 pies).

5.2.6.2.5 Cada salida debe tener un diámetro que permita descargar la espuma a aproximadamente la misma velocidad.

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

5.2.6.2.7 En lugar de instalar boquillas adicionales al tanque, se permite que las conexiones del casco se hagan en las tapas de las bocas de inspección.

5.2.6.2.8 Los tanques deben proveerse con orificios de descarga subsuperficial de espuma como se muestra en la Tabla 5.2.6.2.8.

5.2.6.3* Elevación de la Salida de Descarga de Espuma.

5.2.6.3.1* Las salidas de descarga de espuma deben estar situadas de manera que no descarguen en un rondo de agua.

5.2.6.3.2 El requisito de 5.2.6.3.1 se debe cumplir colocando las salidas por lo menos 0,3 m (1 pie) por encima del nivel de agua más alto para evitar la destrucción de la espuma.

5.2.6.4* Restricciones de la Contrapresión de Inyección Subsuperficial. Los diámetros y longitudes de las tuberías o mangueras de descarga usadas más allá del generador de espuma y la profundidad máxima esperada del combustible que se va a proteger deben ser tales que la contrapresión este dentro del rango de presiones bajo las cuales el aparato está probado y listado por los laboratorios de prueba.

5.2.6.5 Tiempos Mínimos de Descarga y Tasas de Aplicación.

5.2.6.5.1 Los tiempos mínimos de descarga y tasas de aplicación para la aplicación subsuperficial son

5.2.6.5.2* En casos en que los hidrocarburos líquidos contienen productos destructores de la espuma, se debe consultar al fabricante del concentrado de espuma para recomendaciones basadas en los listados y/o aprobaciones.

5.2.7* Sistemas Semi-subsuperficiales. Todos los equipos usados en sistemas semi-subsuperficiales deben ser listados o aprobados para este uso.

5.3* Tanques Exteriores de Techo Abierto Flotante. Los tanques exteriores de techo abierto flotante deben ser como se muestra en las Ilustraciones 5.3(a) hasta 5.3.(d).

5.3.1 Los tanques equipados con los siguientes tipos de techos flotantes no se incluyen en la Sección 5.3:

(1) Techos hechos de diafragmas flotantes

(2) Techos hechos de mantos plásticos

(3) Techos hechos de plástico u otro material flotante, aunque estén encapsulados en metal o fibra de vidrio

(4) Techos que se sostienen en cierres de dispositivos flotantes que se pueden sumergir fácilmente si se dañan

(5) Techos de bandeja

5.3.2 Los sistemas para tanques con estos equipos deben ser diseñados de acuerdo con 5.4.2.2.

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	1	1
Más de 24 a 36	Más de 80 a 120	2	1
Más de 36 a 42	Más de 120 a 140	3	2
Más de 42 a 48	Más de 140 a 160	4	2
Más de 48 a 54	Más de 160 a 180	5	2
Más de 54 a 60	Más de 180 a 200	6	3
Mayor de 60	Mayor de 200	6	3
		Más una salida por cada 465 m ² (5000 pies ²) adicionales	Más una salida por cada 697 m ² (7500 pies ²) adicionales

NOTAS:

- (1) Los líquidos con puntos de inflamación por debajo de 22.8°C (73°F), combinados con puntos de ebullición menores de 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 sobre tanques de diámetro de 7,5 m (25 pies), 27,9 m (93 pies) y 34,5 m (115 pies) que contenían gasolina, petróleo crudo y hexano respectivamente.
- (3) Los combustibles más viscosos extinguidos por inyección subsuperficial estaban almacenados en condiciones ambientales [15.6°C (60°F)] tenían viscosidad de 2000 ssu (440 centistokes) y un punto de fluidez de -9.4°C (15°F). Generalmente no se recomienda la inyección subsuperficial para combustibles con viscosidad mayor de 440 centistokes (2000 ssu) a su temperatura mínima de almacenamiento esperada.
- (4) Además del control provisto por el efecto de sofocación de la espuma y el efecto de enfriamiento del agua en la espuma que llega a la superficie, el control y extinción del incendio se pueden mejorar más deslizando un producto frío por 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 de Hidrocarburo	Tiempo Mínimo de Descarga (min)	Tasa Mínima de Aplicación	
		L/min.m ²	gpm/pie ²
Punto de inflamación entre 37.8° C y 60°C (100° F y 140° F)	30	4.1	0.1
Punto de inflamación menor de 37.8° C (100° F) o líquidos calentados por encima de sus puntos de inflamación	55	4.1	0.1
Petróleo crudo	55	4.1	0.1

NOTAS:

- (1) La tasa máxima de aplicación debe ser 8,1 L/min '» m² (0,20 gpm/pie²).
- (2) Para líquidos de alta viscosidad calentados por encima de 93.3°C (200°F), sería conveniente tasas iniciales de aplicación más bajas para reducir al mínimo la espumación (*frothing*) y expulsión del líquido almacenado. Se debería aplicar un buen criterio para aplicar espumas a tanques que contienen aceites calientes, asfaltos incendiados o líquidos incendiados que se caliente por encima del punto de ebullición del agua. Aunque el contenido comparativamente bajo de agua en las espumas puede enfriar de manera benéfica estos líquidos a una velocidad baja, también pueden causar espumación (*frothing*) violenta y desbordamiento (*slop over*) del contenido del tanque.

5.3.3* Tipos de Incendios Previstos.

5.3.3.1 inyección Superficial y Semi-subsuperficial. Las inyecciones subsuperficiales y semi-subsuperficiales no deben usarse para protección de tanques de tope abierto o cubiertos de techo flotante porque es posible la distribución impropia de la espuma sobre la superficie del combustible.

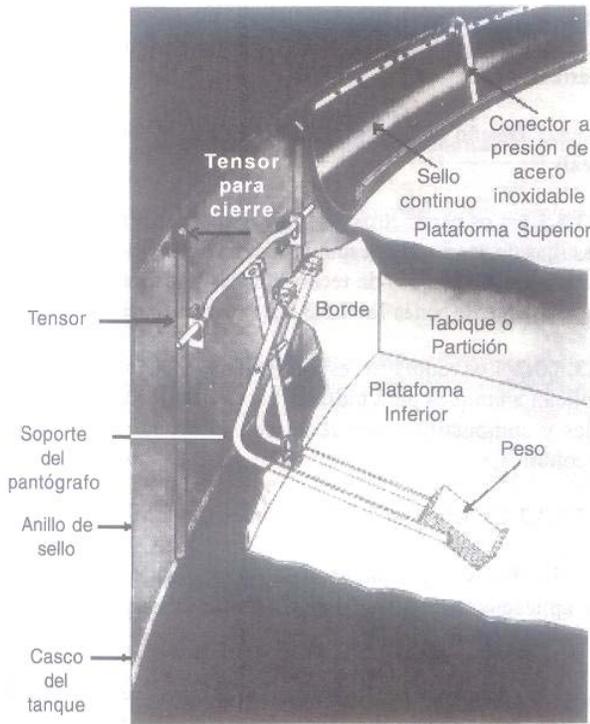


Ilustración 5.3(a) Tanque de Tope Abierto y Techo Flotante con Sello Tipo Pantógrafo.

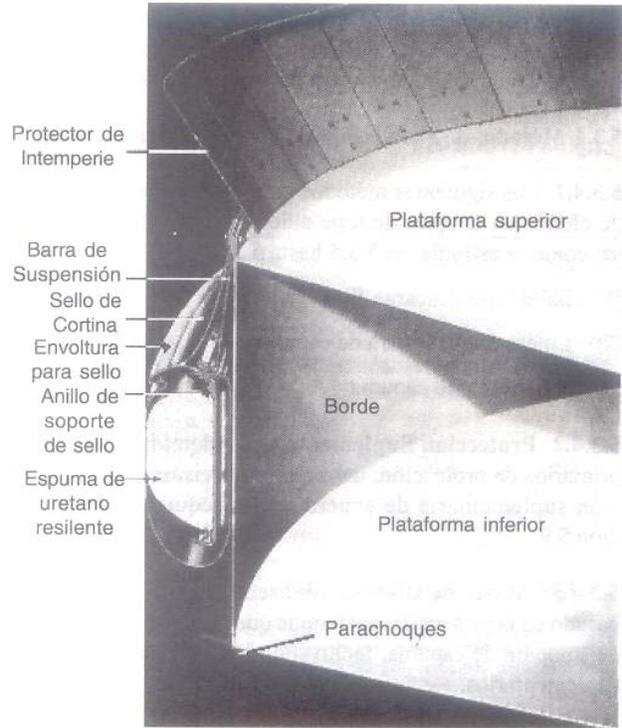


Ilustración 5.3.(b) Tanque de Tope Abierto y Techo Flotante con Sello Tipo Tubo.

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 5.3.2 hasta 5.3.5.

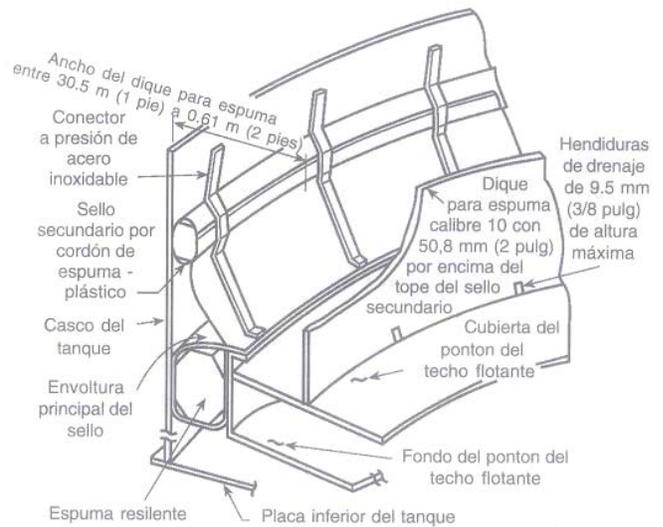
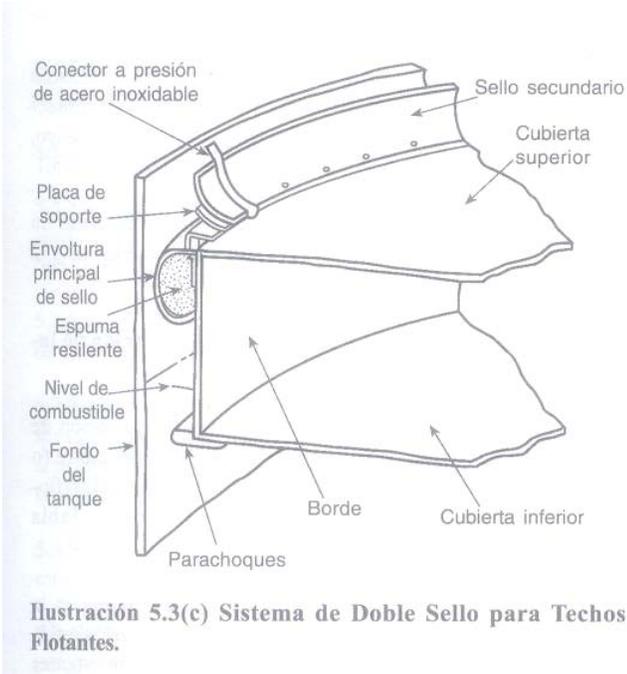
5.3.4 Métodos de Protección de Cierres Contra Incendio.

5.3.4.1 Los siguientes métodos para protección de incendios de cierres en tanques de tope abierto y techo flotante deben ser como se estipula 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 haber provisiones 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 solución de espuma, incluyendo los chorros de manguera suplementarios.



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

5.3.5.1 Esta permitido que la aplicación de espuma desde salidas fijas de descarga se realice por uno de los siguientes dos métodos:

(1) El primer método descarga espuma por encima del cierre de zapata mecánico, un protector metálico contra intemperie o un cierre secundario.

(2) El segundo método descarga espuma debajo de un cierre de zapata mecánico directamente sobre el líquido inflamable, detrás de un protector contra intemperie metálico directamente sobre la camisa de cierre del tubo, o debajo de un cierre secundario sobre el cierre primario.

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

5.3.5.2.1 Las salidas fijas de descarga de espuma situadas sobre el cierre de zapata mecánico, sobre un protector contra intemperie de cierre de tubo, o sobre un cierre secundario se deben usar en conjunto con un dique de espuma.

5.3.5.2.2 Debe haber dos disposiciones 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.

5.3.5.2.3* Para esta aplicación, las salidas fijas de descarga de espuma no deben equiparse con dispositivo perezcedero de cierre de vapor.

5.3.5.3 Diseño de Sistemas de Encima del Cierre. (Top-of- Seal)

5.3.5.3.1 Los parámetros de diseño para la aplicación de salidas fijas de descarga de espuma encima del sello (top-of-Seal) 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).

5.3.5.3.2 Los requisitos especificados en la Tabla 5.3.5.3.1 aplican a tanques para hidrocarburos o materiales inflamables y combustibles que requieren espumas resistentes al alcohol.

5.3.5.3.3 Se deben aplicar los regimenes mínimos requeridos de aplicación especificados en la Tabla 5.3.5.3.1, a menos que los listados para productos específicos requieran regimenes de aplicación más altos cuando se usan salidas fijas de descarga de espuma Tipo II.

5.3.5.3.4 Si el régimen de aplicación es mayor que el régimen mínimo especificado en la Tabla 5.3.5.3.1, debe permitirse reducir proporcionalmente el tiempo de descarga, 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 Cierre Primario o Protección de Intemperie.

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

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

5.3.5.3.6 Sistema Debajo del Cierre o de Protección de Intemperie.

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

Tabla 5.3.5.3.1 Protección de Descarga Fija de Espuma Encima del Cierre para Tanques de Techo Flotante y Tope Abierto

Tipo de Cierre	Ilustración Aplicable de Diseño	Régimen Mínimo de Aplicación		Tiempo Mínimo de Descarga (min)	Espacio Máximo Entre Salidas de Descarga con			
		L/min-m ²	gpm/pie ²		Dique de Espuma de 305 mm (12 pulg.)		Dique de Espuma de 610 mm (24 pulg.)	
					m	pies	m	pies
Sello de Zapata Mecánico	A	12.2	0.3	20	12.2	40	24.4	80
Sello de Tubo con protector metálico de intemperie	B	12.2	0.3	20	12.2	40	24.4	80
Sello secundario total o parcialmente combustible	C	12.2	0.3	20	12.2	40	24.4	80
Sello secundario todo metálico	D	12.2	0.3	20	12.2	40	24.4	80

Nota: Cuando las salidas fijas de descarga de espuma están montadas encima del tope del casco del tanque, se necesita un guardabarros para la espuma debido al efecto del viento.

5.3.5.3.6.2 Se deben aplicar los requisitos mostrados en la Tabla 5.3.5.3.6.1 a tanques para hidrocarburos o materiales inflamables y combustibles que requieren espumas resistentes al alcohol.

5.3.5.3.6.3 Se deben aplicar los regimenes mínimos de aplicación estipulados que se muestran en la Tabla 5.3.5.3.6.1, a menos que los listados para productos específicos estipulen regimenes de aplicación más altos cuando se usan salidas fijas de descarga de espuma Tipo II.

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 ²	gpm/pie ²		
Sello de zapata mecánica	A	20.4	0.5	10	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	20.4	0.5	10	No requiere represa (dique) de espuma 18 m (60 pies) –
Sello de Tubo con menos de 152 mm (6 pulg) entre el tope del tubo y el tope del pontón	C	20.4	0.5	10	No requiere represa (dique) de espuma 18 m (60 pies) –
Cierre de tubo con descarga de espuma por debajo del sello secundario metálico*	D	20.4	0.5	10	Requiere represa (dique) de espuma 18 m (60 pies) – No requiere represa (dique) de espuma

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

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

5.3.5.4 Criterio de Diseño de Diques de Espuma.

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

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

5.3.5.4.3 El dique de espuma debe estar diseñado para retener la espuma en el área del cierre, a una profundidad que cubra el área de cierre mientras hace correr lateralmente la espuma hasta el punto de rotura del cierre.

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

5.3.5.4.3.2 El dique se debe prolongar por lo menos 51 mm (2 pulg.) por encima de un sello secundario de metal o sella secundario combustible usando un cordón de espuma plástica.

5.3.5.4.3.3 La altura del dique debe ser por lo menos 51 mm (2 pulg.) mayor que cualquier panel de quemadura en los sellos secundarios metálicos.

5.3.5.4.4 El dique de espuma debe estar por lo menos a 0,3 m (1 pie), pero no más de 0,6 m (2 pies) del casco del tanque.

5.3.5.4.5 Para permitir el drenaje del agua lluvia, el rondo del dique de espuma debe estar inclinado en base a 278 mm² de área de inclinación por m² de área represada (0,04 pulg² de área de inclinación por pie² de área represada), limitando las ranuras de drenaje a un máximo de 9,5 mm (3/8 pulg.) en altura como muestra la Ilustración 5.3.5.4.5.



5.3.5.4.6 Se debe evitar el exceso de aberturas de drenaje del dique para prevenir la pérdida de espuma a través de las ranuras de drenaje.

5.3.6* Criterio de Diseño de Mangueras de Espuma para Protección del Area de Cierre.

5.3.6.1 Se debe permitir el uso de mangueras de espuma desde la viga al aire (windgirder) para la extinción de incendios de sellos en tanques de techo flotante y tope abierto.

5.3.6.2 Se deben usar equipos listados o aprobados.

5.3.7 Criterio de Diseño de Monitores de Espuma para Protección del Area de Cierre. No se debe usar monitores como el medio principal de extinción de incendios de cierres de techo flotantes por la dificultad en dirigir la espuma hacia el espacio anular y la posibilidad de hundir el techo.

5.4* Tanques exteriores Cubiertos (Internos) de Techo Flotante. Véase la ilustración 5.4.

5.4.1 Los requisitos para tanques equipados con los siguientes tipos de techos flotantes no se cubrirán en la Sección 5.4:

- (1) Techos hechos de diafragmas flotantes
- (2) Techos hechos de mantos plásticos
- (3) Techos hechos con materiales plásticos u otros materiales flotantes, aunque estén encapsulados en metal o fibra de vidrio.
- (4) Techos que se apoyan en cierres de dispositivos flotantes que se pueden sumergir fácilmente si se dañan.
- (5) Techos de bandeja.

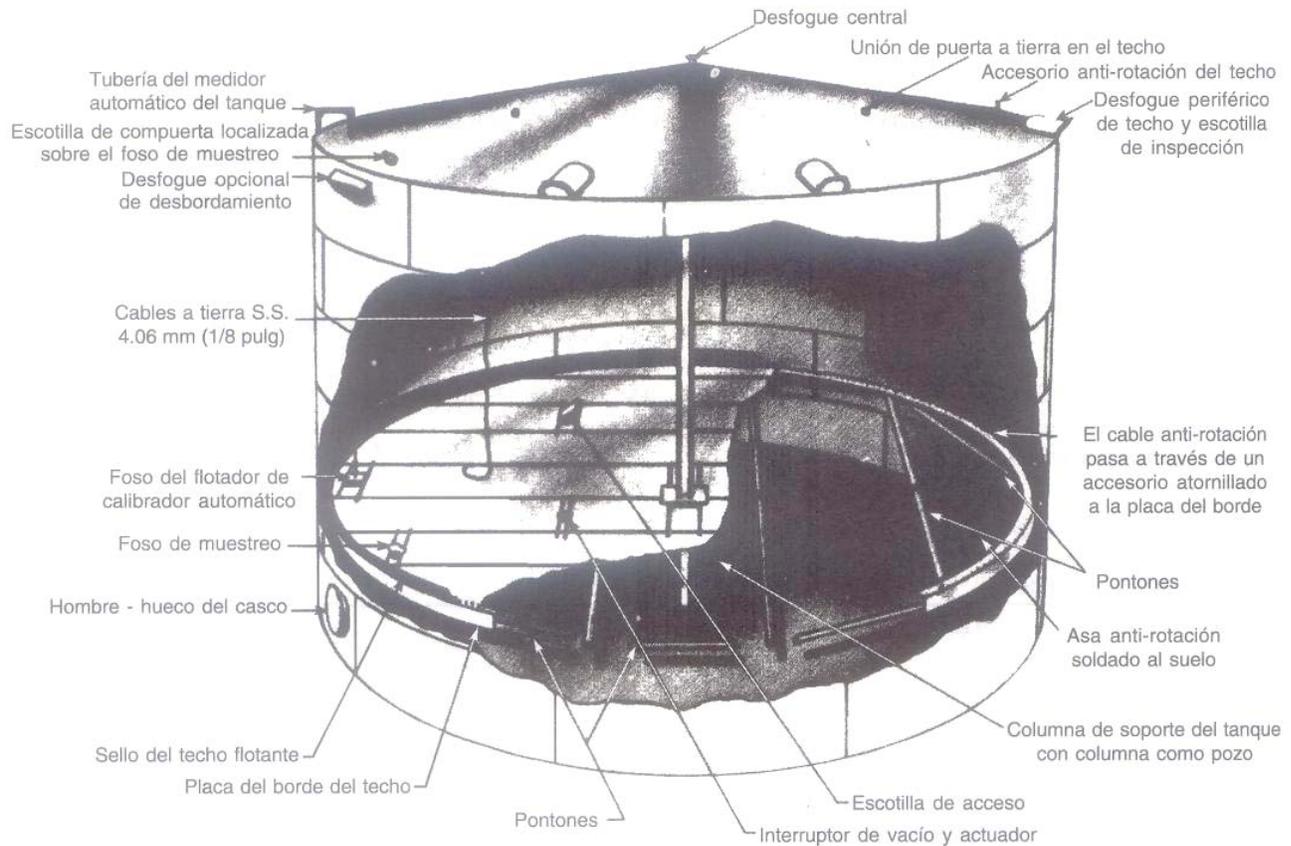


Ilustración 5.4 Tanque Cubierto de Techo Flotante Típico (Tanque con Membrana).

5.4.2 Los siguientes tipos de construcción de techos se deben considerar adecuados para sistemas de protección de área de cierre:

- (1) Doble plataforma de acero
- (2) Pontón de acero
- (3) Contacto total con la superficie del líquido, panel de sándwich metálico, según el Apéndice H de las estipulaciones de API 650, "Techos Flotantes Interiores".

5.4.2.1 Todos los demás tipos de construcción de techos deben requerir protección total de superficie.

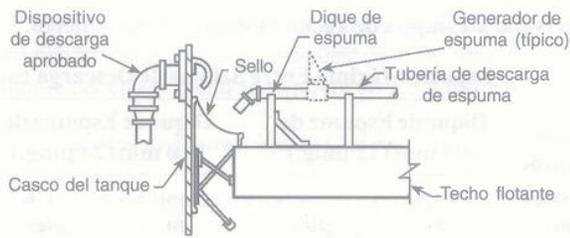
5.4.2.2 Diseño para Incendio Total de Superficie.

5.4.2.2.1 Cuando el diseño se basa en un incendio total de superficie, el tanque cubierto (interno) de techo flotante se debe considerar equivalente a un tanque de techo fijo (cono) del mismo diámetro para fines de diseño del sistema de espuma.

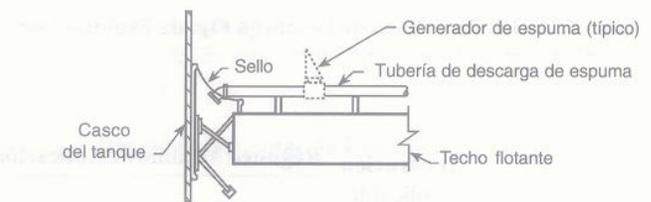
5.4.2.2.2 Para incendios totales de superficie, las instalaciones de espuma se deben diseñar de acuerdo con 5.2.3 y la Sección 5.29, con excepción de que no se requieren laterales con válvulas separadas para carla descarga de espuma.

5.4.2.2.3 Para esta aplicación, las salidas fijas de descarga de espuma no se deben equipar con dispositivos de sello de vapor frangible.

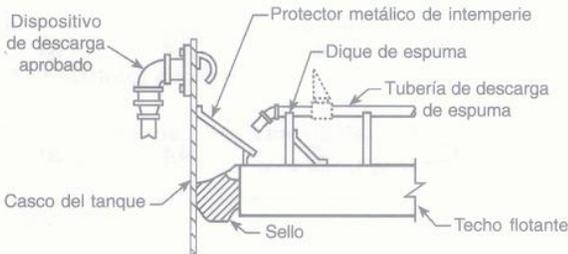
5.4.2.2.4 No se debe usar inyección semi-superficial y semi- subsuperficial debido a la posibilidad de distribución inadecuada de la espuma.



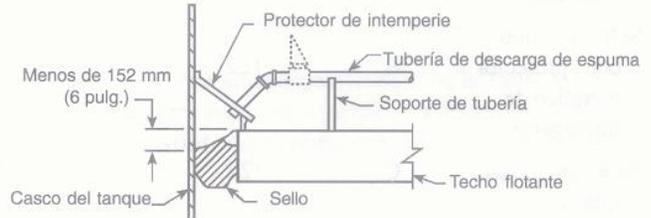
Detalle A - Aplicación en el tope del sello - Descarga de espuma por encima del sello de zapata mecánica



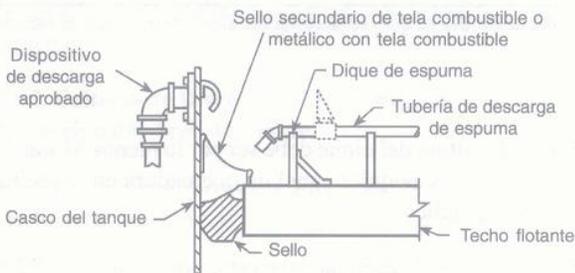
Detalle A - Aplicación por debajo del sello - Descarga de espuma debajo de la zapata mecánica - Sin dique de espuma



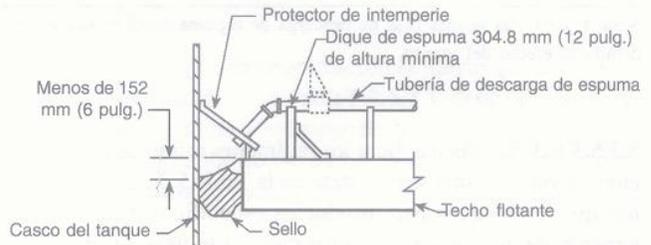
Detalle B - Aplicación en el tope del sello - Descarga de espuma por encima del protector metálico de intemperie



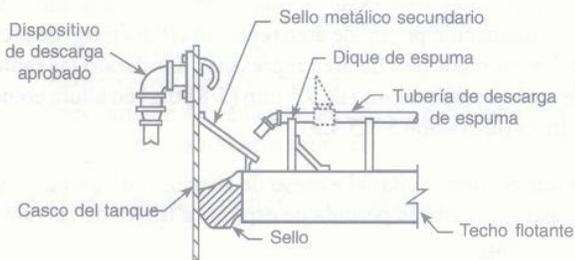
Detalle B - Aplicación por debajo del sello - Descarga de espuma debajo del protector metálico de intemperie - Tope del sello 152 mm (6 pul.) o más por debajo del tope del techo flotante



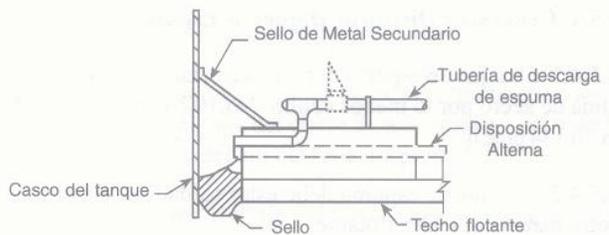
Detalle C - Aplicación en el tope del sello - Descarga de espuma por encima del sello de tela combustible o metálicas con tela combustible



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 encima del sello - Descarga de espuma por encima del sello de metal secundario



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).

5.4.2.3 Diseño para Incendio de Area de Cierre.

5.4.2.3.1 Cuando el incendio se basa en incendios de cierre, el tanque cubierto (interno) de techo flotante se debe considerar equivalente a un tanque de techo flotante de tope abierto del mismo diámetro para fines de diseño del sistema de espuma.

5.4.2.3.2 Para incendios de cierres, el sistema de descarga de espuma debe ser diseñado de acuerdo con los requisitos especificados en la Tabla 5.3.5.3.1 utilizando salidas fijas de descarga de espuma.

5.4.2.3.3 Protección Suplementaria. Además de los medios principales de protección, debe haber provisiones para protección suplementaria de acuerdo con los requisitos de la Sección 5.9.

5.4.2.3.4* Bases de Diseño.

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

5.4.2.3.4.2 Si el régimen de aplicación es mayor que el régimen mínimo especificado en la Tabla 5.2.6.5.1, esta permitido que el tiempo de descarga se reduzca proporcionalmente, pero no puede ser menos de el 70 por ciento de los tiempos mínimos de descarga especificados.

5.5 Riesgos Interiores

5.5.1* Esta sección trata sobre los sistema de espuma para extinción de incendios con objeto de proteger tanques de almacenamiento interiores con áreas de superficie de liquido de 37,2 m² (400 pies²) o mayores.

5.5.2 Salidas de Descarga. Los tanques para almacenamiento de hidrocarburos líquidos deben estar equipados con salidas fijas de descarga montadas en el tanque como se especifica en la Tabla 5.2.6.2.8.

5.5.3 Tiempo Mínimo de Descarga y Régimen de Aplicación.

5.5.3.1 El régimen mínimo de aplicación para tanques interiores de almacenamiento de hidrocarburo debe ser 6,5 L/min » m² (0,16 gprn/pie²) del área de superficie del liquido.

5.5.3.2 El tiempo mínimo de descarga debe ser el especificado en la Tabla 5.2.5.2.2 para salidas fijas de descarga de espuma Tipo II.

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

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

5.5.4.1* Los líquidos solubles en agua y ciertos líquidos inflamables y combustibles, y disolventes polares que son destructores de las espumas no resistentes al alcohol deben requerir el uso de espumas resistentes al alcohol.

5.5.4.2 En todos los casos se debe consultar a los fabricantes del concentrado de espuma y de los equipos de generación sobre las restricciones y recomendaciones basadas en los listados 0 pruebas de incendio específicos.

5.6* Portacargas. (*Loading Racks*).

5.6.1 Dentro del alcance de esta norma, se define como portacargas los tipos de vehículos como camiones o vagones para cargar o descargar el producto.

5.6.2 Para el diseño de un sistema de espuma para portacargas se deben tener en cuenta el tamaño total del portacargas, los productos inflamables o combustibles involucrados, la proximidad de otros riesgos y exposiciones, instalaciones de desagüe, condiciones del viento, temperaturas ambientes y el personal disponible.

5.6.3 Métodos de Protección. Se permiten los siguientes dos métodos como aceptables para la protección de portacargas:

(1) Aplicación de espuma y agua por rociador utilizando rociadores o boquillas para espuma-agua de aspiración de aire o rociadores estándar sin aspiración de aire.

(2) Monitores de espuma

5.6.4 Criterio de Diseño para Sistemas de Rociadores de Espuma-Agua. El criterio de diseño para sistemas de rociadores debe estar de acuerdo con la NFPA 16.

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

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

5.6.5.2* 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 Regimenes de Aplicación Mínimos y Tiempos de Descarga.

5.6.5.3.1 Los regimenes mínimos de aplicación y tiempos de descarga para los portacargas protegidos por boquillas monitoras deben ser los especificados en la Tabla 5.6.5.3.1.

Tabla 5.6.5.3.1 Regímenes Mínimos de Aplicación y Tiempos de Descarga para Portacargas 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 ²	gpm/pie ²		
Proteína y fluoroproteína	6.5	0.16	15	Hidrocarburos
AFFF, FFFP, y AFFF o FFFP resistentes al alcohol	4.1	0.10*	15	Hidrocarburos
Espumas resistentes al alcohol	Consultar al fabricante sobre listados de productos específicos		15	Líquidos inflamables y combustibles que requieren espuma resistente al alcohol

5.6.5.3.2 Si dentro del área protegida se puede acumular combustible con una profundidad de mas de 25,4 mm. (1 pulg.), se debe aumentar el régimen de aplicación a 6,5 L/min '»m² (0,16 gpm/pie²).

5.7* Areas Represadas - Intemperie.

5.7.1 Para los 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).

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

5.7.3 **Métodos de Aplicación.** Cuando se usa protección de espuma para un área represada, 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 para espuma y agua

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

5.7.3.2 **Regímenes Mínimos de Aplicación y Tiempos de Descarga para Salidas Fijas de Descarga sobre Areas Represadas con Hidrocarburos Líquidos.** Los regímenes mínimos de aplicación y tiempos de descarga para aplicación fija de espuma sobre áreas represadas deben ser de acuerdo a la Tabla 5.7.3.2.

Tabla 5.7.3.2 Regímenes Mínimos de Aplicación y Tiempos de Descarga para Aplicación Fija de Espuma sobre Áreas Represadas que Contienen Líquidos Hidrocarburos.

Tipo de Salidas de Descarga de Espuma	Régimen Mínimo de Aplicación		Tiempo Mínimo de Descarga (min)	
	L/min·m ²	Gpm/pe ²	Hidrocarburo Clase I	Hidrocarburo Clase II
Salidas de descarga de espuma a bajo nivel	4.1	0.10	20	20
Monitores de espuma	6.5	0.16	30	20

5.7.3.3* Salidas Fijas de Descarga de Espuma.

5.7.3.3.1 Las salidas fijas de descarga de espuma deben estar dimensionadas y localizadas para aplicar espuma uniformemente sobre el área del dique al régimen de aplicación especificado en la Tabla 5.7.3.2.

5.7.3.3.2 Se permite subdividir áreas represadas grandes para mantener la solución total dentro de límites prácticos.

5.7.3.4 Rociadores Fijos o Boquillas para espuma y Agua.

5.7.3.4.1 Cuando se usan rociadores o boquillas fijas de espuma-agua, el diseño del sistema debe ser de acuerdo con la NFPA 16.

5.7.3.4.2* Cuando se usan rociadores o boquillas para 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.

5.7.3.5 Salidas Fijas de Descarga de Espuma a Bajo Nivel.

5.7.3.5.1 Esta permitido que las salidas fijas de descarga de espuma a bajo nivel sean piezas de tubería abiertas 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.

5.7.3.5.2 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.

5.7.3.5.3* Restricciones.

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

5.7.3.5.3.2 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).

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

5.7.3.5.4.1 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.

5.7.3.5.4.2 Cuando la descarga del monitor es en forma de chorro de espuma compacto de alta velocidad, esta 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 que Contienen Líquidos Inflamables o Combustibles que Requieren Espumas Resistentes al Alcohol

5.7.4.1 Los líquidos inflamables o combustibles solubles en agua y disolventes polares destructores de las espumas no resistentes al alcohol requieren el uso de espumas resistentes al alcohol.

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

5.7.4.3 El criterio de diseño para áreas represadas con líquidos inflamables o combustibles que requieren espumas resistentes al alcohol está especificado en 5.7.4.3.1 y 5.7.4.3.3

5.7.4.3.1 Los métodos fijos de protección deben ser los mismos descritos en 5.7.3.3 para riesgos de hidrocarburos.

5.7.4.3.2 Los regímenes de aplicación deben ser de acuerdo con las recomendaciones del fabricante basados en listados o aprobaciones de los productos específicos y dispositivos de producción de espuma correspondientes.

5.7.4.3.3 El tiempo mínimo de descarga debe ser 30 minutos.

5.8* Áreas de Derrame no Represadas.

5.8.1 Descripción de Áreas. Para los efectos de esta norma, las áreas de derrame no represadas son áreas donde podría ocurrir un derrame de líquidos inflamables o combustibles, sin contención por zanjas, paredes de dique, o paredes de un cuarto o edificación.

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

5.8.2.1 Para determinar la protección contra incendios de derrames, es necesario calcular el área potencial de derrame.

5.8.2.2 Una vez se ha determinado el área, debe usarse la Tabla 5.8.2.2 para calcular las estipulaciones a usarse como criterio de diseño para las boquillas portátiles o monitores.

5.9* Protección Suplementaria.

5.9.1 Protección Adicional. Además de los medios de protección principal, algunos tipos de riesgos requerirán provisión de medios de protección suplementaria.

5.9.2 Requisitos para Chorros Suplementarios de Manguera de Espuma.

5.9.2.1 Debe proveerse equipos de chorros de manguera de espuma aprobados, además de las instalaciones de tanques de espuma como protección suplementaria para incendios de derrames pequeños.

5.9.2.2 El número mínimo de chorros de manguera fijos o portátiles requerido debe ser el especificado en la Tabla 5.9.2.2 y debe estar disponible para proveer protección del área.

Tabla 5.9.2.2 Requisitos para Chorros Suplementarios de Manguera de Espuma, Diámetro del Tanque Mayor

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

5.9.2.3 El equipo para producir cada chorro de espuma 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 5.9.2.2.

5.9.2.4 Debe proveerse material adicional para producir espuma que permita la operación del equipo de chorros de manguera simultáneamente con las instalaciones de tanques de espuma como se especifica en la Tabla 5.9.2.4.

Tabla 5.9.2.4 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.

*Basados en la operación simultánea del número mínimo requerido de chorros de manguera descargando a un régimen de 189 L/min (50 gpm).

NFPA 11

Norma para espuma de baja, media y alta expansión

Edición 2005

Capítulo 6 Sistemas de mediana y alta expansión

6.1* Información General y Requisitos. Este capítulo se aplica a los requisitos para el diseño de sistemas de espuma de mediana y alta expansión.

6.2 Uso y Restricciones.

6.2.1 Las espumas de mediana y alta expansión deben ser evaluadas específicamente para verificar su aplicabilidad como agente de control de incendios para el tipo de riesgo en consideración.

6.3* Riesgos Protegidos. Los riesgos que se permite que protejan los sistemas de espuma de mediana y alta expansión incluyen los siguientes:

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

6.3.1 Se debe evaluar la susceptibilidad a daños por el agua del riesgo protegido.

6.3.2* Los sistemas de espuma de mediana y alta expansión no se deben usar en incendios de los siguientes riesgos:

- (1) Productos químicos como nitrato de celulosa, que liberan 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 triethyl- aluminum y pentóxido de fósforo
- (5) Gas inflamable licuado
- (6) Riesgos listados en (1) - (5) cuando la evaluación competente, incluyendo pruebas, indican aceptabilidad

6.4 Tipos de Sistemas. Los tipos de sistemas dentro del alcance de esta norma se deben proveer como sigue:

- (1) Sistemas de inundación total

(2) Sistemas de aplicación local

(3) Dispositivos portátiles de producción de espuma

6.5 Sistemas para Protección de uno o más Riesgos.

6.5.1 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.

6.5.2 Cuando, a juicio de la autoridad competente, dos o mas riesgos pueden involucrarse simultáneamente en un incendio debido a su proximidad, cada riesgo debe ser protegido con un sistemas individual, o el sistema debe estar dispuesto para descargar simultáneamente sobre todos los riesgos potencialmente involucrados.

6.6* Seguridad del Personal.

6.6.1* En lo posible, la localización de los puntos de descarga de espuma con relación a las salidas del edificio se debe disponer para facilitar la evacuación del personal.

6.6.1.1* Para volver a ingresar a un edificio lleno de espuma, se permite usar un rocío grueso de agua para abrir camino en la espuma. El personal no debe entrar en la espuma.

6.6.1.2* No se debe usar mascara de gas tipo cartucho (canister) en la espuma.

6.6.1.2.1 Si el reingreso de emergencia es esencial, se debe usar aparatos de respiración autónoma en conjunción con la cuerda de vida.

6.6.1.3 Los aparatos eléctricos no encerrados se deben desconectar de la fuente de energía cuando se activa el sistema a menos que se considere innecesario a través de una evaluación competente.

6.6.2* Tolerancias Eléctricas

6.6.2.1 Todos los componentes del sistema deben estar situados para que guarden distancias mínimas de las partes eléctricas como se muestra en la Tabla 6.6.2.1.

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

6.6.2.2.1* A altitudes mayores de 1000 m (3300 pies), la distancia se debe incrementar a una tasa de 1 por ciento por cada 100 metros (330 pies) de aumento en altura mayor de 1000 m (3300 pies).

6.6.2.2.2 Para coordinar los espacios requeridos con el diseño eléctrico, se debe usar como base el calculo de valores básicos de aislamiento (VBA) del equipo que se esta protegiendo, aunque esto no es pertinente a tensiones nominales de línea de 161 kV o menos.

6.6.2.2.3 A voltajes mayores de 161 kV, no se ha establecido en la practica uniformidad en la relación entre los kV de diseño de VBA y los diferentes voltajes de los sistemas eléctricos y esto depende de un numero de variables de manera que las distancias requeridas al suelo se deben basar en el VBA de diseño en lugar de la tensión nominal de línea o a tierra.

6.6.2.2.4 La distancia entre las partes energizadas no aisladas, de los equipos del sistema eléctrico y cualquier parte del sistema de espuma de mediana o alta expansión no debe ser menor que la distancia minima provista para todos los otros aislamientos eléctricos de cualquier componente individual.

Tabla 6.6.2.1 Distancias del Equipos de Espuma de Mediana y Alta Expansión a los Componentes Eléctricos Conectados a la Fuente de Energía

Voltaje Nominal de la Línea (kV)	Voltaje Nominal a Tierra (kV)	Nivel de Aislamiento Básico ¹ de Diseño(kV)	Distancia Mínima ²	
			mm	pulg
Hasta 15	Hasta 9	110	178	7
23	13	150	254	10
34.5	20	200	330	13
46	27	250	432	17
69	40	350	635	25
115	66	550	940	37
138	80	650	1118	44
161	93	750	1321	52
196-230	114-132	900	1600	63
		1050	1930	76
		1175	2210	87
		1300	2489	98
287-380	166-220	1425	2769	109
		1550	3048	120
500	290	1675	3327	131
		1800	3607	142
		1925	3886	153
		2100	4267	168
500-700	290-400	2300	4674	184

¹ Los valores básicos de aislamiento (BIL) se expresan como kilovoltios (kV), siendo el número el valor de cresta de la prueba de impulso de onda completa que el equipo está diseñado para soportar.

² Para voltajes hasta de 69 kV, las distancias se tomaron de NFPA 70.

6.7 Operación y Control de los Sistemas.

6.7.1* Detección de Incendios.

6.7.1.1 Se debe usar detección automática para los sistemas fijos.

6.7.1.1.1* Se permite quitar la detección automática cuando lo apruebe la autoridad competente.

6.7.1.2* La detección automática debe ser por métodos listados o aprobados o por dispositivos capaces de detectar e indicar el calor, humo o llamas. Los dispositivos de detección automática se deben instalar de acuerdo con *NFPA 72*.

6.7.1.3 La detección usando detectores de vapores combustibles o de una condición anormal en el riesgo, como problemas de procesamiento, que podrían causar incendios, se debe disponer usando practicas industriales aceptables determinadas por un estudio de ingeniería.

6.7.1.4* Se debe usar una fuente de energía confiable en los sistemas de detección.

6.7.1.4.1 El suministro de energía para los sistemas de detección deben ser independientes del suministro para el área protegida.

6.7.1.4.2 La instalación y disposición del suministro de energía debe ser de acuerdo con las estipulaciones de la NFPA 72 para continuidad del suministro de energía.

6.7.2 Supervisión. Se debe proveer y disponer supervisión del equipo de detección y activación automática de manera que se produzca la indicación inmediata de fallas, preferiblemente en un lugar vigilado permanentemente.

6.7.3 Alarmas.

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

6.7.3.2 Estos dispositivos se deben proveer del tipo, cantidades y localización necesarios para cumplir su propósito satisfactoriamente.

6.7.3.3 Se debe proveer una alarma para mostrar que el sistema se ha activado.

6.7.3.4 Se deben proveer alarmas para dar amplia advertencia de descarga donde pueda existir riesgo(s) para el personal.

6.7.3.5 Las alarmas indicadoras de fallas de los equipos o dispositivos supervisados deben dar indicación positiva pronta de cualquier falla y deben ser diferentes de las alarmas indicadoras de operación o condiciones peligrosas.

6.7.4* Dispositivos de Operación.

6.7.4.1 Los dispositivos de operación deben incluir generadores de espuma, válvulas, dosificadores, inductores, controles de descarga y equipos de cierre.

6.7.4.1.1 Las operaciones deben ser controladas por medias mecánicas, eléctricas, hidráulicas o neumáticos listados o aprobados.

6.7.4.1.2 Se debe usar una fuente confiable de energía.

6.7.4.1.3 El suministro de energía eléctrica para el sistema de espuma de mediana o alta expansión de operación eléctrica debe ser tan confiable como el circuito de bombas de incendio de acuerdo con la NFPA 20.

6.7.4.2 Todos los dispositivos de operación debe ser adecuados para el servicio que van a encontrar y no quedar, fácilmente, fuera de funcionamiento o susceptible a su activación accidental.

6.7.4.2.1 Se deben tomar precauciones para proteger contra la congelación tuberías que están normalmente llenas de líquido.

6.7.4.3 Todos los dispositivos deben estar situados, instalados o protegidos adecuadamente para que no estén sometidos a condiciones mecánicas, químicas, climáticas u otras que los pongan fuera de funcionamiento.

6.7.4.4 Los controles manuales para accionamiento y cierre deben estar localizados convenientemente y de fácil acceso en todo momento, incluyendo el tiempo de incendio y operación del sistema.

6.7.4.4.1 Se deberían considerar estaciones de control remoto para activación manual cuando el área es grande, el egreso difícil, o cuando lo requiera la autoridad competente.

6.7.4.4.2 El control manual de activación debe accionar el sistema hasta el mismo punto que el control automático.

6.7.4.5 Todos los equipos de operación automática que controlan la producción y distribución de espuma deben proveerse con medios independientes aprobados para su operación manual.

6.7.4.5.1 Si el medio de activación manual del sistema estipulado en 6.7.1 proporciona la operación positiva aprobada independiente de la activación automática, se permite usarlo como medio de emergencia.

6.7.4.5.2 Los instrumentos de emergencia, preferiblemente mecánicos, deben estar fácilmente accesibles y localizados cerca de los equipos que controlan.

6.7.4.5.3 En lo posible, el sistema debe estar diseñado de manera que su activación total de emergencia se pueda lograr desde un lugar.

6.7.4.6 Todos los dispositivos de cierre de puertas y ventanas, de apertura orificios de ventilación y cierre de equipos eléctricos que se requieren se deben considerar partes integrales del sistema y deben funcionar simultáneamente con la operación del sistema.

6.7.4.7 Todos los dispositivos de operación manual deben estar marcados con rótulos o letreros indicando los riesgos que protegen.

6.8 Concentrado de Espuma.

6.8.1 Calidad. (Véase el Anexo H.)

6.8.1.1 El concentrado de espuma utilizado en el sistema debe estar listado para usarse con el equipo.

6.8.1.2 La calidad del concentrado para desempeño adecuado bajo los requerimientos de la instalación de esta norma se debe determinar por medio de pruebas adecuadas.

6.9 Suministro de Aire.

6.9.1 Se debe usar el aire del exterior del área de riesgo para la producción de espuma a menos que haya información que demuestre que se puede usar el aire del interior del riesgo con buen resultado.

6.9.2 La información debe ser específica sobre los productos de la combustión que se esperan y debe suministrar los factores de incremento de regímenes de descarga de espuma por encima de los que se dan en 6.12.8 si las pruebas de incendio indican que es necesario.

6.9.3 Las aberturas de ventilación del área de incendio deben estar situadas para evitar la recirculación de los productos de la combustión u otros materiales perjudiciales para la formación de espuma dentro de las entradas de aire de los generadores de espuma.

6.10 Localización de los Aparatos Generadores de Espuma.

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

6.10.2* Protección Contra Exposiciones.

6.10.2.1 Los equipos generadores de espuma debe estar situados lo más cerca posible de los riesgos que protegen, pero no donde estén indebidamente expuestos a incendio o explosión.

6.10.2.2 Los generadores de espuma instalados dentro de área de riesgo deben estar listados para resistir o estar protegidos contra la exposición al fuego por la duración de incendio.

6.10.2.3 Se permite que esta protección se haga en forma de aislamiento, pulverización de agua o rociadores u otros métodos determinados por un estudio técnico. En ciertas aplicaciones se permitirá que los generadores adicionales se sustituyan con protección contra la exposición al fuego basado en resultados de pruebas de incendio.

6.11 Sistemas de Distribución.

6.11.1 Tuberías y Accesorios. Las tuberías y accesorios deben cumplir los requisitos del Capítulo 4.

6.11.2 Disposición e Instalación de Tubería y Accesorios.

6.11.2.1 Se debe proveer un filtro listado adecuado para usar con el dosificador y el generador de espuma en la tubería de agua corriente arriba de la válvula de agua.

6.11.2.2 Se permitirá usar filtros suplementarios según lo recomiende el fabricante del equipo de espuma.

6.11.3 Conductos.

6.11.3.1 Los conductos de distribución de la espuma y de entrada de aire deben estar diseñados, situados, instalados y adecuadamente protegidos para que no estén expuestos a daños mecánicos, químicos o de otro tipo.

6.11.3.2 Los cierres de los conductos como válvulas selectoras, compuertas o puertas deben ser de tipo de fácil apertura para que permitan el paso libre de la espuma.

6.11.3.2.1 Cuando los cierres de los conductos están situados donde podrían estar expuestos al fuego o al calor, ya sea dentro o fuera del área que se va a proteger, se debe tener cuidado especial de asegurar su operación adecuada.

6.11.3.3 Los conductos deben ser diseñados e instalados de manera que se evite la turbulencia indebida, y el régimen real de descarga de espuma se debe determinar por prueba u otro medio aceptable para la autoridad competente.

6.12 Información General Sobre Sistemas de Inundación Total.

6.12.1 Descripción. Un sistema de inundación total consiste en un aparato de producción de espuma completo con suministro de concentrado de espuma y agua por tuberías, dispuesto para descargar en un espacio encerrado o recinto alrededor del riesgo.

6.12.2* Aplicaciones. Esta permitido el uso de sistemas de inundación total cuando se provee un recipiente permanente adecuado alrededor del riesgo que permita la acumulación de la cantidad requerida del medio de extinción de incendios a profundidad adecuada y mantenerse por el tiempo requerido para asegurar el control o extinción del incendio de un material combustible específico.

6.12.3 Requisitos Generales.

6.12.3.1 Los sistemas de inundación total deben ser diseñados, instalados, probados y mantenidos de acuerdo con las estipulaciones pertinentes de esta norma.

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

6.12.4 Especificaciones de Recintos de Inundación Total.

6.12.4.1* Fugas.

6.12.4.1.1 Abertura. Las aberturas por debajo de la profundidad de llenado diseñada como puertas y ventanas se deben disponer para cerrarse automáticamente antes, o simultáneamente con el comienzo de la descarga de espuma, con la debida consideración de la evacuación del personal.

6.12.4.1.1.1 Las aberturas deben estar diseñadas para permanecer cerradas durante un incendio y deben ser capaces de resistir presiones de espuma y descarga del agua de los rociadores.

6.12.4.1.1.2 Cuando las aberturas no se pueden proteger con dispositivos de cierre automático, el sistema de inundación total debe diseñarse para compensar por la pérdida probable de espuma.

(A) La aptitud del diseño del sistema debe probarse para asegurar su desempeño correcto.

(B) Si el sistema de espuma se puede iniciar antes de del cierre completo del espacio que se va a llenar, se debe permitir rendimiento adicional para compensar las pérdidas.

(C) Esto se debe verificar par medio de prueba basada en las condiciones del sitio determinado.

6.12.4.1.2 Ventilación.

6.12.4.1.2.1 Cuando se usa aire exterior para la producción de espuma, se debe proveer ventilación de alto nivel para el aire desplazado par la espuma.

6.12.4.1.2.2 La velocidad de ventilación no debe exceder 305 m/min (1000 pies/min.) al aire libre.

6.12.4.1.2.3 La ventilación requerida debe consistir de aberturas adecuadas, ya sea abiertas o cerradas normalmente y dispuestas para abrirse automáticamente cuando el sistema esta en operación.

6.12.4.1.2.4 Cuando el criterio de diseño requiere ventiladores de extracción, estos deben ser aprobados para operación a alta temperatura e instalados teniendo en cuenta la protección de interruptores, cables y otros dispositivos eléctricos para asegurar confiabilidad suficiente del desempeño del extractor. La operación de los ventiladores no debe exponer las operaciones de generación de espuma.

6.12.4.1.2.5 Cuando los sistemas de ventilación forzada interfieren con la formación adecuada de espuma, estos se deben apagar o cerrar automáticamente.

6.12.5 Requisitos de la Espuma.

6.12.5.1 General. Para protección adecuada, la espuma de expansión mediana o alta de inundación total debe descargarse a un régimen suficiente para llenar el recinto hasta una profundidad efectiva por encima del riesgo antes de que se presente un grado inaceptable de daño.

6.12.5.2 Profundidad de la Espuma.

6.12.5.2.1 Espuma de Alta Expansión.

6.12.5.2.1.1 La profundidad minima total de la espuma no debe ser menor que 1.1 veces la altura del riesgo mas alto pero en ningún caso menor de 0,6 m (2 pies) por encima de este riesgo.

6.12.5.2.1.2 Para líquidos inflamables o combustibles, se debe permitir que la profundidad requerida sobre el riesgo sea considerablemente mayor que la estipulación de 6.12.5.2.1.1 y no debe ser menor que la profundidad determinada por pruebas. Las pruebas deben duplicar el caso de incendio esperado en el área protegida.

6.12.5.2.2 Espuma de Expansión Mediana.

6.12.5.2.2.1 La profundidad requerida sobre el riesgo debe variar con la expansión.

6.12.5.2.2.2 La profundidad debe determinarse por medio de pruebas. (Véase 6.12.6.2. Véase Anexo H.)

6.12.6 Volumen de Sumersión de Espumas de Alta Expansión.

6.12.6.1 El volumen de sumersión para áreas protegidas con rociadores debe definirse como se especifica en 6.12.5.2.2.2 multiplicado por el área de piso del espacio que se va a proteger, 6.12.3. El volumen de sumersión para recintos de construcción o acabados combustibles sin rociadores se debe basar en el volumen total, incluyendo espacios ocultos.

6.12.6.2 Para determinar el volumen de sumersión se debe permitir reducir el volumen ocupado por recipientes, maquinaria u otros equipos permanentes.

6.12.6.3 El volumen ocupado por material almacenado no se debe deducir para determinar el volumen de sumersión.

6.12.7* Tiempo de Sumersión para Espumas de Alta Expansión.

6.12.7.1 Los tiempos recomendados para obtener el volumen de sumersión para varios tipos de riesgos y construcción de edificios deben ser como aparece en la Tabla 6.12.7.1.

6.12.7.2 Se permite estipular tiempos más cortos de sumersión dependiendo de los factores incluidos en 6.12.8.

6.12.7.3 El tiempo de sumersión debe basarse en un retraso máximo de 30 segundos entre la detección del incendio y la iniciación de la descarga de espuma. Cualquier retraso mayor de 30 segundos debe deducirse de los tiempos de sumersión de la Tabla 6.12.7.1.

6.12.7.4 Cuando se contempla el uso de espuma de alta expansión sobre solventes polares, el proveedor del equipo de espuma debe justificar su conveniencia para el uso deseado.

6.12.8* Régimen de Descarga.

6.12.8.1 Espuma de Expansión Mediana. El régimen descarga de la espuma de mediana expansión se debe determinar por medio de pruebas.

6.12.8.2 Espuma de Alta Expansión.

6.12.8.2.1* El régimen de descarga de espuma necesario para la extinción o el control suficiente para permitir el reacondicionamiento debe basarse en la potencia de la protección con rociadores, la naturaleza y configuración del riesgo, la vulnerabilidad de la construcción y contenidos al fuego, y el potencial de pérdida de vidas, propiedad y producción.

Tabla 6.12.7.1 Tiempo Máximo de Sumersión para Espumas de Alta Expansión Medido desde la Iniciación de Descarga de Espuma en Minutos.

Riesgo	Construcción de Acero Liviana o Desprotegida		Construcción Pesada, Protegida o Resistente al Fuego	
	Con Rociadores	Sin Rociadores	Con Rociadores	Sin Rociadores
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	3	2	5	3
Líquidos combustibles [puntos de inflamación de 38°C (100°F) y mayores] ^b	4	3	5	3
Combustibles de baja densidad (Ej. caucho espumado, plástico espumado, papel enrollado, o papel crepe)	4	3 ^b	6	4 ^b
Combustibles de alta densidad (ej. papel kraft enrollado o revestido zunchado)	7	5 ^b	8	6 ^b
Combustibles de alta densidad (Ej. papel kraft enrollado o revestido sin zunchar)	5	4 ^b	6	5 ^b
Llantas de caucho	7	5 ^b	8	6 ^b
Combustibles en cartones, bolsas, o tambores de fibra.	7	5 ^b	8	6 ^b

^aLos 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. Véase NFPA 30.

^bEstos tiempos de sumersión podrían no ser aplicables directamente a almacenamientos apilados mayores de 4,6 m (15 pies) o cuando la propagación del fuego por el contenido combustible es muy rápida.

6.12.8.2.2 El régimen de descarga de espuma debe ser suficiente para llenar los requisitos de profundidad de la espuma y tiempos de sumersión de la Tabla 6.12.7.1, con compensación por encogimiento normal, fugas de la espuma y efectos de disgregación de la descarga de los rociadores.

(1)* El régimen de descarga mínima o capacidad total del generador se debe calcular con la siguiente formula:

$$R = \left(\frac{V}{T} + R_S \right) * C_N * C_L$$

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 disgregación de la espuma por los rociadores en m³/min. (pies³/min.)

C_N = compensación por encogimiento normal de la espuma

C_L = compensación por fugas

(2)* El factor (R_S) de compensación por disgregación por la descarga de rociadores se debe determinar por prueba, o en ausencia de información específica de pruebas, por la siguiente formula:

$$R_s = S * Q$$

donde:

S = disgregación de la espuma en m³/min. *L/min. (pie³/ min. * gpm) de descarga del rociador. S será 0.0748 m³/ min. *L/min. (10 pies³/min. *gpm)

Q = descarga total estimada del numero máxima de rociadores que se espera operar en L/min. (gpm)

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

(4)* El factor (CL) de compensación por perdida de espuma debido a fugas alrededor de puertas y ventanas y por aberturas sin cierre debe ser calculado par el ingeniero del proyecto después de evaluar debidamente la estructura. Este factor no puede ser menor de 1,0 aun para estructuras completamente herméticas por debajo de la profundidad de llenado de diseño. Este factor podría elevarse basta 1.2 para un edificio con todas las aberturas normalmente cerradas, dependiendo de la proporción de expansión de la espuma, operación de rociadores y profundidad de la espuma.

6.12.9 Cantidad.

6.12.9.1 Se debe proveer 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, el que sea menor, pero en ningún cargo menor que lo suficiente para 15 minutos de operación total.

6.12.9.2 La cantidad de espuma de expansión mediana se debe determina por medio de pruebas adecuadas desarrolladas por un laboratorio de pruebas independiente.

6.12.9.3 Se debe proveer suministros de reserva de acuerdo con 6.12.9

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

6.12.10.1 Para asegurar control adecuado de la extinción, se debe mantener el volumen de sumersión por lo menos 60 minutos para lugares sin rociadores y 30 minutos para lugares con rociadores.

6.12.10.2 Cuando el riesgo consiste en líquidos inflamables o combustibles en recipientes incombustibles, se permite reducir el tiempo indicado en 6.12.10.1.

6.12.10.3 Método.

6.12.10.3.1 Se debe permitir mantener el volumen de sumersión con la operación continua o intermitente de uno o todos los generadores provistos

6.12.10.3.2 Se debe proveer arreglos para mantener el volumen de sumersión sin desperdicio de concentrado de espuma que se podrían necesitar si se presenta la reaignicion.

6.12.10.4* Reacondicionamiento. Se deben planear previamente y con cuidado los procedimientos de reacondicionamiento para evitar la perdida de control por sumersión del riesgo.

6.12.10.5 Distribución. Los generadores de espuma de mediana y alta expansión deben estar situados de manera que haya una acumulación de espuma relativamente uniforme en el área protegida durante el periodo de descarga.

6.13 Sistemas de Aplicación Local.

6.13.1 Información General.

6.13.1.1 Descripción. El sistema de aplicación local debe consistir de aparatos fijos de generación de espuma completos con tubería de suministro de concentrado de espuma y agua para descargar directamente sobre el incendio o riesgo de derrame.

6.13.1.2* Usos.

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

6.13.1.2.2 Para riesgos de incendio de niveles múltiples o tridimensionales, cuando no es posible la inundación total del edificio, el riesgo individual se debe dotar con facilidades de contención adecuadas.

6.13.2 Requisitos Generales.

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

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

6.13.3 Especificaciones de Riesgos.

6.13.3.1 Alcance del Riesgo. El riesgo debe incluir toda el área hacia y desde donde se puede propagar el incendio.

6.13.3.2* Localización del Riesgo.

6.13.3.2.1 Se debe permitir la aplicación local de sistemas de espumas de mediana y alta expansión para proteger riesgos localizados en interiores, bajo resguardo parcial o totalmente exteriores.

6.13.3.2.2 Se debe hacer provisiones para compensar por el viento u otros efectos del clima.

6.13.3.3 Requisitos de Espumas para Líquidos y sólidos Inflamables y Combustibles.

6.13.3.3.1 General. Se debe descargar espuma suficiente a un régimen que cubra el riesgo hasta una profundidad de por lo menos 0,6 m (2 pies) en 2 minutos.

6.13.3.3.2 Cantidad.

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

6.13.3.3.2.2 Se deben proveer suministros de reserva de acuerdo con 6.12.9.

6.13.3.3.3 Disposición.

6.13.3.3.3.1 Las salidas de descarga deben estar dispuestas para asegurar la descarga de espuma sobre todas las áreas que constituyen el riesgo.

6.13.3.3.2 Cuando partes del riesgo están elevadas o levantadas del suelo o de la línea del piso, la disposición del sistema debe ser de tal manera que la espuma se descargue y retenga sobre esas partes en profundidad suficiente para asegurar la extinción pronta y total.

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

6.14.1* Consideraciones de Diseño del Sistema.

6.14.1.1 La determinación del diseño del sistema de espuma de alta expansión debe depender del análisis específico del lugar determinado.

6.14.1.2 El análisis debe tener en cuenta los efectos de la exposición al calor sobre los equipos de la planta adyacente.

6.14.1.3 Se deben requerir alarmas y activadores automáticos para sistemas fijos.

6.14.1.3.1 Cuando el estudio técnico demuestra que no se requiere protección automática, se debe permitir que el sistema sea activado manualmente.

6.14.2* Régimen de Descarga de Espuma por Unidad de Área.

6.14.2.1 El régimen de descarga de espuma por unidad de área se debe establecer por medio de pruebas y debe poder alcanzar la reducción positiva progresiva de radiación dentro de los límites establecidos en el análisis.

6.14.2.2 El régimen de descarga por unidad de área establecido por la prueba de G4.3 se debe incrementar por el factor necesario para cubrir la velocidad de evaporación inicial y la configuración del riesgo.

6.14.2.3 Cuando se haya alcanzado condiciones de control estables, se debe usar el régimen de descarga por unidad de área establecido en la prueba para mantener el control del incendio.

6.14.3 Cantidad.

6.14.3.1 La cantidad de concentrado de espuma debe permitir la aplicación continua a un régimen nominal inicial suficiente para que el control del incendio alcance condiciones estables.

6.14.3.2 Debe haber suministros de concentrado a mano para proveer mantenimiento de control durante la duración calculada del incendio.

6.14.3.3* Disposición del Sistema de Espuma. El sistema debe tener salidas de descarga de espuma dispuestas para proveer espuma que cubra el área de diseño del incendio en el tiempo estipulado.

6.15 Dispositivos Portátiles de Generación de Espuma.

6.15.1 Información General.

6.15.1.1 Descripción.

6.15.1.1.1 Los dispositivos portátiles de generación de espuma consisten en un generador de espuma portátil de operación manual conectado por medio de mangueras o tuberías y mangueras a un suministro de agua y concentrado de espuma.

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

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

6.15.1.2 Requisitos Generales.

6.15.1.2.1 El uso y mantenimiento de los dispositivos portátiles de generación de espuma y equipos asociados deben ser de acuerdo con los requisitos pertinentes en esta norma.

6.15.1.2.2 Se deben usar solamente equipos y dispositivos listados o aprobados.

6.15.2 Especificaciones de Riesgos. Se debe permitir el uso de dispositivos portátiles de generación de espuma para combatir incendios de todos los riesgos cubiertos en este capítulo.

6.15.3 Localización y Distancia.

6.15.3.1 Los dispositivos portátiles de generación de espuma preconectados a un suministro de agua o solución deben colocarse donde sean fácilmente accesibles y deben tener mangueras suficientes para alcanzar el riesgo más distante que van a proteger.

6.15.3.2 El concentrado de espuma debe estar disponible para su uso inmediato.

6.15.3.3 Los generadores portátiles deben estar localizados de modo que no estén expuestos al riesgo.

6.15.3.4 Cuando los generadores portátiles de espuma no están preconectados a un suministro de agua o solución de espuma, su equipo asociado debe estar localizado y dispuesto para transportarse inmediatamente a todos los riesgos designados.

6.15.4 Requisitos de Espumas.

6.15.4.1 Régimen y Duración de Descargas.

6.15.4.1.1 El régimen y duración de descarga, y en consecuencia la cantidad de concentrado de espuma y agua, se deben determinar por el tipo y tamaño potencial del riesgo.

6.15.4.1.2 Hasta donde se puede identificar el riesgo específico, se deben aplicar los requisitos pertinentes de esta norma.

6.15.4.1.3 Uso Simultáneo de Dispositivos Portátiles de Generación de Espuma. Cuando es posible el uso simultáneo de dos o más dispositivos, debe haber suministro suficiente de concentrado de espuma y agua para alimentar el número máximo de dispositivos que pudieran usarse en cualquier momento.

6.15.5 Especificaciones de Equipos.

6.15.5.1 Mangueras.

6.15.5.1.1 Las mangueras usadas para conectar el generador a los suministros de agua o solución deben ser mangueras con revestimiento interno listadas que cumplan los requisitos de la NFPA 1961.

6.15.5.1.2 El diámetro y longitud de las mangueras se deben escoger en consideración a las condiciones hidráulicas del sistema total.

6.15.5.1.3 Las mangueras deben almacenarse dispuestas de manera que permitan su uso inmediato y deben estar protegidas contra la intemperie.

6.15.5.2 Suministro y Conexiones de Energía Eléctrica.

6.15.5.2.1 El suministro y conexiones eléctricas necesarias para la operación del generador deben ser adecuados para transmitir la energía requerida y se deben escoger teniendo en cuenta el uso deseado.

6.15.5.2.2 Todos los cables de energía deben ser lo suficientemente fuertes para resistir el mal trato del servicio, deben ser impermeables al agua, y deben contener un cable a tierra.

6.15.5.2.3 Las conexiones eléctricas deben ser impermeables.

6.15.6* Entrenamiento. Todo el personal que probablemente vaya a usar los equipos de generadores portátiles debe estar debidamente entrenado en la operación y las técnicas necesarias de combate de incendios.

NFPA 11

Norma para espuma de baja, media y alta expansión

Edición 2005

Capítulo 7 Especificaciones y planos

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

7.2 Especificaciones. Deben desarrollarse especificaciones para los Sistemas de Espuma que incluyan los requisitos de 7.2.1 hasta 7.2.3.

7.2.1 Las especificaciones deben nombrar a la autoridad competente e indicar si se requiere presentación de los planos para su aprobación.

7.2.2 Las especificaciones deben indicar que la instalación debe ajustarse a esta norma y contar con la aprobación de la autoridad competente.

7.2.3 Las especificaciones deben incluir las pruebas específicas que podrían requerirse para obtener la aprobación de la autoridad competente y deben indicar como se van a cubrir los costos de las pruebas.

7.3 Planos.

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

7.3.2 Los planos deben ser sometidos a la aprobación de la autoridad competente antes de instalar los sistemas de espuma o de modificar los sistemas existentes.

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

7.3.4 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 requerido de aplicación de la solución o cálculo del volumen de sumersión
- (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
- (10) Explicación de cualquier elemento especial

7.3.5 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.

7.3.6 Cuando las condiciones del lugar necesitan cualquier cambio importante del plan aprobado, deben presentarse planos revisados «como se van a instalar» para la aprobación de la autoridad competente.

7.3.7 El contratista debe suministrar planos especificando cabeza, producción o suministro, eficiencia, y curvas de potencia de frenado de las bombas.

NFPA 11

Norma para espuma de baja, media y alta expansión

Edición 2005

Capítulo 8 Requisitos de instalación

8.1 Bombas de Concentrado de Espuma.

8.1.1 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.

8.1.2 Deben proveerse bombas de desplazamiento positivo y bombas centrifugas capaces de sobre potenciar el sistema con medios adecuados de alivio de presión desde el lado de descarga hasta de suministro del circuito para evitar presión y temperaturas excesivas.

8.2 Enjuague.

8.2.1 Las bombas deben tener medios adecuados de enjuague con agua.

8.2.2 Las tuberías del sistema de concentrado de espuma deben proveerse con conexiones de entrada y salida de enjuague.

8.3 Suministro de Energía.

8.3.1 El suministro de energía para los impulsores, motores de concentrado de espuma deben instalarse de acuerdo con la NFPA20 y NFPA 70.

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

8.3.3 Reguladores.

8.3.3.1 Los reguladores que gobiernan la puesta en marcha de las bombas de concentrado de espuma con impulsores eléctricos de 30 caballos de fuerza o menos deben estar listados como reguladores de servicio limitado.

8.3.3.2 Los reguladores que gobiernan la puesta en marcha de las bombas de concentrado de espuma con impulsores eléctricos de más de 30 caballos de fuerza deben estar listados como controles de bomba de incendios de servicio total.

8.3.3.3 Los reguladores que gobiernan la puesta en marcha de las bombas de concentrado de espuma con impulsores de motor diesel deben estar listados como reguladores de bomba de incendios de motor diesel.

8.3.4* Medios de Desconexión del Servicio.

8.3.4.1 Se permite un medio de desconexión del servicio en los circuitos de alimentación a los reguladores de servicio limitado, cuando lo permite la autoridad competente, siempre y cuando el medio de desconexión este supervisado para garantizar su posición adecuada.

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

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

8.4 tubería de Sistemas de Baja expansión.

8.4.1 Toda la tubería dentro de los diques o a una distancia de 15 m (50 pies) de tanques no represados debe estar enterrada por lo menos bajo 0,3 m (1 pie) de tierra, o si esta sobre la superficie, debe estar debidamente asegurada y protegida contra daño mecánico.

8.4.2 La tubería que este expuesta 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 contra temperaturas de congelación.

8.4.3 Para sistemas que aplican espuma a la superficie del líquido 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 no represados debe estar diseñada para absorber la presión ascendente y el choque causados por una 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 esta enterrada, debe proveerse una unión articulada u otros medios en el tubo vertical de cada tanque para absorber la fuerza ascendente. La unión articulada debe consistir de accesorios aprobados de acero de peso estándar, o hierro dúctil o maleable.

(b) Cuando la tubería esta asegurada sobre la superficie, no debe estar asegurada en una distancia de 15 m (50 pies) del casco del tanque para dar flexibilidad en dirección ascendente de modo que no se necesita una 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 mayores en el tanque protegido deben proveerse con una abrazadera en cada trayecto del casco. Se puede permitir el uso de este diseño en lugar de uniones articuladas u otra flexibilidad de superficie aprobada, como se especifica en 8.4.3(1) (a) y 8.4.3(1) (b).

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

8.4.5 Las conexiones de mangueras en sistemas semi-fijos de espuma sobre tanques de techo fijo (cónico) deben terminar fuera del área del dique separadas del tanque por lo menos por una distancia de un diámetro del tanque pero en ningún caso a menos de 15 m (50 pies).

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

8.5 Válvulas de los Sistemas de Baja Expansión.

8.5.1 Los laterales de cada salida de descarga de espuma en los tanques de techo fijo deben tener válvulas separadas por fuera del dique en las siguientes circunstancias:

(1) Todos los sistemas fijos

(2) Cualquier lateral de sistemas semi-fijos que no este alimentado por una conexión individual de manguera

8.5.1.1 Las válvulas deben estar situadas ya sea en la estación central de espuma o en puntos donde los laterales derivan de la línea de alimentación común.

8.5.1.2 Estas valvulas no deben estar localizadas dentro del dique.

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

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

8.5.2 Cuando estén instalados dos o mas dosificadores en paralelo y descargan dentro del mismo colector de salida, debe proveerse válvulas entre la salida de cada dispositivo y el colector.

8.5.3 Las líneas de agua hacia la entrada de cada dosificador deben tener válvulas separadas.

8.5.4 Para aplicaciones subsuperficiales, cada línea de descarga de espuma debe estar provista con una válvula y válvula de retención a menos que la ultima sea parte integral del generador de espuma a contrapresion o generador a presión que se va a conectar en el momento de usarse.

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

8.5.6 Se debe proveer válvulas de desagüe que estén fácilmente accesibles para los puntos bajos en la tubería subterránea y sobre la superficie.

8.6 Soportes de suspensión, Soportes y protección para Tuberías.

8.6.1 Cuando se protegen riesgos donde hay posibilidad de explosión, la tubería debe estar orientada de manera que ofrezca la mejor protección contra daño.

8.6.2 La tubería de suministro a las salidas de espuma para protección de un riesgo determinado en un área de incendio no debe pasar sobre otro riesgo en la misma área de incendio.

8.6.3 Todos los soportes de suspensión deben ser del tipo aprobado.

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

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

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

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

NFPA 11

Norma para espuma de baja, media y alta expansión

Edición 2005

Capítulo 9 Sistemas de espuma de baja expansión para aplicaciones marítimas

9.1* General.

9.1.1 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.

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

9.1.3* Componentes.

9.1.3.1 Todos los componentes deben ser adecuados para la aplicación deseada y deben estar aprobados para el uso en el ambiente marítima.

9.1.3.2 Cada fabricante debe tener 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.

9.1.4 Los concentrados de espuma deben estar aprobados.

9.1.4.1 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 m² (100 pies²) que se da en el Anexo G.

9.1.4.2 Se deben completar cuatro pruebas de incendio consecutivas (dos usando agua de mar y dos usando agua dulce).

9.1.4.3* 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.

9.1.5 El suministro de espuma debe ser de acuerdo con 4.3.2.2.

9.1.6 El suministro de agua debe ser de acuerdo con las estipulaciones de 4.2.1.1 hasta 4.2.1.3.

9.1.7 El sistema de espuma debe poderse accionar, incluyendo la introducción de solución de espuma en la tubería de espuma, dentro de los 3 minutos de notificación del incendio.

9.2 Sistemas Fijos de Espuma de Baja expansión para Espacios de Maquinarias.

9.2.1* Al instalarse, los sistemas que protegen espacios de maquinarias 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.

9.2.2 El régimen mínimo de aplicación de solución de espuma debe ser 6,5 L/min.m² (0.16 gpm/pie²) por un mínimo de 5 minutos.

9.2.3 El sistema debe ser capaz de generar espuma adecuada para la extinción de incendios de hidrocarburos.

9.2.4 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 adecuadas para que la espuma sea dirigida efectivamente a través medios fijos de salida de espuma.

9.2.5 La proporción de expansión de la espuma no debe ser mayor a 12:1.

9.2.6 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.

9.2.7 La cantidad de concentrado de espuma debe ser la requerida para satisfacer la demanda del sistema individual mayor.

9.2.8 Controles.

9.2.8.1 Los controles del sistema deben ser fáciles de operar, y agrupados juntos en un lugar accesible en caso de incendio en el área protegida.

9.2.8.2 Deben fijarse al equipo o en un lugar adyacente a este las instrucciones en letreros permanentes.

9.2.8.3 Los dispositivos a control remoto deben tener dispositivo local de transferencia mecánica.

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 un manto de espuma mientras se enfría el metal caliente.

(2) Controlar y extinguir incendios de carga diversa 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 este 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 barcaza, el agua corriente del sistema de espuma de cubierta debe proteger la embarcación expuesta contra incendio en un barco adyacente mientras 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 mas alla 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 no incendiado en cubierta.

9.3.2 Estación de Control

9.3.2.1 La estación principal de control del sistema debe estar situada a popa del área de carga y ser operable en el área principal protegida en caso de incendio.

9.3.2.2* 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 este.

9.3.2.2.1 Los diagramas deben indicar cuales válvulas se deben abrir en caso de tener que activar el sistema.

9.3.2.2.2 Los diagramas deben explicar en forma completa y clara todos los pasos necesarios para poner el sistema en operación.

9.3.2.2.3 Cada válvula debe estar rotulada describiendo su función.

9.3.2.3 La estación de control debe estar provista con iluminación de emergencia.

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 todavía 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 los mayores en 9.3.4.1 o 9.3.4.2

9.3.4.1 El régimen de aplicación para combustibles hidrocarburos debe ser como sigue:

(1) Cálculo de derrame de cubierta: $6,50 \text{ L/min.m}^2$ (0.16 gpm/ pie^2) por encima de 10 por ciento del área de bloque de carga de cubierta, donde el área de bloque de carga de cubierta es el ancho máxima del barco multiplicado por la extensión longitudinal total de los espacios de tanques de carga.

(2) Cálculo del tanque mayor: 9.78 L/min.m^2 (0.24 gpm/pie^2) del área seccional horizontal del tanque individual mas grande.

(3) Cálculo para el monitor mayor. 3.0 L/min.m^2 (0.074 gpm/pie^2) del área protegida por el monitor mayor, cuya área esta totalmente delante del monitor, pero no menor de 1250 L/min (330 gpm)

9.3.4.2 El régimen de aplicación para disolventes polares debe ser el siguiente:

(1) Como los regimenes de aplicación de espuma requeridos pueden variar, los disolventes polares están colocados en grupos representativos basados en sus pruebas de desempeño en incendios.

(2) Se usan pruebas de incendio para determinar el régimen mínima de diseño de aplicación de espuma para el grupo que se realizan usando uno o mas solventes que representen el caso de extinción mas difícil o el solvente polar propiamente dicho.

(3) Los regimenes mínimos de diseño de aplicación de espuma y los grupos 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 mas alto de aplicación de espuma requerido para cualquier solvente polar que puede 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 máxima 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 más alto requerido de aplicación de espuma, 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 mas 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 menos de 1250 L/min (330 gpm).

9.3.5 Duración de la Descarga.

9.3.5.1* Debe proveerse concentrado de espuma para alimentar el sistema por 30 minutos.

9.3.5.2 Para barcos que están transportando solamente hidrocarburos y utilizan la inactivacion de gases en los espacios de vapor de la carga se permite que la duración de descarga sea 20 minutos.

9.3.5.3 Debe concederse un margen para llenar toda la tubería de solución de espuma y concentrado y que todavía mantenga la duración requerida.

9.3.5.4* La duración mínima de descarga debe estar basada en la capacidad real del equipo instalado.

9.4* Dispositivos de Salida de Espuma.

9.4.1 El cien por ciento de la aplicación de espuma requerida debe hacerse usando uno o dos monitores situados inmediatamente a popa del área protegida.

9.4.2 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.

9.5.1 La capacidad de cualquier monitor debe ser por lo menos 3.02 L/min.m² (0.074 gpm/pie²) del área de cubierta protegida por ese monitor, con dicha área enteramente delante del monitor.

9.5.2 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).

9.5.3 La distancia entre cada monitor y el 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.

9.5.4 Las conexiones de los monitores de espuma y líneas de mangueras de mano deben estar situadas tanto a puerto como a estribor en frente del espacio de acomodación de cara a la cubierta del tanque de carga.

9.5.5 Si se estipulan, estos monitores debe estar situados por lo menos 2.5 m (8.2 pies) por encima de la cubierta principal y deben ser directamente accesibles a la cubierta sobre el puente «freeboard».

9.5.6 El sistema de espuma debe ser capaz de suministrar espuma a toda el área de bloque de carga de cubierta.

9.5.6.1 Los barcos equipados con medios de carga y descarga de proa o popa deben estar provistos con uno o mas monitores adicionales localizados donde protejan los montajes de proa o popa.

9.5.6.2 El área de la línea de carga a proa o popa del área de bloque de carga debe proveerse con protección de monitores.

9.5.6.3 Los monitores de espuma deben estar montados sobre plataformas sólidas.

9.5.6.4 Las plataformas deben permitir acceso de 360 grados acceso a los monitores.

9.5.6.5 Las plataformas deben ser elevadas para permitir a los monitores un alcance sin obstrucciones hasta donde sea posible.

9.5.6.6 La válvula de aislamiento del monitor debe ser accesible desde la plataforma del monitor.

9.5.6.7 Las plataformas de altura mayor de 2 m (6,5 pies) deben proveerse con pasamanos o barandas de cadena.

9.5.6.8 El acceso a la plataforma monitora debe ser vía pasarela o escalera permanente.

9.5.6.9 Debe hacerse provisiones para asegurar los monitores durante la navegación.

9.5.7 Monitores.

9.5.7.1 Los monitores de mas 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.

9.5.7.2 Los monitores deben estar diseñados para evitar movimientos indeseados debido a las fuerzas de reacción.

9.5.7.3 Los monitores deben poder asegurarse en posición mientras funcionan a flujo total.

9.6 Mangueras de Mano.

9.6.1 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.

9.6.2 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 con el aire en calma no debe ser menor de 15 m (50 pies).

9.6.3 El numero y localización de las salidas de solución de espuma deben ser tales que la espuma de por lo menos dos mangueras de mano pueda dirigirse simultáneamente sobre cualquier parte del área de bloque de carga de la cubierta.

9.6.4 Las mangueras de mano e hidrantes deben estar montados sobre plataformas monitoras o al nivel de cubierta.

9.7 Cálculos Hidráulicos.

9.7.1 Los cálculos hidráulicos se deben realizar de acuerdo con NFPA 15. Se debe considerar que la solución de espuma tenga las mismas características hidráulicas que el agua.

9.7.2 Los cálculos hidráulicos para el concentrado de espuma deben hacerse de acuerdo con el manual de diseño del fabricante del sistema de concentrado de espuma.

9.7.3 Se permiten orificios para equilibrar los flujos hacia los monitores y salidas fijas de espuma.

9.8 válvulas de Aislamiento.

9.8.1 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.

9.8.2 Las válvulas aisladoras deben ser operables desde lugares fácilmente accesibles.

9.8.3 Las válvulas monitoras de aislamiento deben ser de acuerdo con 9.5.6.3 hasta 9.5.6.9.

9.8.4 Todas las válvulas aisladoras deben ser instaladas con el bonete sobre el horizontal.

9.8.5 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 Protection de Tuberías.

9.9.1 La tubería debe estar orientada para protegerla contra daños.

9.9.2* Todos los colgantes y soportes de la tubería debe ser diseñados para operación marítima.

9.9.3* La tubería de solución de espuma de cubierta debe ser independiente de la tubería de incendios.

9.9.4 Cuando la tubería de incendio y la tubería de espuma están conectadas a un monitor común, deben instalarse válvulas de control.

9.9.5* El sistema debe estar colocado para evitar la posibilidad de congelación.

9.9.5.1 Las partes del sistema expuestas a la intemperie deben ser de desagüe automático.

9.9.5.2 Las partes húmedas o presurizadas del sistema deben estar protegidas contra la congelación.

9.10 Prueba e Inspección.

9.10.1* Los sistemas de espuma deben ser inspeccionados y probados de acuerdo con los Capítulos 9 y 10.

9.10.2 Las pruebas anuales deben incluir las pruebas realizadas de acuerdo con la sección 10.6.

9.10.3 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.

9.11 Almacenamiento del Concentrado de Espuma.

9.11.1 El almacenamiento del concentrado de espuma debe ser de acuerdo con 4.3.2.4.

9.11.1.1* El tanque principal de almacenamiento de concentrado de espuma en cubierta debe estar localizado sobre o por encima del nivel del freeboard del puente en el espacio que contiene la estación de control del sistema descrita en 9.3.2.

9.11.1.2 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

9.11.2 Los tanques de concentrado de espuma deben ser de acuerdo con 4.3.2.3.

9.11.2.1 * Los tanques deben tener tapas de expansión.

9.11.2.2 Los tanques deben estar equipados con deflectores para evitar el chapoteo (salpicadura).

9.11.2.3 Cada tanque de almacenamiento de concentrado debe tener un respiradero de presión anticorrosivo al vacío (*PV*) de bronce, acero inoxidable u otro.

9.11.2.4 Cada tanque debe tener una estructura de soporte resistente adecuada para montar el tanque a la estructura del barco.

9.11.2.5 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.

9.11.2.6 El tubo de succión de concentrado de espuma debe tomar la succión por encima del fondo del sumidero.

9.11.3 Los tanques deben ser de material y diseño comprobados como adecuados para uso con chapoteo constante del líquido contra la estructura del tanque.

9.11.4 Cada tanque debe tener una abertura de inspección para inspección interna y acceso.

9.11.5 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.

9.11.6 Los tanques atmosféricos deben estar provistos de medios de relleno constante del tanque.

9.11.7 El almacenamiento de concentrado de espuma debe hacerse dentro de los límites de temperatura recomendados por el fabricante.

9.11.7.1 Los espacios de almacenamiento deben contar con calefacción para evitar la congelación de concentrado de espuma y tubería.

9.11.7.2 El almacenamiento debe ser de acuerdo con 4.3.2.4 y 4.3.2.4.1.

9.11.8 La compatibilidad del concentrado de espuma debe ser 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.

9.11.9 Solamente un tipo de concentrado de espuma se debe llevar a bordo.

9.12 Distribución del Suministro.

9.12.1* La dosificación de espuma debe ser por el método de dosificación de presión balanceada empleando una bomba dedicada de concentrado de espuma.

9.12.2 Están permitidos otros tipos de sistemas aceptables para la autoridad competente.

9.12.3* Las bombas de concentrado de espuma deben ser de acuerdo con la Sección 4.6.

9.12.4* Los motores y controles de las bombas de espuma y agua deben cumplir con la Norma IEEE 45 o su equivalente.

9.12.5 Las bombas para espuma y agua deben poder operar durante la pérdida del sistema eléctrico de la tubería maestra.

9.12.6 La energía eléctrica para las bombas de espuma, bombas de agua, y otros componentes eléctricos del sistema de espuma deben ser de acuerdo con las estipulaciones de las Regulaciones SOLAS II-2, Sección 4.3 y 4.3.5 aplicables a bombas de incendio.

9.12.7 Cuando se proveen bombas diesel, estas deben estar conectadas a un controlador de bombas diesel listado.

9.12.8 La tubería del sistema de espuma de cubierta no debe pasar a través, estar inmediatamente adyacente, o inmediatamente encima del cuarto de bombas de carga.

9.13 Materiales de la Tubería.

9.13.1 La tubería debe ser de acuerdo con la Tabla 9.13.1. Se permite usar otros materiales siempre que tengan las propiedades físicas y resistencia a la corrosión equivalentes a la tubería identificada en la Tabla 9.13.1 y sea aprobada por la autoridad competente.

9.13.2 Las tuberías en áreas sujetas a exposición a incendios, incluyendo el calor radiante y conducido, deben ser de acero u otra aleación especificada para la presión, posible temperatura de exposición a incendio, y las condiciones ambientales esperadas.

9.13.3 Las tuberías de concentrado de espuma deben ser construidas de material compatible y que no se afecte por el concentrado.

9.13.4 La tubería para concentrado de espuma no debe ser galvanizada.

9.13.5* Los selladores de uniones roscadas de las tuberías usados para líneas de concentrado de espuma deben ser de acuerdo con las recomendaciones de fabricante del concentrado de espuma.

Tabla 9.13.1 Materiales de Tuberías

Servicio	Tubería	Válvulas	Accesorios	Uniones Desmontables
Agua de mar o solución de espuma (hasta 225 psi y 350°F)	Acero ordinario, sin costura o soldadura de resistencia eléctrica, pared estándar, galvanizada ^{a,b} , ASTM A 53, Tipo E o S, Gr. A o ASTM A 106, Gr. A. Lista 40 mínimo	<i>Cuerpo:</i> Acero ordinario, ASTM A 216, Gr. WCB o hierro dúctil, ASTM A 395 <i>Moldura:</i> Bronce o 316 SS <i>Extremos:</i> rebordeados ANSI B16.5 Clase 150	<i>3 pulg y mayores:</i> Acero forjado, pared estándar, galvanizado según ANSI B16.9, 150 lb. mínimo. <i>2 pulg y menos:</i> acero de soldadura 2000#, galvanizado según ANSI B16.11 ASTMA 234 Gr. WPB Acero de Soldadura de casquillo o acero ordinario roscado, 2000# según ANSI B16.11 ASTMA 234 Gr. WPB O Acero de soldadura de casquillo o acero inoxidable roscado, 2000# según ANSI B16.11 ASTMA 182 Gr. F304L o F316L	<i>3 pulg y mayores:</i> brida deslizando o soldadura a tope <i>2 pulg y menos:</i> brida de soldadura de casquillo ANSI B16.5 Clase 150, ASTM A 105
Concentrado de espuma (en el área de riesgo)	Acero ordinario, sin costura o soldadura de resistencia eléctrica, pared estándar, galvanizada ^{1,2} , ASTM A 53, Tipo E o S, Gr. A o ASTM A 106, Gr. A. O Acero inoxidable, sin costura, tubería de pared estándar. ASTM A 312 Gr. TP304L o TP316L	<i>Cuerpo:</i> Acero ordinario, ASTM A 216 Gr. WCB o ASTM A 105 <i>Moldura:</i> 304L o 316L SS <i>Extremos:</i> rebordeados ANSI B16.5 Clase 150 o atornillado. O <i>Cuerpo:</i> Acero inoxidable, ASTM A 182 Gr. F304L o F316L SS <i>Moldura:</i> 304L o 316L SS <i>Extremos:</i> rebordeados ANSI B16.5 Clase 150 o atornillado.		Brida roscada o de soldadura de casquillo según ANSI B16.5 Clase 150 ASTMA 105 o ASTM A 182 Gr. 304L o Gr. 316L O Unión roscada o soldada de casquillo, 2000# según ANSI B16.11 ASTMA 105 o ASTM A 182 Gr. 304L o Gr. 316L

Para unidades SI: 1 psi = 6.895 kPa; 5/9 (grados F - 32) = grados C.

Nota: Las normas que se muestran son las mínimas aceptables. Pueden usarse normas extranjeras equivalentes si son aprobadas.

^a El sistema puede ser armado usando tubería y accesorios de acero negro, galvanizada por inmersión en caliente después de su fabricación.

^b Cuando la tubería y accesorios son galvanizados, todas las áreas alteradas deben repararse usando un producto de galvanizado en frío.

NFPA 11

Norma para espuma de baja, media y alta expansión

Edición 2005

Capítulo 10 Pruebas y aceptación

10.1 Inspección y Examen Visual

10.1.1 Los sistemas de espuma deben ser examinados visualmente para determinar que han sido adecuadamente instalados.

10.1.2 Los sistemas de espuma deben ser inspeccionados en detalles, en 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.

10.1.3 Los dispositivos deben ser revisados para verificar su identificación correcta e instrucciones de operación.

10.2 Lavado después de la Instalación.

10.2.1 Para remover la materia extraña que se ha introducido durante la instalación en las tuberías de suministro de agua tanto subterráneas como de superficie, las tuberías se deben lavar completamente a la velocidad máxima posible antes de hacer la conexión a la tubería del sistema.

10.2.2 La velocidad mínima de flujo para el lavado no debe ser menor que el régimen de demanda de agua del sistema, según lo establezca del diseño del sistema.

10.2.3 El flujo debe continuarse por tiempo suficiente para asegurar una limpieza completa.

10.2.3.1 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.

10.2.4 Se debe disponer la eliminación del agua de lavado.

10.2.5 Todas las tuberías de los sistemas de espuma deben lavarse 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.

10.2.6 Cuando no se puede efectuar el lavado, el interior de la tubería deben ser examinados visualmente con cuidado para verificar su limpieza durante la instalación.

10.3* Pruebas de Aceptación.

10.3.1 El sistema terminado debe ser probado por personal calificado para obtener la aprobación de la autoridad competente.

10.3.2 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.

10.4.1 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, la que sea mayor, de acuerdo con NFPA 13.

10.4.2 Todas las tuberías horizontales normalmente secas deben inspeccionarse para verificar su inclinación de desagüe.

10.5 Pruebas de Operación.

10.5.1 Antes de la aprobación, todos los dispositivos y equipos de operación deben ser probados para verificar su correcto funcionamiento.

10.5.2 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 bloqueos de equipos automáticos, lo mismo que la abertura automática de desfuegos de calor y humo o ventiladores, funcionaran durante la operación del equipo.

10.5.3 Deben revisarse las instrucciones de operación suministradas por el proveedor y la identificación adecuada del dispositivo.

10.6* Pruebas de Descarga.

10.6.1 Cuando las condiciones lo permiten, se deben hacer pruebas de flujo para asegurarse de que el riesgo esta totalmente protegido de conformidad con las especificaciones de diseño.

10.6.2 Se debe requerir la siguiente información:

- (1) Presión estática del agua
- (2) Presión residual del agua en la válvula de control y en un sitio de referencia remoto en el sistema
- (3) Régimen real de descarga
- (4) Régimen 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.

10.6.3 La concentración de espuma debe tener una de las siguientes proporciones:

- (1) No menos de la concentración nominal
- (2)* No mas de 30 por ciento por encima del concentrado nominal, o 1 punto de porcentaje por encima de la concentración nominal (el que sea menor). (Para información sobre pruebas de propiedades físicas de la espuma, ver Anexo D.)

10.7 Restauración del Sistema. Después de terminar las pruebas de aceptación, el sistema debe ser enjuagado y restaurado a su estado operacional.

NFPA 11

Norma para espuma de baja, media y alta expansión

Edición 2005

Capítulo 11 Mantenimiento

11.1* Inspección Periódica.

11.1.1 Por lo menos anualmente, todos los sistemas de espuma deben ser inspeccionados completamente y revisados para verificar su operación adecuada.

11.1.2 La inspección debe incluir evaluación de desempeño del concentrado de espuma o calidad de la solución premezclada o ambas.

11.1.3 Los resultados de las pruebas que se desvíen más del 10 por ciento de los registrados en las pruebas de aceptación deben discutirse inmediatamente con el fabricante.

11.1.4 El objeto de esta inspección y prueba debe ser asegurarse de que el sistema está en plena condición de funcionamiento y que permanezca en esas condiciones hasta la próxima inspección.

11.1.5 El reporte de inspección, debe presentarse al propietario con recomendaciones.

11.1.6 Entre las inspecciones regulares de contrato de servicio, el sistema debe ser inspeccionado por personal competente siguiendo un plan aprobado.

11.2* Equipo Productor de Espuma.

11.2.1 Deben inspeccionarse los dispositivos de dosificación, sus equipos accesorios, y los productores de espuma.

11.2.2 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.

11.3.1 Debe examinarse la tubería sobre superficie para determinar su estado y verificar que mantiene la inclinación de desagüe adecuada.

11.3.2 Las pruebas de tubería normalmente seca deben hacerse cuando la inspección visual muestra una resistencia cuestionable debido a corrosión o daño mecánico.

11.3.3 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.

11.6.1 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.

11.6.2 Se debe enviar muestras de los concentrados al fabricante o a un laboratorio calificado para prueba de sus condiciones de calidad.

11.6.3 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.

11.7.1 Las instrucciones de operación y mantenimiento deben fijarse en el equipo de control, con una segunda copia en archivos.

11.7.2 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.