

1ª edición
Junio 2011

LOS AGENTES EXTINTORES LA ESPUMA



Material no apto para la venta.



www.redproteger.com.ar

Ing. Néstor Adolfo BOTTA

ISBN 978-987-27325-1-6

EL AUTOR



Néstor Adolfo BOTTA es Ingeniero Mecánico recibido en el año 1992 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata; Ingeniero Laboral recibido en el año 1995 en la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata y actualmente pronto a terminar sus estudios de Ingeniero Profesor (Carrera Docente) en UCALP – Sede Rosario.

Es el Titular y Gerente de la empresa Red Proteger, empresa dedicada al Asesoramiento, Capacitación y Divulgación de conocimientos en materia de seguridad e higiene en el trabajo (www.redproteger.com.ar).

Desarrollo funciones como Responsable de Seguridad e Higiene en el Trabajo en empresas como SOIME SRL, TRADIGRAIN ARGENTINA SA, AMANCO ARGENTINA SA, MOLINOS RÍO DE LA PLATA SA y SEVEL ARGENTINA SA.

Su extensa actividad docente lo ubica como:

- Profesor en la UCA de Ing. de Rosario para la Carrera de Posgrado de Higiene y Seguridad en el Trabajo en la asignatura de Riesgo y Protección de Incendios y Explosiones.
- Profesor Titular en la Universidad Nacional del Litoral para la Carrera de Técnico en Seguridad Contra Incendios en la asignatura de Seguridad Contra Incendios III. Sistema de educación a distancia.
- Profesor en la Universidad Nacional del Litoral - Sede Rosario, para la Carrera de Lic. en Seguridad y Salud Ocupacional en la asignatura de Práctica Profesional.
- Profesor Titular en el Instituto Superior Federico Grote (Rosario – Santa Fe) para la Carrera de “Técnico Superior en Seguridad e Higiene en el Trabajo” para las asignaturas de Higiene y Seguridad en el Trabajo I, Seminario Profesional, Prevención y Control de Incendios II, Prevención y Control de Incendios I, y Director del Postgrado “Seguridad e Higiene en el Areas de Salud”.
- Profesor Interino Cátedra “Elementos de Mecánica”. Carrera “Técnico Superior en Seguridad e Higiene en el Trabajo”. ISFD Nro. 12 La Plata – 1.996
- Ayudante Alumno Cátedra “Termodinámica”. Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ingeniería.
- Ayudante Alumno Cátedra “Análisis Matemático”. Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ciencia Económicas.

Datos de Contacto

e-mail: nestor.botta@redproteger.com.ar

Botta, Néstor Adolfo

Los agentes extintores : la espuma . - 1a ed. - Rosario : Red Proteger, 2011.
34 p. ; 29x21 cm.

ISBN 978-987-27325-1-6

1. Prevención de Incendios. I. Título.
CDD 363.377

Fecha de catalogación: 05/09/2011

®Todos los derechos reservados.

El derecho de propiedad de esta obra comprende para su autor la facultad exclusiva de disponer de ella, publicarla, traducirla, adaptarla o autorizar su traducción y reproducirla en cualquier forma, total o parcial, por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo fotocopia, copia xerográfica, grabación magnetofónica y cualquier sistema de almacenamiento de información. Por consiguiente, ninguna persona física o jurídica está facultada para ejercitar los derechos precitados sin permiso escrito del Autor.

Editorial Red Proteger®
Rosario – Argentina
Tel.: (54 341) 4451251
Fax: (54 341) 4400861
info@redproteger.com.ar
www.redproteger.com.ar

INDICE

- 1) QUE ES LA ESPUMA
- 2) MECANISMOS DE EXTINCIÓN DE LAS ESPUMAS
- 3) GENERACIÓN DE ESPUMA
 - 3.1) Qué Significa el Porcentaje
- 4) CLASIFICACIÓN DE LAS ESPUMAS
 - 4.1) Espuma de Baja Expansión
 - 4.2) Espuma de Media Expansión
 - 4.3) Espuma de Alta Expansión
 - 4.4) Restricciones o Limitaciones Espuma de Mediana y Alta Expansión
 - 4.5) Efectos de la Espuma de Mediana y Alta Expansión sobre los Incendios
- 5) DISPOSITIVOS PROPORCIONADORES O DOSIFICADORES DE ESPUMÍGENOS
 - 5.1) Método Venturi
 - 5.2) Dosificador en Línea
 - 5.3) Dosificador en Lanza
- 6) DISPOSITIVOS DE DESCARGA DE ESPUMA BAJA EXPANSIÓN
 - 6.1) Lanza de Mano
 - 6.2) Pistola de Mano
 - 6.3) Monitor o Pitón Fijo
 - 6.4) Monitor Montado en Carro
 - 6.5) Equipo Completo Montado en Carro
 - 6.6) Esquemas para Tanques de Combustibles
- 7) DISPOSITIVOS DE DESCARGA DE ESPUMA MEDIA EXPANSIÓN
- 8) DISPOSITIVOS DE DESCARGA DE ESPUMA ALTA EXPANSIÓN
 - 8.1) Aplicación de Espuma de Alta Expansión en un Hangar
- 9) TIPOS DE ESPUMAS
 - 9.1) Agentes Espumantes Proteínicos (P)
 - 9.2) Agentes Espumantes Fluoroproteínicos (FP)
 - 9.3) Agentes Fluoroproteínicos que Forman Película (FFFP)
 - 9.4) Agentes Espumantes Formadores de Películas Acuosas (AFFF)
 - 9.5) Espumas de Tipo Alcohol (AR)
 - 9.6) Agentes Espumantes de Baja Temperatura
- 10) PARÁMETROS DE DESCARGA
 - 10.1) Espuma de Baja Expansión
- 11) AGENTES COMBINADOS O EQUIPOS GEMELOS

1) QUE ES LA ESPUMA

La espuma para combate de incendios es una formación de burbujas llenas de aire formadas de soluciones acuosas y es de más baja densidad que los líquidos inflamables. Al ser más liviana o ligera que la solución acuosa de la que se forma y más liviana que los líquidos inflamables o combustibles, flota sobre éstos, produciendo una capa cohesiva continua flotante, también llamada manta o manto de espuma.

Evita o extingue el incendio por exclusión de aire y posterior enfriamiento del combustible. También evita la reignición al suprimir de la mezcla combustible la presencia de vapores inflamables. Tiene la propiedad de adherirse a las superficies, lo que proporciona un grado de protección a la exposición de incendios adyacentes.

La espuma puede usarse como agente de prevención y control de incendios para riesgos de líquidos inflamables.

La espuma no se disgrega rápidamente y, cuando se aplica al régimen adecuado, tiene la capacidad de extinguir el fuego progresivamente. A medida que continua la aplicación, la espuma fluye fácilmente sobre la superficie incendiada en forma de capa hermética, evitando la reignición en las superficies ya extinguidas.

La espuma no es apropiada para incendios tridimensionales de combustibles líquidos fluentes o incendios de gases.

La espuma puede aplicarse para proteger la superficie de un líquido inflamable que no está incendiado.

2) MECANISMOS DE EXTINCIÓN DE LAS ESPUMAS

Los mecanismos de extinción de las espumas son:

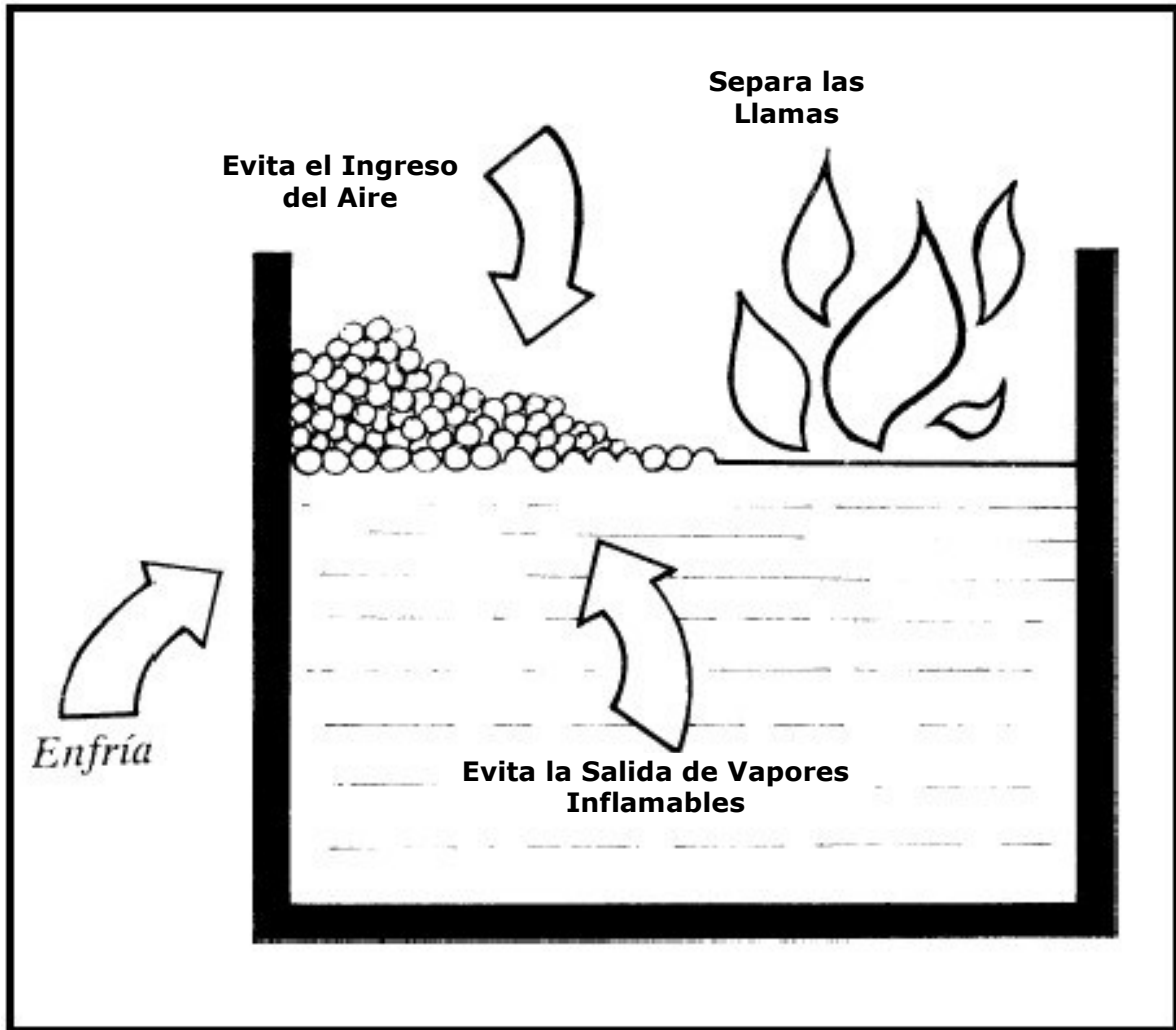
- **AISLAMIENTO:**

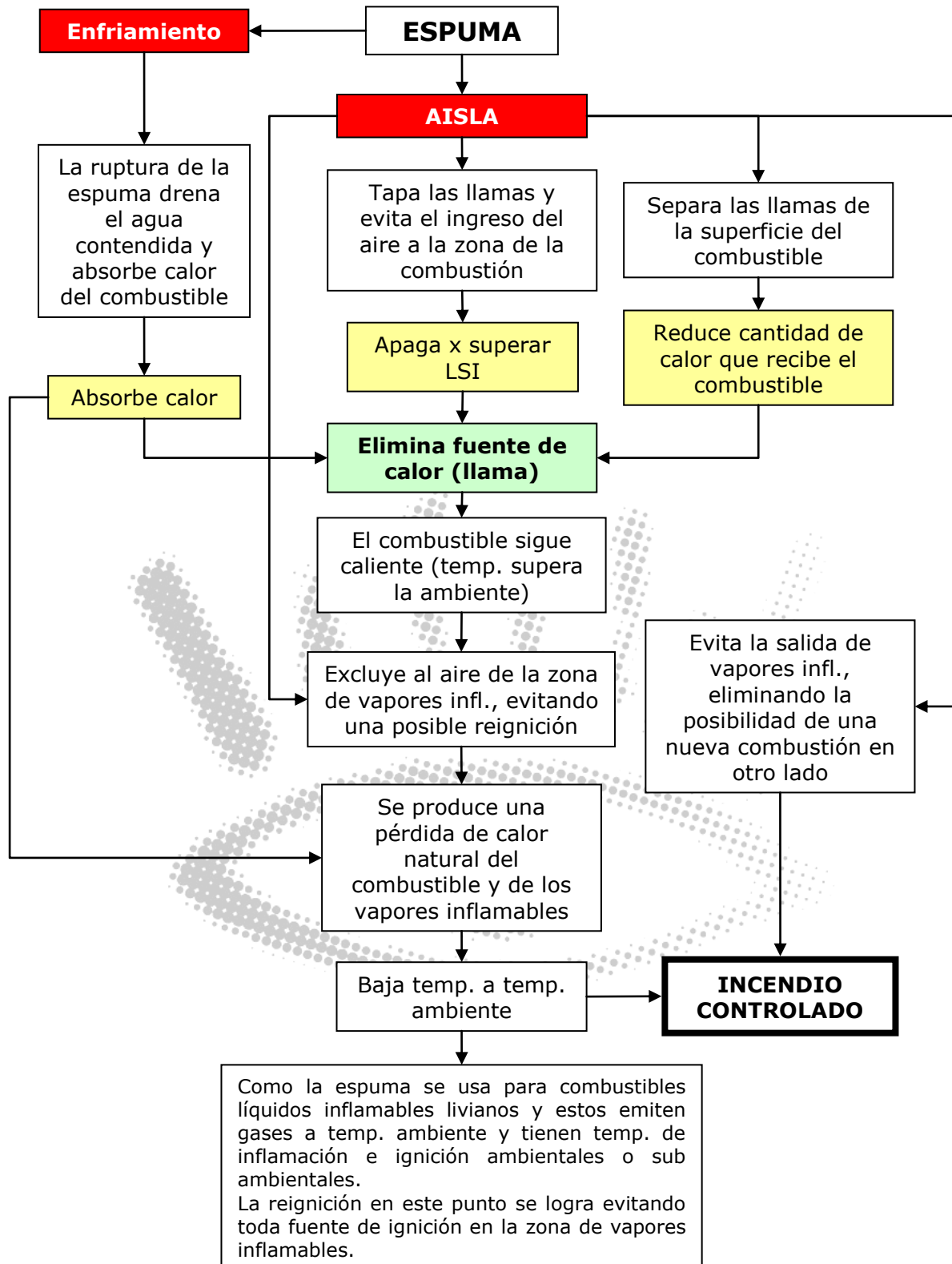
- Lo primero que hace la espuma es formar progresivamente una manta que tapa al líquido inflamable incendiado y corre a las llamas de la superficie del mismo, evitando el ingreso del aire a la zona ya cubierta. También evita la salida de vapores combustibles.
- Una vez apagada la llama, lo segundo que hace es excluir el ingreso del aire a la zona de gases combustibles calientes que se encuentran en la superficie del líquido inflamable cubierto por la manta de espuma, evitando así una posible reignición, por falta de aire.

El poco aire atrapado debajo de la manta no logra mantener una combustión por superar el LSI. Hay que considerar que los líquidos inflamables tienen generalmente un LSI muy bajo, es decir, necesitan de mucho aire para sustentar una combustión. El LSI del kerosene es de 5%, es decir, necesita como mínimo más del 95% de aire.

- Al mismo tiempo evita la salida de los vapores inflamables de la superficie del combustible, eliminando la posibilidad de una nueva combustión en otra zona o sector.
 - Separa las llamas de la superficie del combustible, reduciendo la cantidad de calor que recibe el combustible y por consiguiente reduce la emisión de vapores inflamables.
 - Este efecto de aislamiento es permanente mientras dure la manta de espuma flotando sobre el líquido inflamable.
- **ENFRIAMIENTO:** Absorbe calor de la superficie del combustible y del metal del contenedor o tanque, al drenar el agua contenida en la espuma, siendo esta un

mecanismo secundario, resultante de la ruptura de la espuma. A la espuma no se la usa porque enfría, sino principalmente porque AÍSLA.



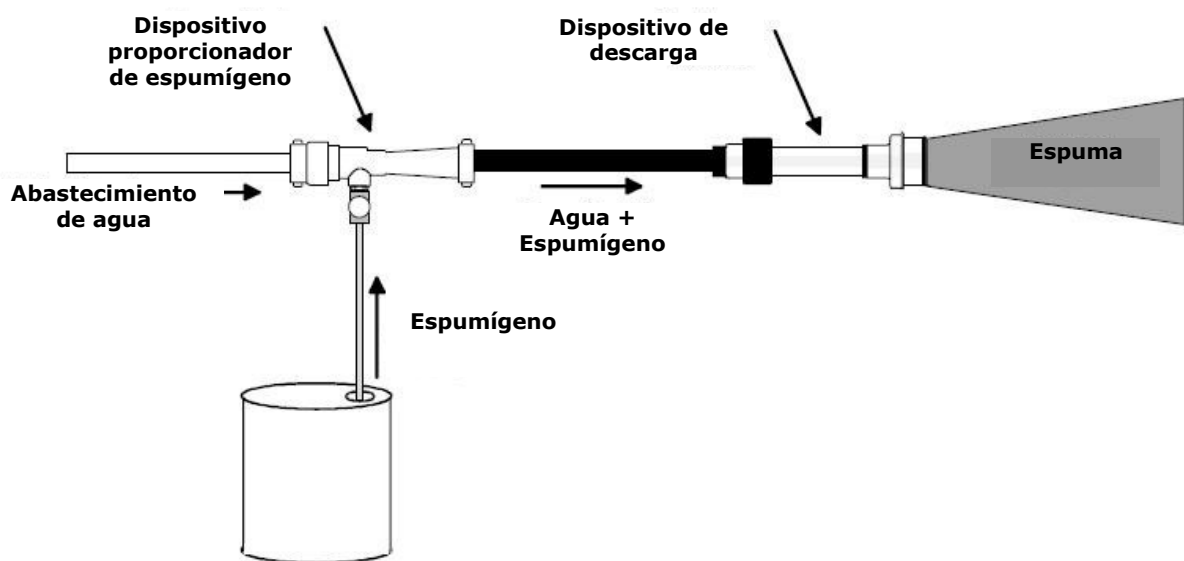


3) GENERACIÓN DE ESPUMA

Las espumas según la forma de producirse se dividen en químicas y mecánicas. Las primeras ya no se usan y se producían por una reacción química al mezclar bicarbonato sódico y sulfato de aluminio, que además generan CO₂.

Las espumas mecánicas son las que se usan actualmente y su generación o producción es el resultado de un proceso mecánico, éste consta de dos etapas:

- Primera etapa o inducción: en la cual se introduce al flujo de agua el concentrado espumígeno, mediante un dispositivo proporcionador.
- Segunda etapa o generación: por el principio de inducción se agrega aire a la solución agua + espumígeno o preparado, a la salida del dispositivo de descarga y se produce la espuma en un ambiente abierto.

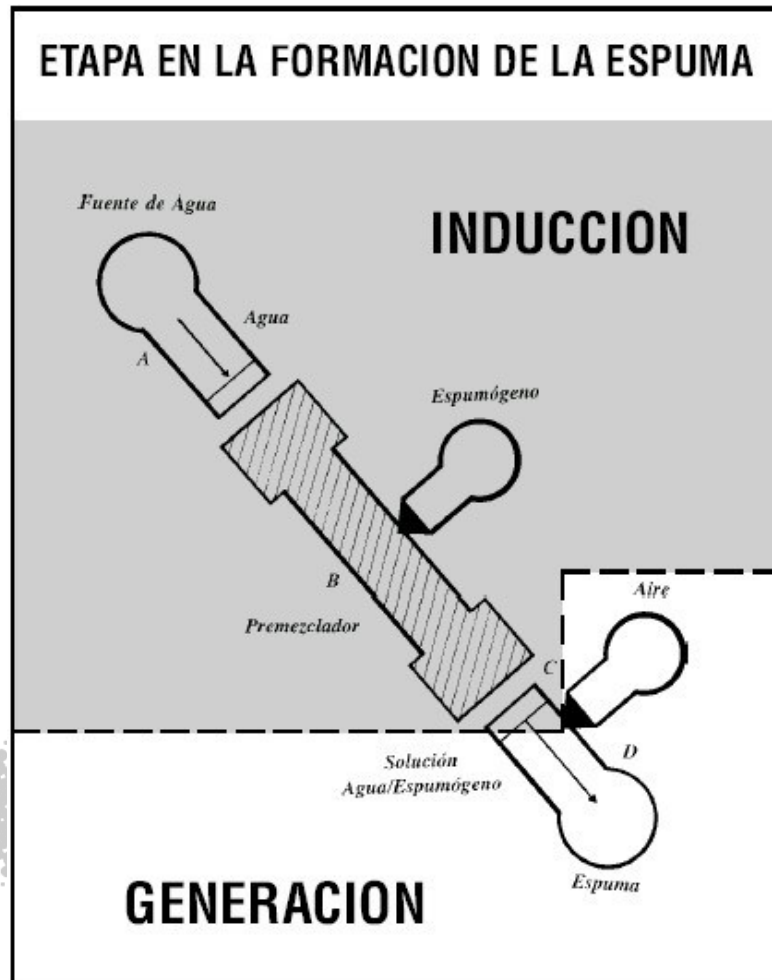


Sistema de Generación de Espuma por Inductor del Tipo Venturi

La relación agua/concentrado se gradúa en el pre-mezclador o proporcionador desde un 1% hasta un 6%, vale decir desde 1 litro de concentrado por 99 litros de agua, hasta 6 litros de concentrado por 94 litros de agua. La concentración a usar está definido principalmente por el tipo de espumígeno que se usa y por el fabricante del mismo.

En fuegos será de 3%, en derrames y con solventes polares (que se mezclan con el agua) será del 6% y en alta expansión de 1%.

Algunas son espesas y viscosas, capaces de formar capas fuertemente resistentes al calor por encima de la superficie de los líquidos incendiados, incluso en superficies verticales. Otras espumas son más delgadas pero se extienden más rápidamente. Otras producen una película que detiene el paso del vapor por medio de una solución acuosa superficialmente activa. Otras sirven para producir grandes volúmenes de celdillas de gas húmedo para inundar superficies y ocupar totalmente los espacios.



3.1) Qué Significa el Porcentaje

Los espumígenos se diseñan para ser mezclados con agua en los porcentajes especificados por los fabricantes. Los espumígenos de seis por ciento (6%) se mezclan con agua en una proporción de 94 porciones de agua cada 6 porciones de espumígeno. Por ejemplo, si se fuera a mezclar el espumígeno con agua para hacer ciento (100) litros de espuma, se deberá mezclar 6 litros de espumígeno con 94 litros de agua. Al usar 3% se deberán mezclar 3 litros de espumígeno con 97 litros de agua. Una vez que estén preparadas, las espumas que resultan de un espumígeno del 3% o un espumígeno del 6% serán virtualmente iguales con respecto a características de funcionamiento.

Un espumígeno del 3% es más concentrado que uno 6%, por lo tanto requiere menos producto para producir el mismo resultado final.

La tendencia de la industria es reducir los porcentajes de los espumígenos tan bajos como sea posible. Los espumígenos más concentrados, como el de 3% permiten que el usuario reduzca al mínimo la cantidad de espacio requerida para almacenar el producto concentrado.

Cambiando de un espumígeno del 6% a un espumígeno del 3% se puede aumentar al doble la capacidad de lucha contra el fuego teniendo el mismo número de litros, o se puede reducir a la mitad de espumígeno sin comprometer la capacidad de supresión.

Los espumígenos que proporcionan valores de concentrado más bajos pueden también reducir el coste del producto almacenado, al igual que el transporte.

Algunos espumígenos resistentes al alcohol tienen dos porcentajes. Por ejemplo, un espumígeno de 3% y 6%, y se diseñan para ser utilizados en los combustibles de

hidrocarburos en el 3% y los combustibles solventes polares en el 6%. Esto es debido a la cantidad de ingrediente activo que provee la capa de espuma resistencia a alcohol.

Las nuevas formulaciones de AR-AFFF han mejorado la resistencia al alcohol para poder utilizarlas en el 3% para los hidrocarburos o los solventes polares.

4) CLASIFICACIÓN DE LAS ESPUMAS

Las espumas se clasifican por su relación de expansión, la cual es la relación del volumen de espuma final en relación con el volumen de la espuma original antes de añadir aire o preparado. Es decir, cuantos litros o m³ de espuma se hacen por cada litro o m³ de preparado.

Quedan arbitrariamente subdivididas en tres tipos.

4.1) Espuma de Baja Expansión

Expansión hasta 1:20.

Con 1 litro de preparado o mezcla se producen 20 litros de espuma.

4.1.1) Usos

Espuma diseñada para proteger tanques de almacenamiento exterior, riesgos interiores de líquidos inflamables, estanterías de carga, áreas canalizadas y áreas de derrame sin dique o sin canalizar.

Se usan para la protección de procesos y tanques de almacenamiento a la intemperie. También para la protección de riesgos en plantas manufactureras al igual que en grandes patios de tanques, refinerías de petróleo y plantas químicas.

Estos sistemas generalmente están diseñados para la operación manual, pero pueden ser automatizados parcial o totalmente.

Es una espuma fuerte y de una gran cohesión o llamada rígida, que soporta muy bien las inclemencias del exterior y de los incendios de gran intensidad.

La espuma de baja expansión ha demostrado ser la más eficaz para controlar, extinguir y asegurar la combustión de la mayoría de los líquidos inflamables (fuegos de clase B), ya sea lanzada o inyectada a los estanques.

La espuma también se utiliza con éxito en los fuegos de clase A donde es importante el efecto refrescante y penetrante que se logra con la "solución o preparado de la espuma" no con la espuma propiamente dicha, en especial con los espumógenos del tipo AFFF o FFFP.

También se usa para controlar y sellar salidas de vapores de diversos productos combustibles e inflamables e incluso, existen espumas especiales para productos químicos, tales como ácidos, bases y neutros, sobre los cuales es lanzada para controlar sus efectos en derrames.

4.1.2) Restricciones o Limitaciones

Se han reportado casos donde se creyó que la aplicación de espuma a través de chorros sólidos que se precipitaban dentro del líquido inflamable fue la causa de ignición del incendio que sobrevino. Las igniciones se atribuyen a las descargas estáticas resultantes del chapoteo o salpicadura y turbulencia. Por lo tanto, cualquier aplicación de espuma a un líquido inflamable no incendiado debe ser lo más suave posible.

Los métodos adecuados de aplicación con equipos portátiles podrían incluir un patrón de rocío o represar el chorro de espuma contra un respaldo de manera que la espuma fluya suavemente sobre la superficie del líquido.

4.2) Espuma de Media Expansión

Expansión desde 1:20 hasta 1:200.

Con 1 litro de preparado o mezcla se producen hasta 200 litros de espuma.

4.2.1) Usos

La espuma de medio expansión se puede utilizar para suprimir la vaporización de productos químicos peligrosos o líquidos inflamables no incendiados, es decir, derrames.

Puede usarse en incendios de combustibles sólidos y líquidos donde sea necesario algún grado de cobertura en profundidad, por ejemplo, para la inundación total de volúmenes pequeños encerrados o parcialmente encerrados tales como espinterómetros de motores y salas de transformadores.

La espuma de mediana expansión puede proveer cobertura rápida y eficiente de derrames de líquidos inflamables o derrames de líquidos tóxicos donde es esencial la supresión rápida de vapores.

El uso de este tipo de espuma aumenta la velocidad de cobertura por el mayor tamaño de la espuma, y con ello la velocidad de control de un derrame, además, aumenta el rendimiento del concentrado o espumígeno, en relación al uso de una espuma de baja expansión.

Es eficaz tanto en interiores como exteriores.

Con expansiones entre 1:30 y 1:55 se utiliza para producir una capa de espuma óptima para la mitigación de los vapores de productos químicos altamente reactivos del agua.

4.3) Espuma de Alta Expansión

Expansión desde 1:200 hasta 1:1.000.

Con 1 litro de preparado o mezcla se producen hasta 1.000 litros de espuma.

Las espumas de mediana y alta expansión son burbujas generadas mecánicamente por el pasaje del aire a través de una malla, criba u otro medio poroso que está humedecido con una solución acuosa de agentes espumantes activos.

4.3.1) Usos

La espuma de alta expansión es un agente de control y de extinción de incendios de clase A y B, y es especialmente adecuada para uso como agente de inundación en espacios cerrados.

La espuma de alta expansión constituye un agente único para transportar agua a lugares inaccesibles; para inundación total de espacios encerrados; y para el desplazamiento volumétrico de vapor, calor y humo.

La espuma de alta expansión puede usarse también en incendios de combustibles sólidos y líquidos, pero la cobertura en profundidad que proporciona es mayor que para la espuma de mediana expansión. Por lo tanto, es más apropiada para llenar volúmenes en los cuales hay incendios a varios niveles. Por ejemplo, los experimentos han demostrado que puede usarse eficazmente contra incendios de depósitos de estanterías altas, siempre y cuando la

aplicación de espuma se inicie temprano y la profundidad de la espuma se aumente rápidamente.

También puede usarse para extinguir incendios en recintos como sótanos y pasajes subterráneos, donde podría ser peligroso enviar personal.

Se puede usar para controlar incendios de gases naturales licuados (GNL) y gases licuados de petróleo (GLP) y para proporcionar control de dispersión de vapor para derrames de GNL y amoníaco.

Es particularmente adecuada para incendios interiores en espacios confinados.

Son usadas también para fuegos clase A, pues sofoca el fuego produciendo muy poco daño por efecto del agua a las instalaciones que se aplica o aquellos lugares donde hay equipos delicados. Se usa en espacios tales como sótanos, minas, hangares, bodegas de buques, bibliotecas, etc.

Este tipo de espuma se aplica con equipos especiales, denominados generadores de media y alta expansión y llevada al lugar deseado mediante mangueras plásticas.

4.3.1) Restricciones o Limitaciones

Su empleo al exterior puede verse limitado por los efectos climáticos y especialmente del viento, y a la falta de contención. Es una espuma frágil y sensible a los efectos de la intemperie.

Por su ligera composición, no debe usarse en fuegos clase B de líquidos inflamables, pues se contamina rápidamente, además de abrirse con facilidad, produciendo la reignición.

Los productos de la combustión y de la pirólisis pueden reducir el volumen de espuma producido. La alta temperatura del aire rompe la espuma mientras se genera. También aparece la rotura física de la espuma aparentemente causada por el vapor y las partículas sólidas del proceso de combustión. Estos factores, que causan la rotura de las burbujas de la espuma, pueden compensarse generándola a velocidades mayores.

No se debe intentar la entrada a pasajes rellenos de espuma sin aparatos respiratorios de aire. La masa de espuma también reduce la visión y el oído, debiéndose utilizar cuerdas de seguridad por el personal que deba entrar en la zona repleta de espuma.

4.4) Restricciones o Limitaciones Espuma de Mediana y Alta Expansión

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

- Productos químicos como nitrato de celulosa, que liberan suficiente oxígeno u otros agentes oxidantes para sustentar la combustión.
- Equipos eléctricos energizados.
- Metales reactivos al agua, como el sodio, potasio, NaK y aleaciones de sodio y potasio.
- Materiales peligrosos reactivos al agua como el pentóxido de fósforo.
- Gas inflamable licuado.

Con respecto a la Seguridad Personal, los sistemas de espuma de mediana y alta expansión deben usarse con los siguientes criterios:

- 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.
- 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.
- No se debe usar máscara de gas tipo cartucho en la espuma.
- Si el reingreso de emergencia es esencial, se debe usar aparatos de respiración en conjunción con la cuerda de vida.
- 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.

4.5) Efectos de la Espuma de Mediana y Alta Expansión sobre los Incendios

Las espumas de alta y media expansión causan en el fuego los siguientes efectos:

- a) Cuando se generan en volumen suficiente, la espuma de mediana y alta expansión puede impedir el movimiento libre del aire, que es necesario para la continuidad de la combustión.
- b) Al forzarse dentro del calor de un incendio, el agua en la espuma se convierte en vapor, reduciendo así la concentración de oxígeno por dilución del aire.
- c) La conversión del agua a vapor absorbe el calor del combustible incendiado. Cualquier objeto caliente expuesto a la espuma continuará el proceso de disolución de la espuma, conversión del agua en vapor, y enfriamiento.
- d) Debido a su tensión superficial relativamente baja, la solución de la espuma que no se convierte en vapor tenderá a penetrar los materiales de Clase A. Sin embargo, los incendios arraigados profundamente podrían requerir para su extinción el desmantelamiento de los materiales incendiados.
- e) Cuando se acumulan en profundidad, la espuma de mediana y alta expansión puede suministrar una barrera de aislamiento para proteger los materiales y estructuras expuestas no involucradas en el incendio, impidiendo por la tanto la propagación.
- f) Para incendios de GNL, la espuma de alta expansión normalmente no extingue, pero reduce la intensidad del fuego al bloquear la retroalimentación de radiación al combustible.
- g) Los incendios de clase A se controlan cuando la espuma cubre totalmente el fuego y el material incendiado. Si la espuma está suficientemente húmeda y se mantiene por un tiempo suficiente, el incendio puede extinguirse.
- h) Los incendios clase B de líquidos con punto de inflamación alto pueden extinguirse cuando la superficie se ha enfriado por debajo del punto de inflamación.
- i) Los incendios clase B de líquidos con punto de inflamación bajo se pueden extinguir cuando una capa de espuma de suficiente profundidad se establece sobre la superficie del líquido.
- j) Los incendios de gases refrigerados o criogénicos licuados pueden controlarse en forma segura, y las concentraciones de vapor a favor del viento de los derrames no incendiados se pueden reducir con la aplicación de espuma de alta expansión cuando la densidad del vapor a temperatura ambiente y la presión es menor que la del aire.
- k) No se debería aplicar espuma de alta expansión a incendios de gas refrigerado de petróleo licuado (GLP) a menos que se consideren cuidadosamente las situaciones peligrosas que posiblemente puedan resultar. La extinción puede ocurrir con el desarrollo de vapores más pesados que el aire debajo de la capa de espuma. Los

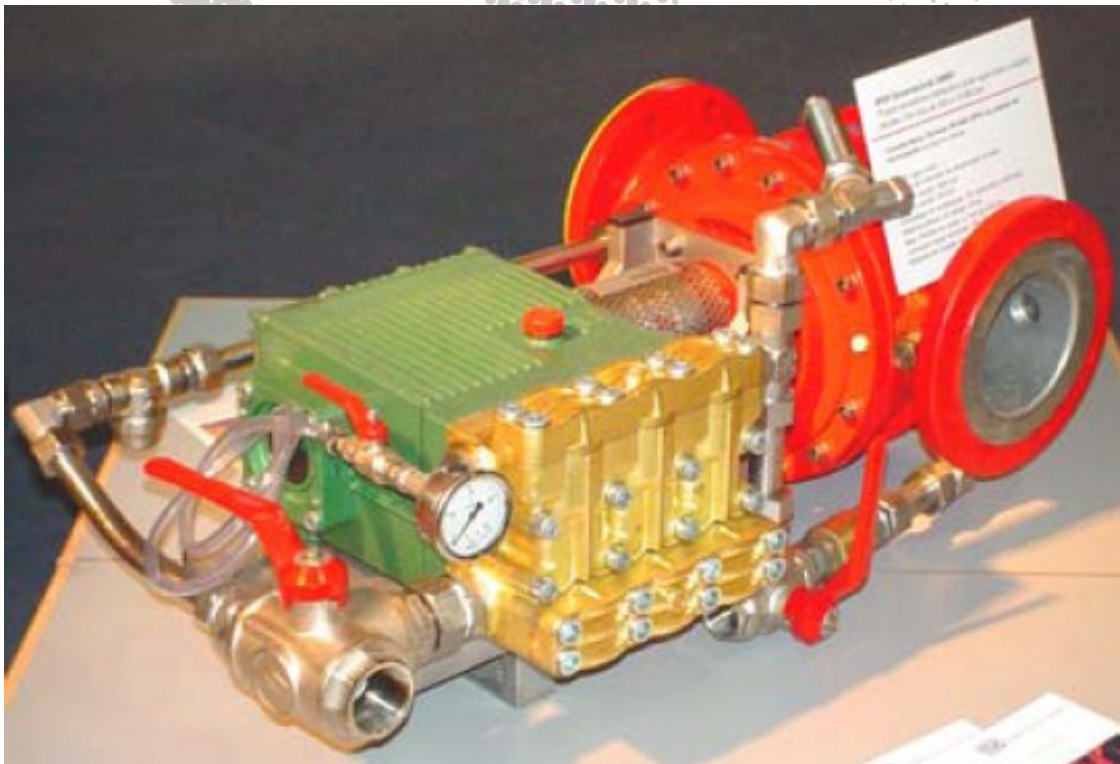
vapores se acumularán o escurrirán por debajo de la capa de espuma hacia áreas bajas con peligro de formación de nubes de vapor o de reignición, o ambas.

5) DISPOSITIVOS PROPORCIONADORES O DOSIFICADORES DE ESPUMÍGENOS

En un incendio los caudales de agua son variables, para poder lograr una buena espuma es de suma importancia conseguir que la dosificación del espumígeno sea proporcional al caudal de agua, y con esto poder mantenernos en un porcentaje de dosificación constante durante todo el tiempo que sea necesario. Los equipos de dosificación, los de descarga y el caudal de agua que por ellos circula deben poder ajustarse mutuamente, cualquiera que sea la presión nominal de servicio. Si la dosificación es baja, resultará espuma floja e inestable; si es demasiado alta, la espuma será rígida y se desperdiciará concentrado, con la consiguiente pérdida de eficacia y de tiempo de trabajo.

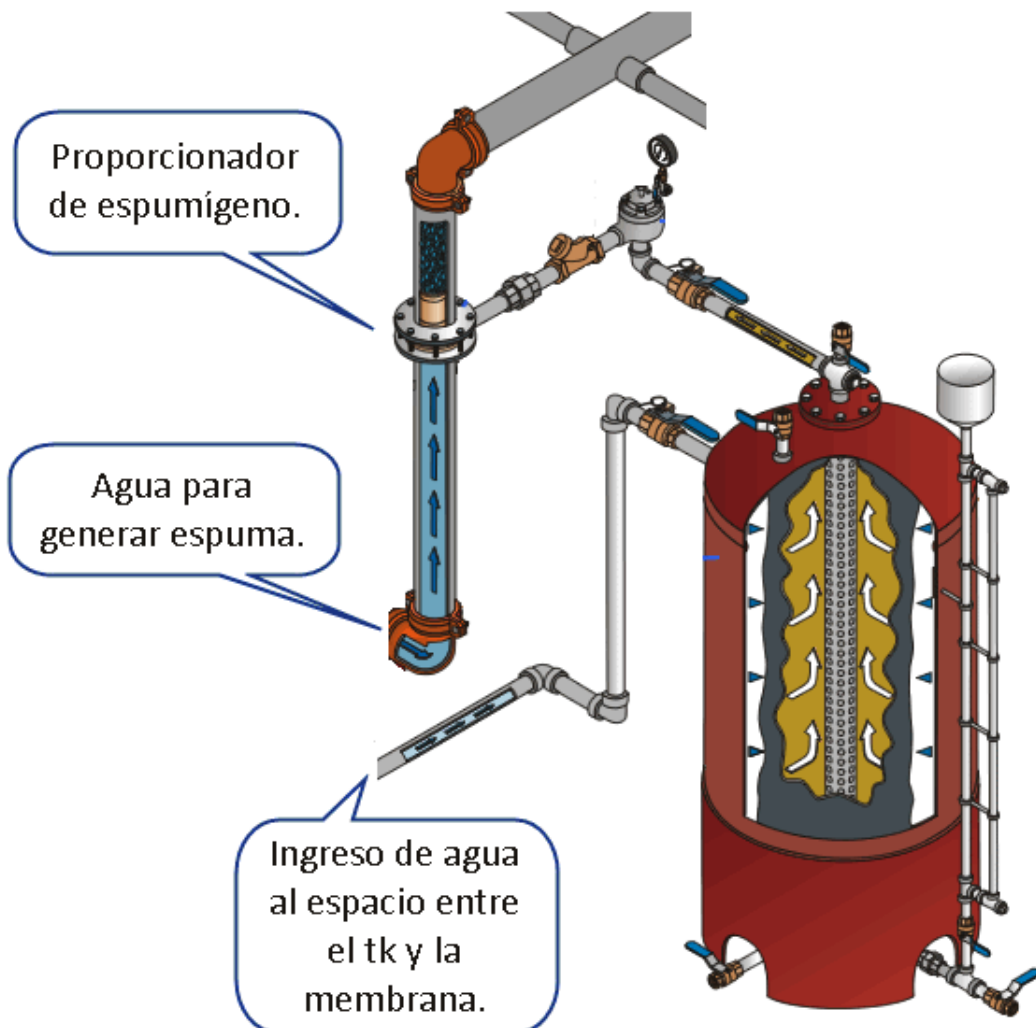
Para que se pueda tomar una cantidad determinada de concentrado espumante líquido e introducirlo en la corriente de agua para formar una solución de concentración fija, existen métodos que pueden clasificarse en tres grupos generales:

- Método Venturi, que se vale de la reducción de la presión de la corriente de agua por efecto de la reducción del área de circulación.
- Métodos que se valen de bombas auxiliares para inyectar el concentrado en la corriente de agua en una proporción fija respecto al caudal.
- 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 y añadir concentrado de espuma a través de un orificio a la línea de agua a una velocidad determinada.
- Tanque de Membrana o Vejiga a Presión Equilibrada. Consisten en un recipiente a presión que tiene una vejiga de hule flexible que contiene al concentrado espumante. Cuando el tanque está en operación, se aplica agua a la superficie externa de la vejiga. Esto subsecuentemente desplaza el concentrado de espuma hacia un dispositivo proporcionador o "regulador de proporcionado".





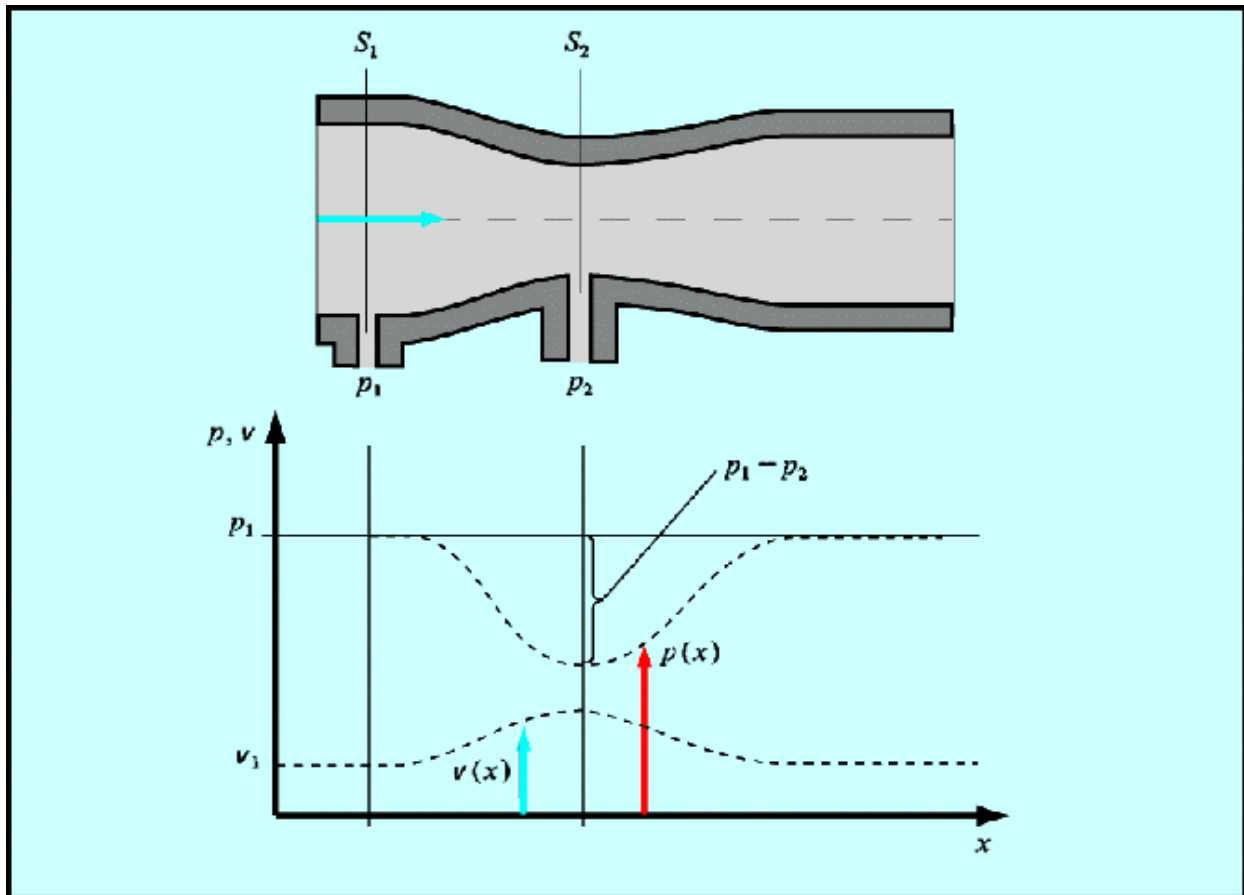
Bomba Proporcionalora Hidráulica



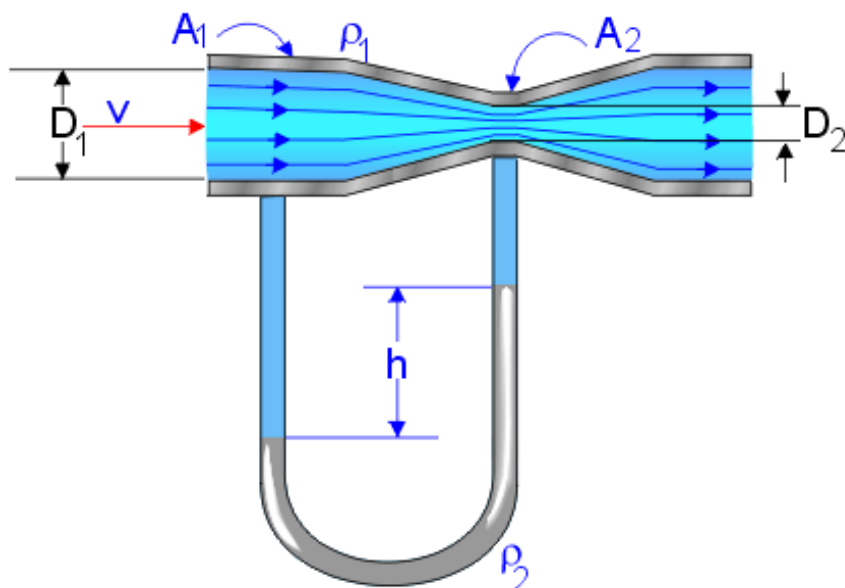
Tanque de Membrana o Vejiga

5.1) Método Venturi

Es el método más usado por la simpleza del funcionamiento. La reducción del área de S_1 (A_1) a S_2 (A_2), produce un incremento en la velocidad en el punto 2, y por consiguiente un disminución en la presión, este efecto hace que el espumígeno sea succionado por la corriente de agua, e introducida en ésta.

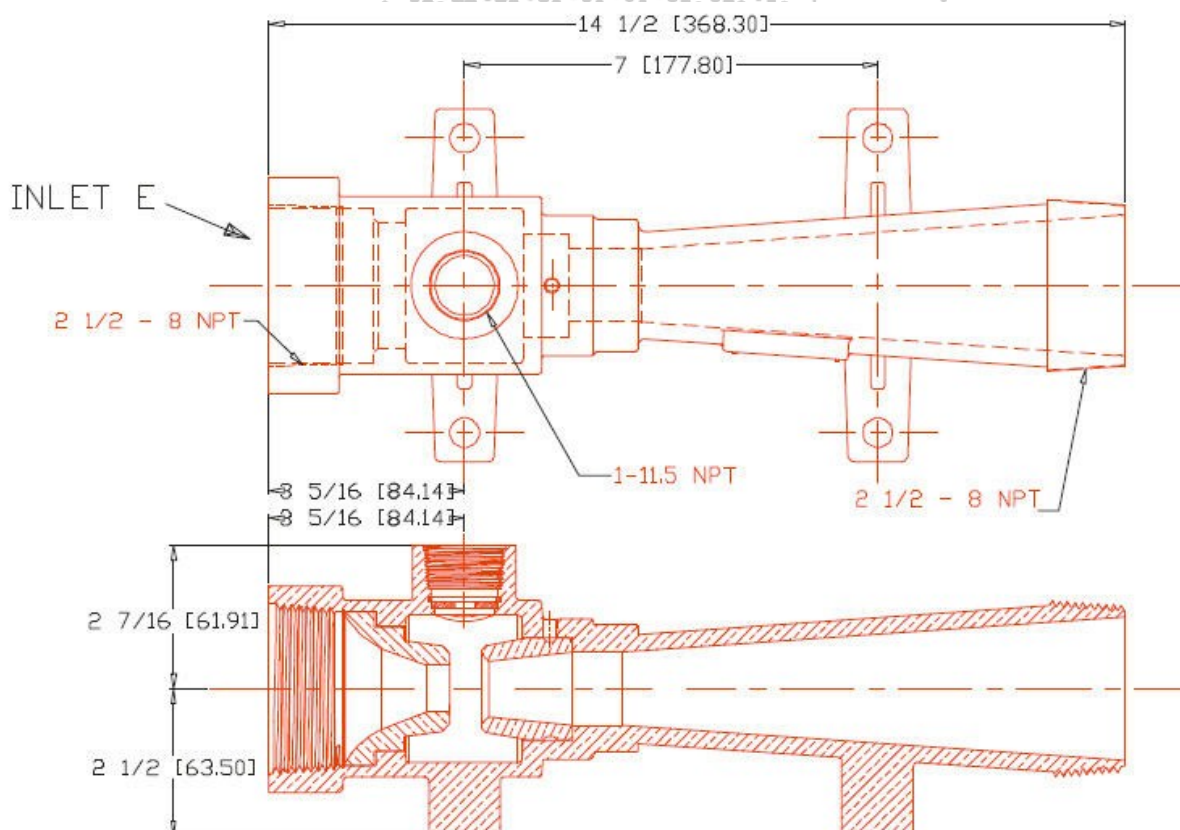


Venturi meter

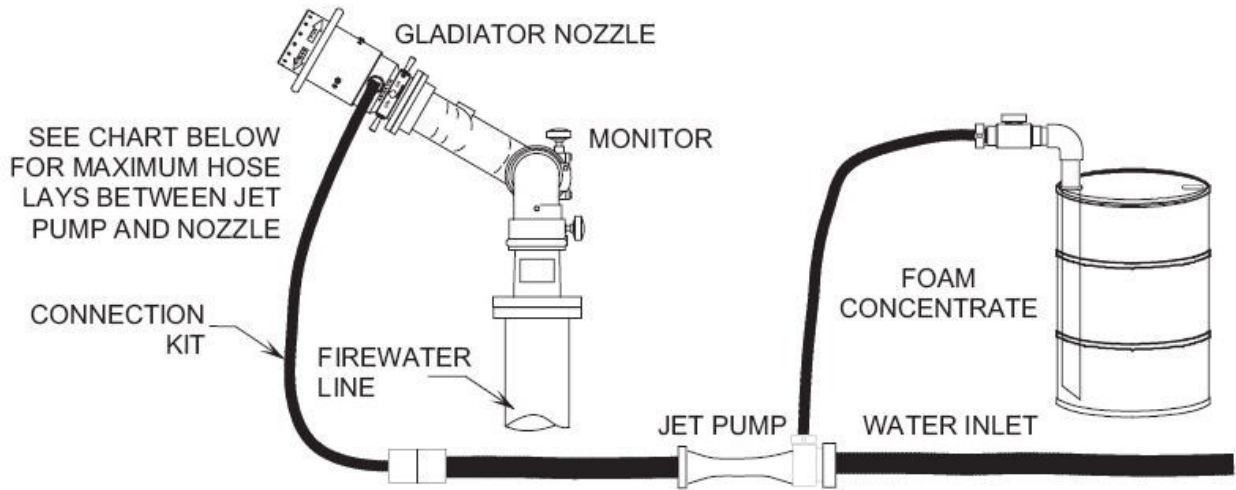


5.2) Dosificador en Línea

Este tipo de dosificador extrae el concentrado espumante de un recipiente o depósito por efecto Venturi, utilizando la presión de trabajo de la corriente de agua que pasa por la manguera en que está instalado. A continuación inyecta el concentrado espumante en la corriente de agua. El dosificador puede colocarse en un punto de la línea de manguera que conduzca al aparato generador de espuma. También puede instalarse un inductor de este tipo en el depósito del concentrado espumante en los sistemas fijos.







Typical Installation for Jet Pump

5.3) Dosificador en Lanza

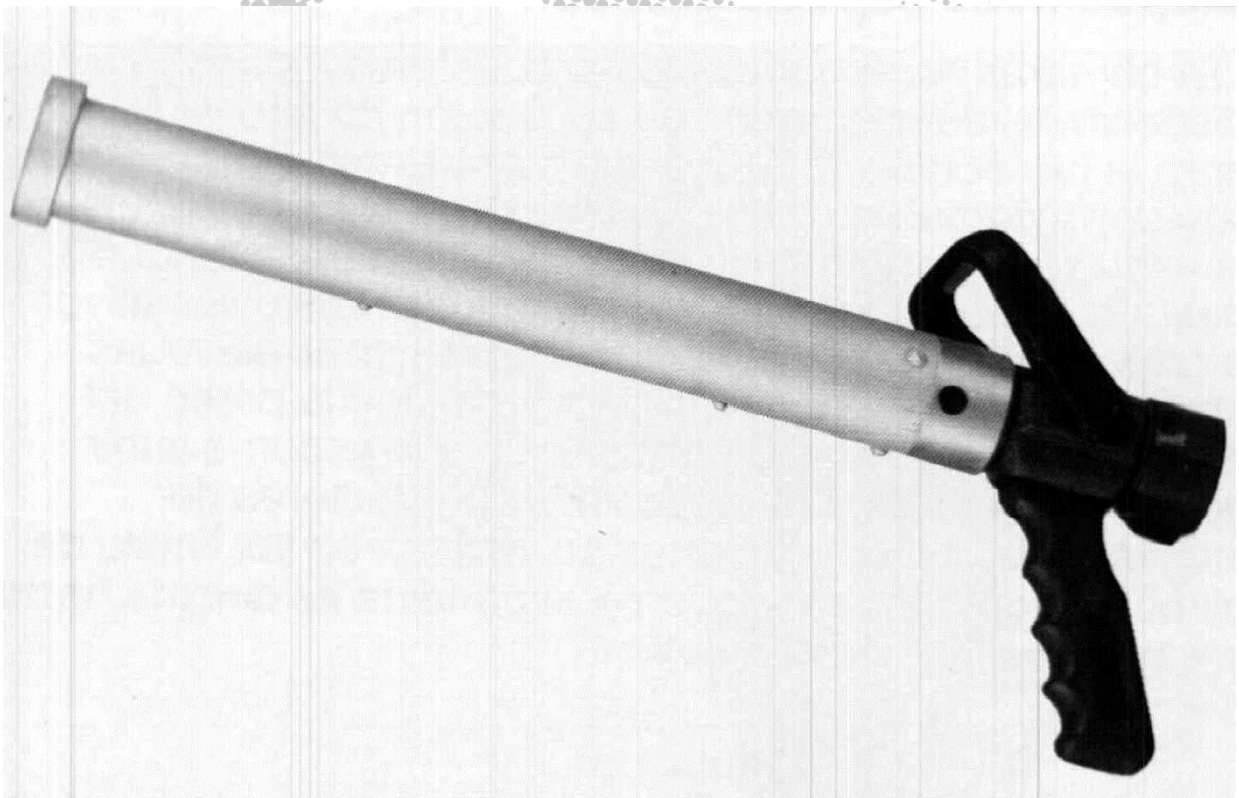
En este caso, el dosificador esta junto al extremo de la lanza.





6) DISPOSITIVOS DE DESCARGA DE ESPUMA BAJA EXPANSIÓN

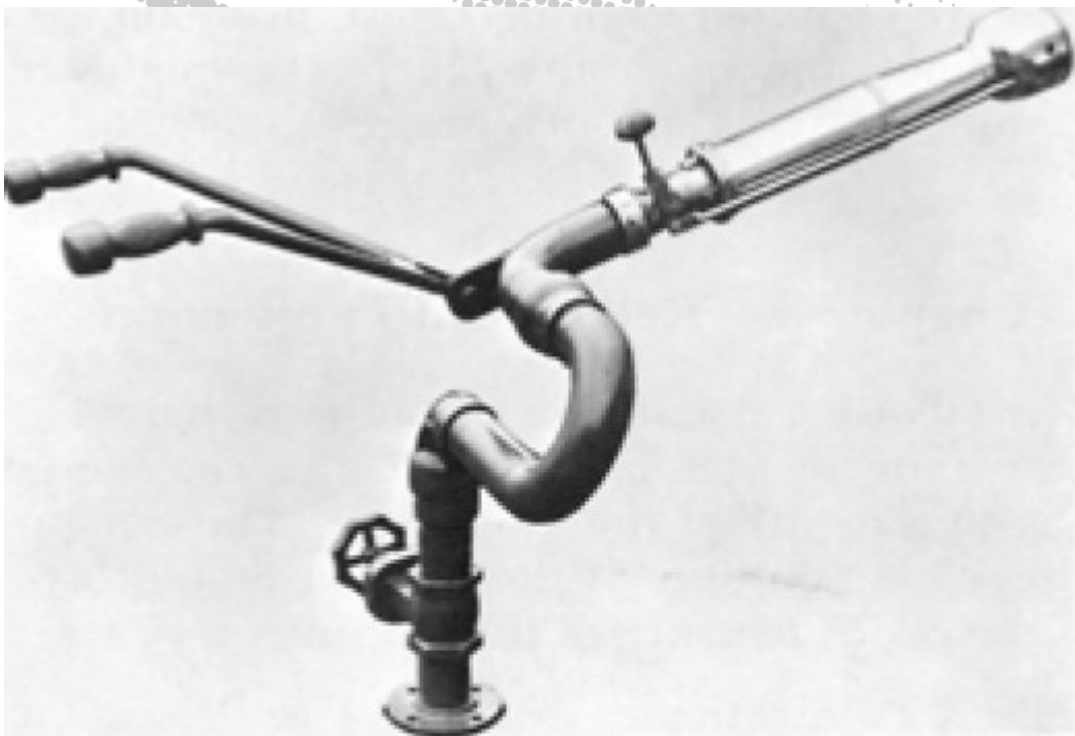
6.1) Lanza de Mano



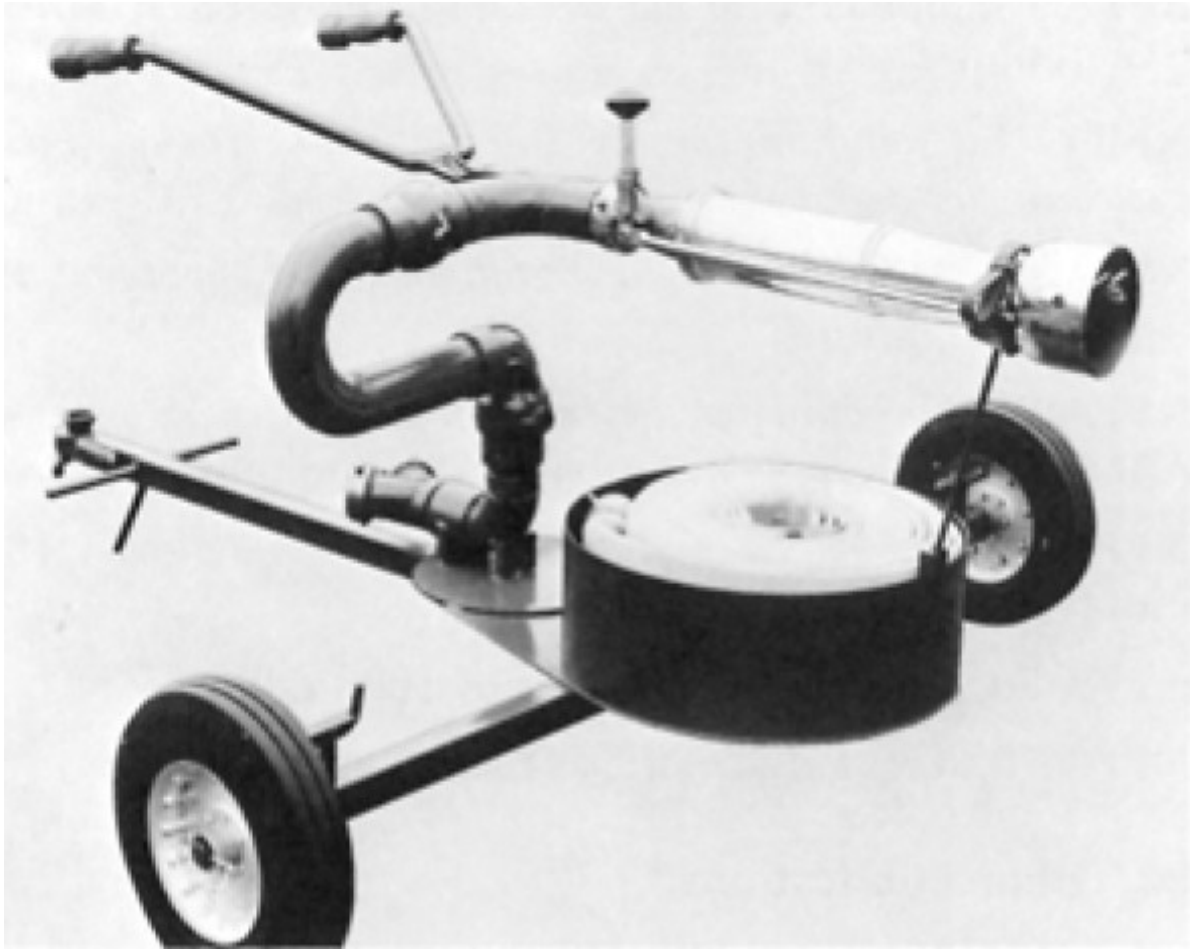
6.2) Pistola de Mano



6.3) Monitor o Pitón Fijo

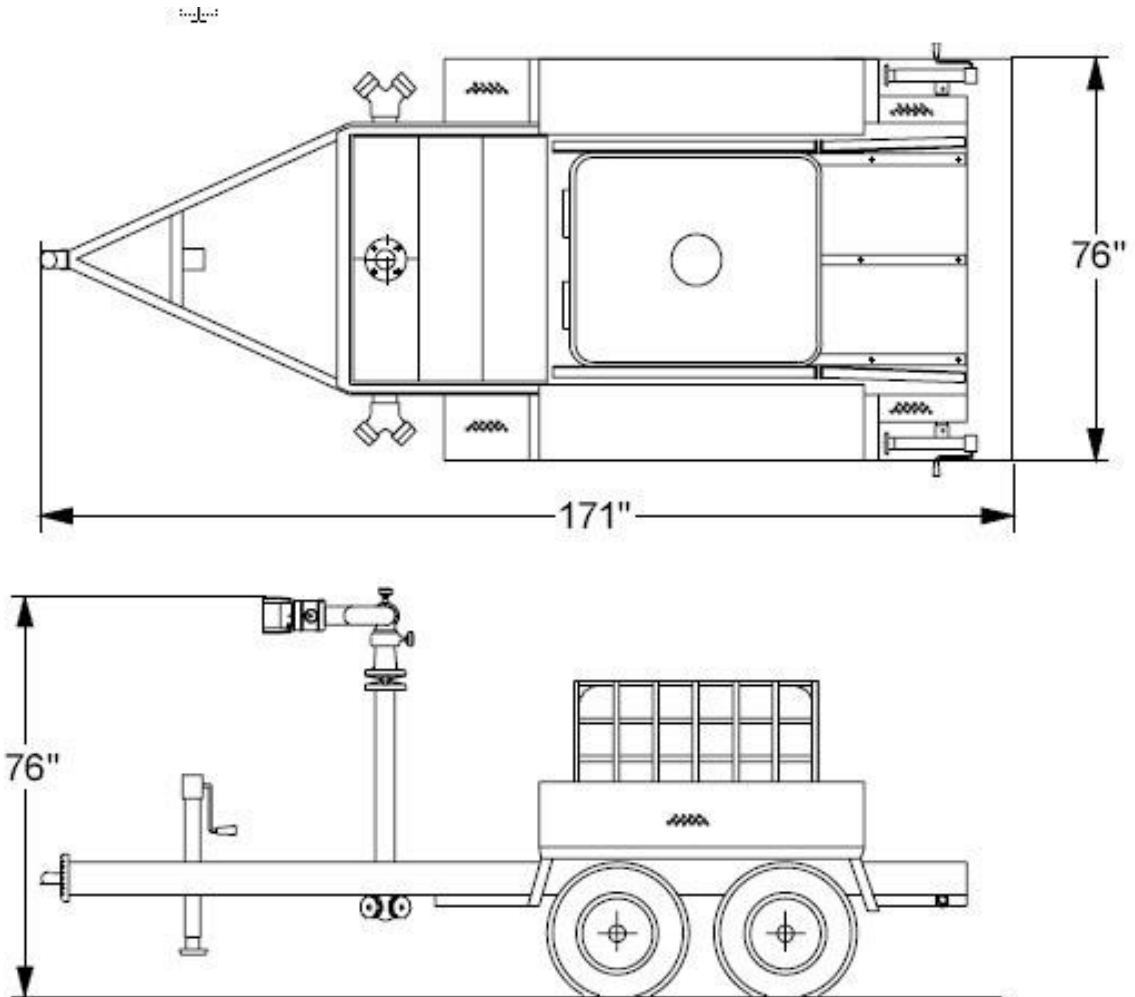


6.4) Monitor Montado en Carro

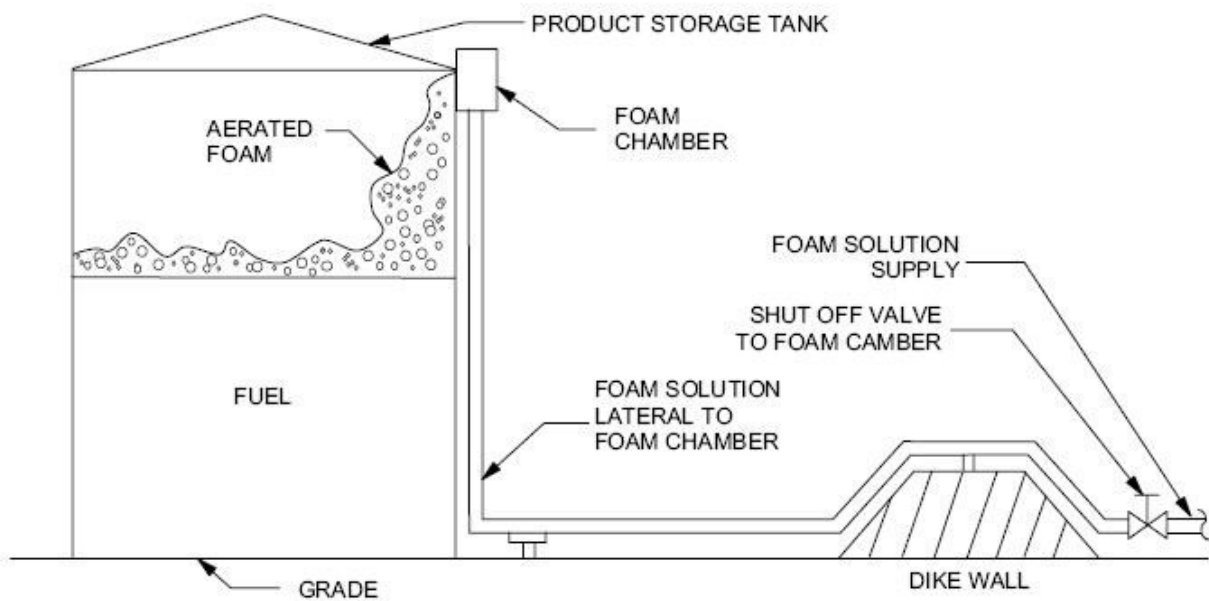


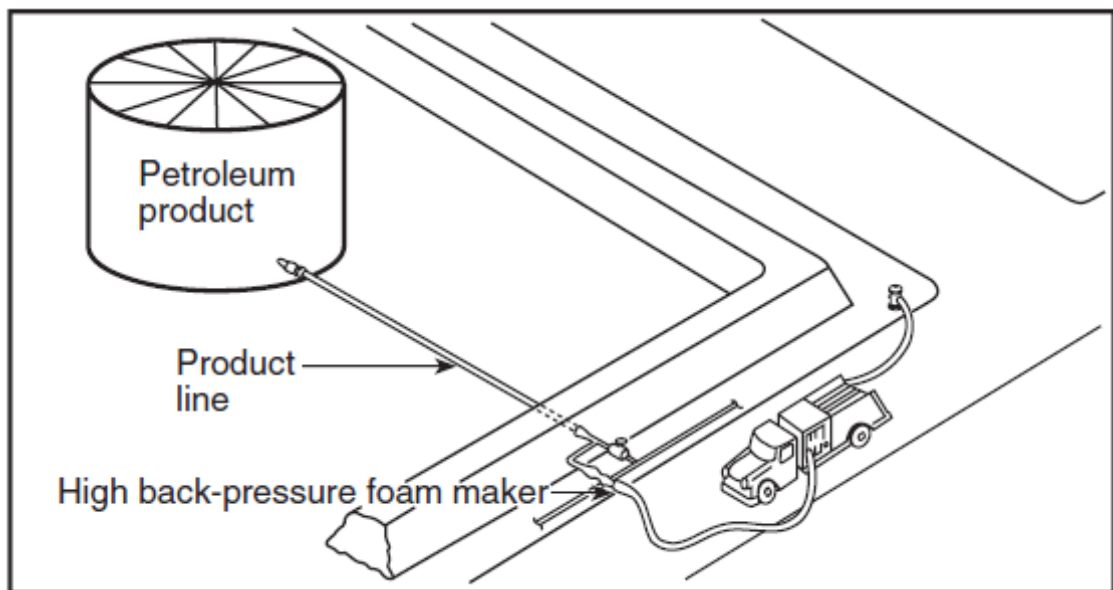
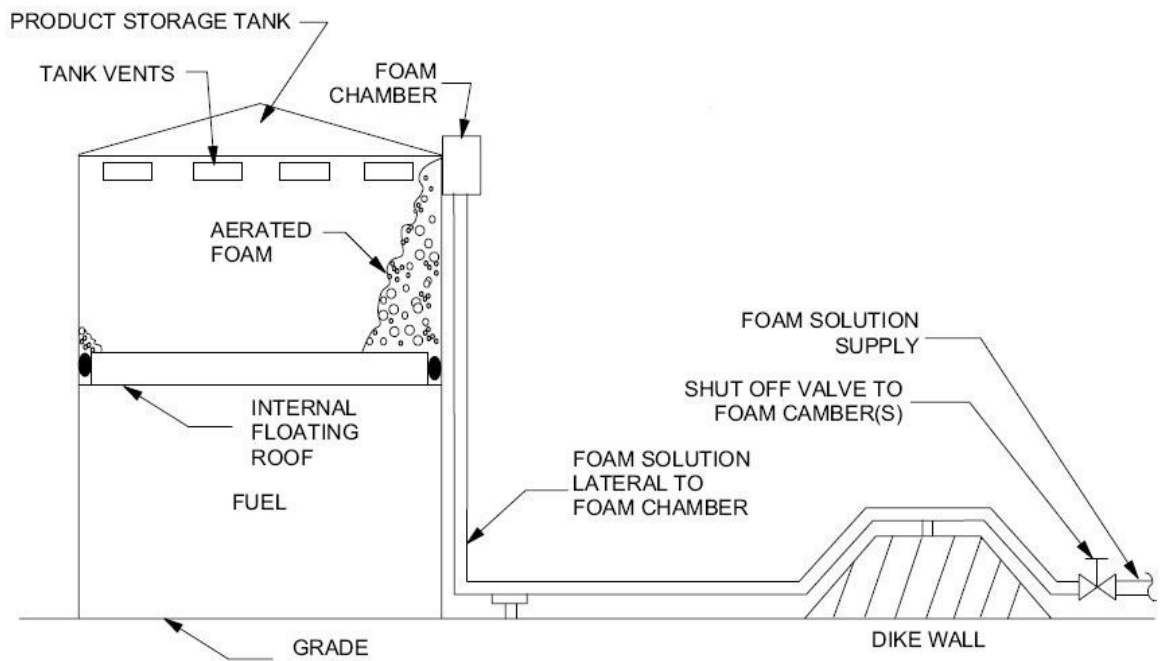
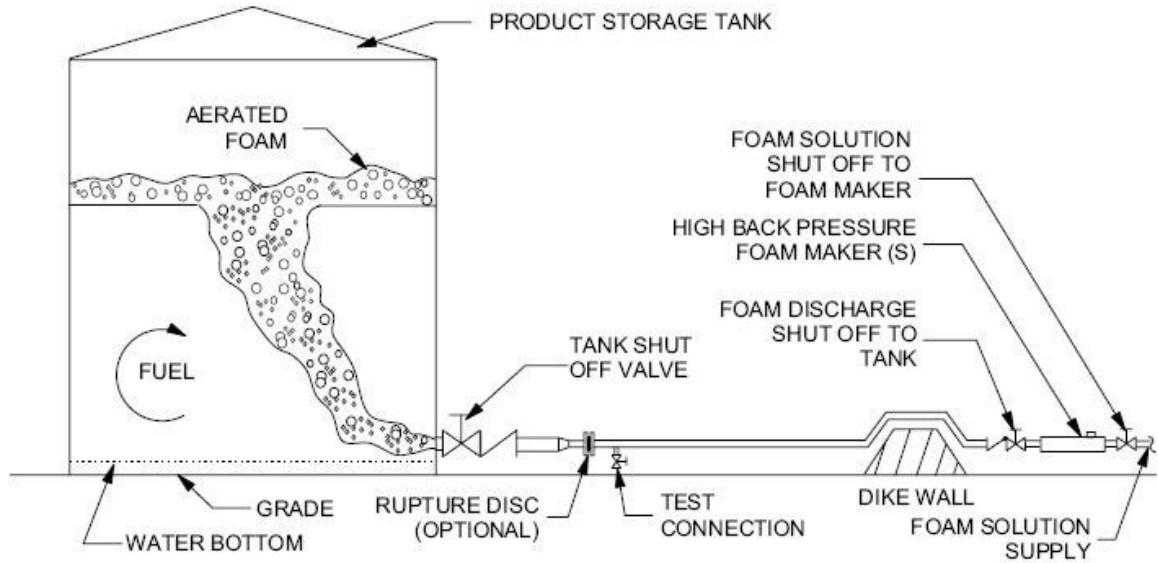
6.5) Equipo Completo Montado en Carro



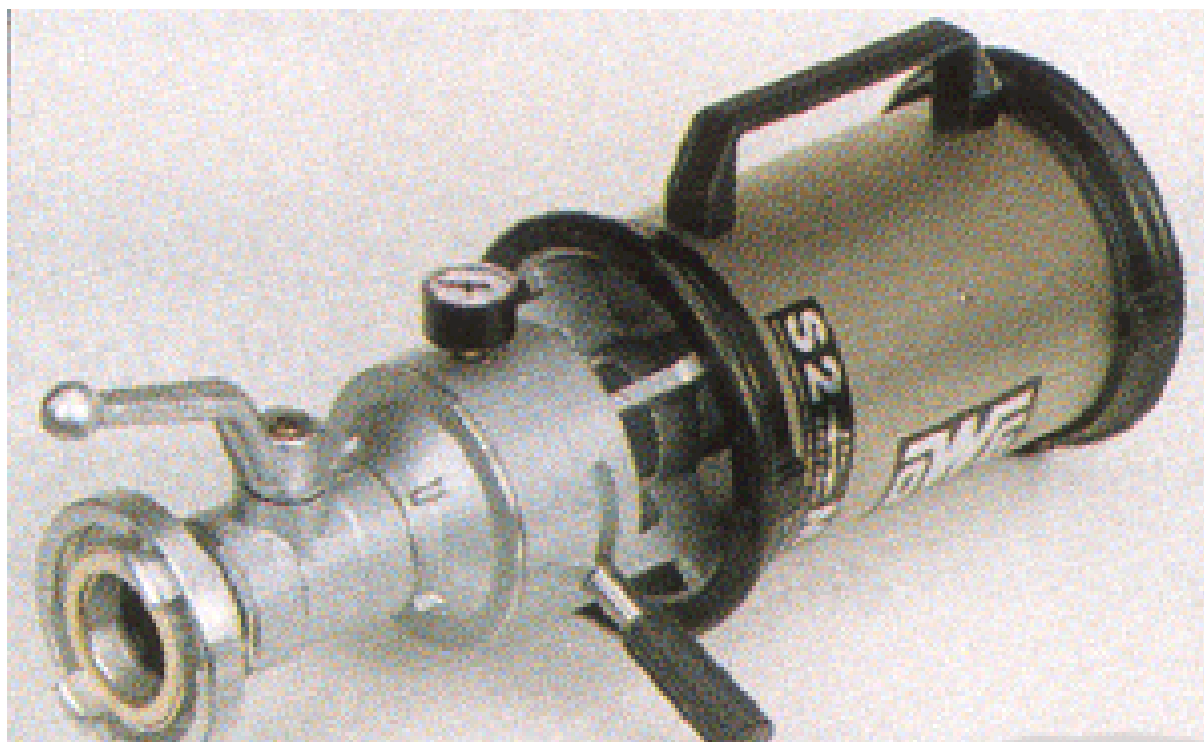


6.6) Esquemas para Tanques de Combustibles





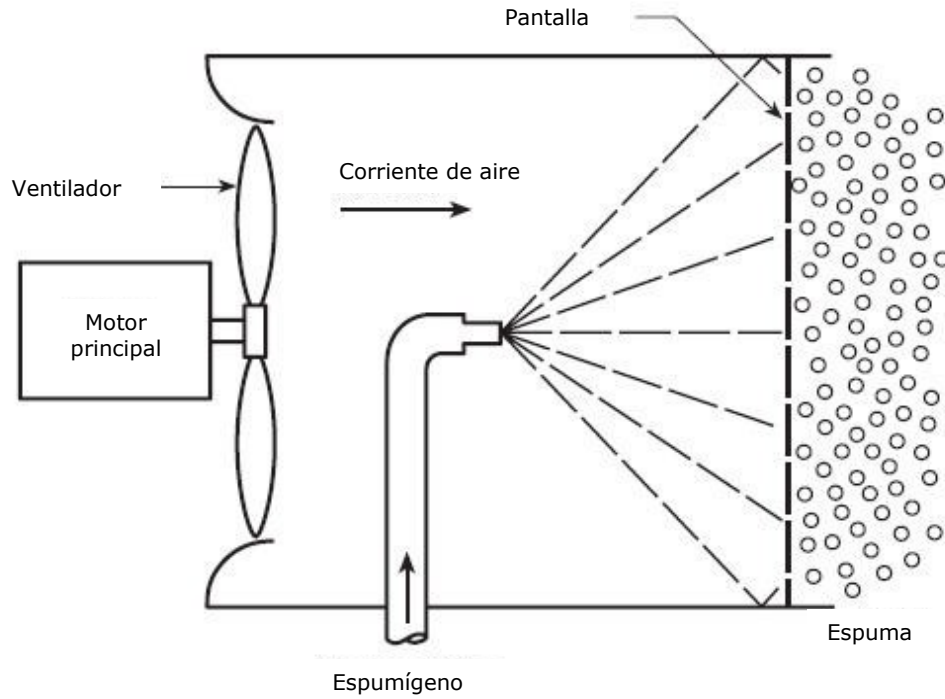
7) DISPOSITIVOS DE DESCARGA DE ESPUMA MEDIA EXPANSIÓN



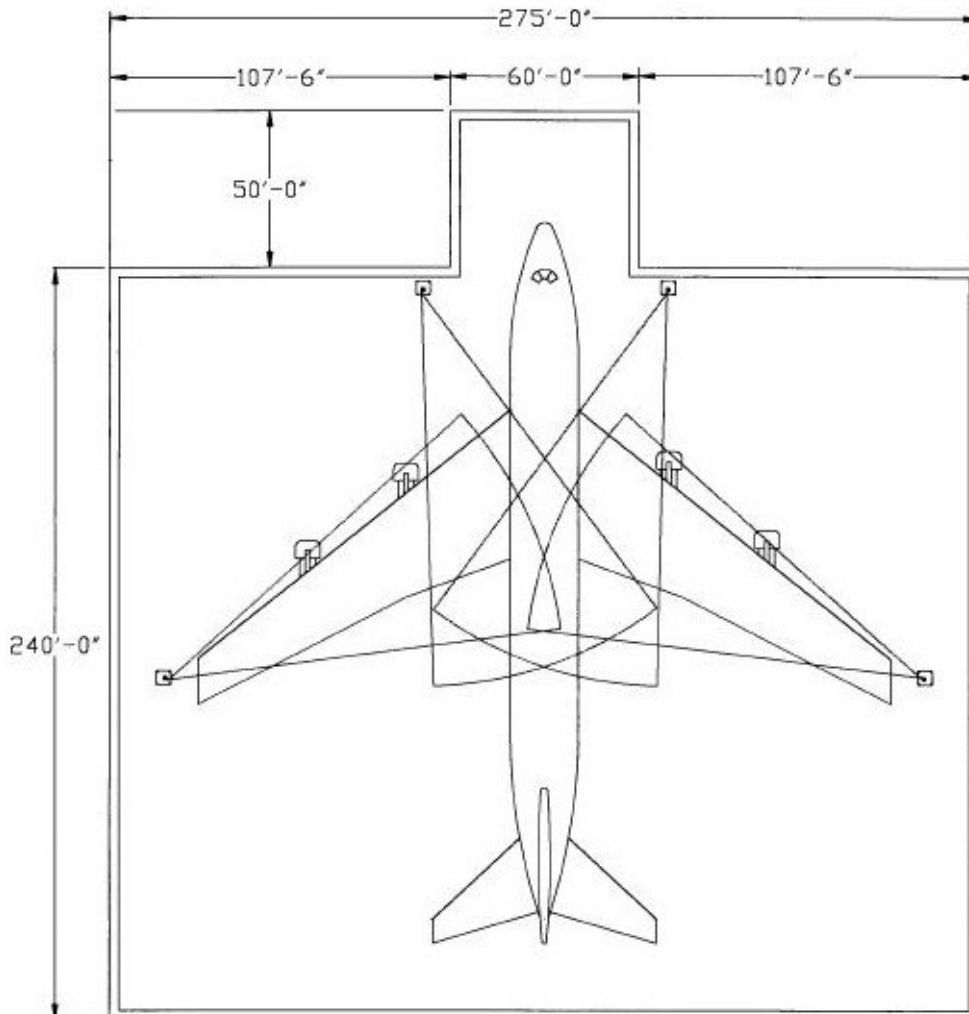
8) DISPOSITIVOS DE DESCARGA DE ESPUMA ALTA EXPANSIÓN







8.1) Aplicación de Espuma de Alta Expansión en un Hangar



9) TIPOS DE ESPUMAS

Según la base con que se fabrican los concentrados espumígenos, éstos se dividen en: proteínicas y sintéticas.

- Proteicas: base proteica.
- Sintéticas: base de detergentes y aditivos.

9.1) Agentes Espumantes Proteínicos (P)

Estos concentrados contienen polímeros proteínicos naturales de alto peso molecular derivados de la transformación e hidrólisis de proteínas sólidas naturales; se fabrican a partir de desechos orgánicos, tales como huesos, pezuñas, plumas, etc.

A estos concentrados también se le agregan aditivos tales como sales metálicas disueltas y disolventes orgánicos, que refuerzan la capacidad de los polímeros proteínicos para formar burbujas cuando la espuma está expuesta al calor y las llamas, para mejorar la capacidad de espumación y su uniformidad, para regular la viscosidad a bajas temperaturas, para evitar la corrosión de los equipos y recipientes, resistir la descomposición bacterial y controlar la viscosidad.

Los polímeros confieren a las espumas que se generan con ellos elasticidad, resistencia mecánica y capacidad de retención del agua.

Tienen buena resistencia al calor, pero se desplaza lentamente y se contamina con los hidrocarburos.

Los agentes proteínicos tienen aspecto viscoso y olor nauseabundo..

En general, estos concentrados producen espumas densas y viscosas de alta estabilidad y elevada resistencia al calor, pero presentan menos resistencia a la combustión que la mayor parte de los agentes espumantes.

No son tóxicos y son biodegradables después de diluirse. Las temperaturas ambientes normales de uso de estos concentrados son entre -7 y 49 °C.

Los agentes proteínicos se usan principalmente en los combustibles de hidrocarburos.

9.2) Agentes Espumantes Fluoroproteínicos (FP)

Los agentes fluoroproteínicos tienen la misma base que las anteriores, pero se les han agregado aditivos fluorados, que le dan mayor fluidez (mayor rapidez para desplazarse sobre la superficie del producto), y a su vez, le dan mayor resistencia a la contaminación.

Además de los polímeros proteínicos contienen en la superficie agentes fluorados activos que le confieren la propiedad de no adherirse al combustible, lo que les hace especialmente eficaces para luchar contra fuegos en que la espuma queda sumergida o cubierta por el combustible, como por ejemplo en el método de inyección de la espuma por debajo de la superficie para combatir incendios de grandes depósitos.

Las espumas de fluoroproteínas alcanzan su máxima eficacia en la lucha contra fuegos de líquidos derivados del petróleo o de hidrocarburos en depósitos de gran profundidad, debido a esta propiedad de falta de adherencia a líquidos combustibles.

Estas espumas demuestran ser más compatibles con agentes en polvo que las espumas de proteínas simple.

También poseen superiores características en lo que se refiere a la supresión del vapor y a la autocombustión.

No son tóxicos y son biodegradables después de disolverse. Las temperaturas normales a las que pueden emplearse estos agentes van de -7 a 49 °C.

9.3) Agentes Fluoroproteínicos que Forman Película (FFFP)

Los agentes fluoroproteínicos que forman película están compuestos de proteínas junto con agentes fluorados superficialmente activos, que los hacen capaces de formar películas de solución acuosa sobre la superficie de líquidos inflamables y les confieren la propiedad de separar el combustible de la espuma formada.

Las espumas de aire formadas a partir de soluciones de FFP tienen características de rápida propagación y aumento.

Debido a la rapidez y a la facilidad de la capacidad espumante de las soluciones FFP, se pueden utilizar en dispositivos de pulverización de agua. Sin embargo, las espumas producidas drenan con rapidez y no son de absoluta confianza tras el incendio.

Pueden utilizarse junto con agentes de productos químicos secos sin problemas de compatibilidad, y no son tóxicas.

9.4) Agentes Espumantes Formadores de Películas Acuosa (AFFF)

Los agentes espumantes formadores de películas acuosa se componen de materiales sintéticos que forman espumas de aire similares a las producidas por materiales a base de productos proteicos. Además, son capaces de formar películas de soluciones acuosa sobre la superficie de los líquidos inflamables. De aquí les viene su nombre. Estos productos se conocen por sus iniciales en inglés, AFFF "aqueous film-forming foam".

Las espumas de aire generadas por las soluciones de AFFF poseen baja viscosidad, rápida extensión y nivelación y actúan como barreras superficiales para impedir el contacto del combustible con el aire y detener su vaporización, igual que lo hacen las otras espumas. La película puede perder su eficacia cuando la superficie está muy caliente, y también en su empleo contra incendios de hidrocarburos aromáticos. Para garantizar la extinción del fuego, la superficie del combustible debe estar totalmente recubierta por una capa de AFFF, igual que sucede con otros tipos de espumas.

En el kerosene, los agentes AFFF fluyen bien y forman películas muy resistentes, por lo que son especialmente adecuados para extinguir los incendios de derrames de combustibles de aviación.

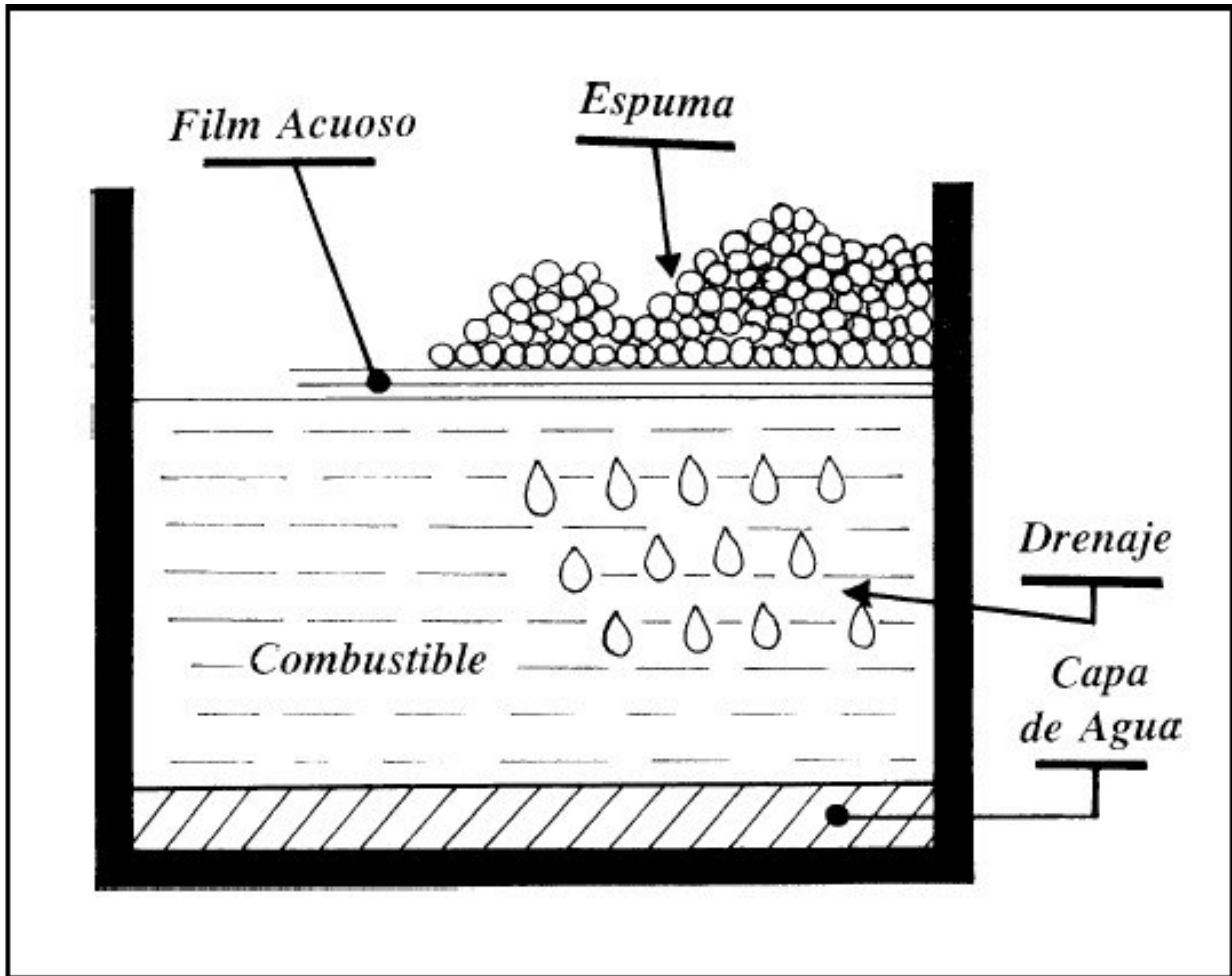
Los concentrados de AFFF no son tóxicos y son biodegradables en forma diluida. Los concentrados de AFFF pueden almacenarse durante largos períodos de tiempo sin que se degraden sus características.

Debido a la tensión superficial extremadamente baja de las soluciones que se obtienen con AFFF, pueden ser útiles para fuegos de clase mixta (Clase A y Clase B) en los que se necesita la profunda penetración del agua además de la acción de protección superficial de la espuma.

Pueden emplearse en combinación con polvo químico sin que se presenten problemas de incompatibilidad.

Aunque los concentrados de AFFF no deben mezclarse con otros tipos de concentrados de espumas, las espumas que producen no atacan a las espumas de otros tipos durante las operaciones de lucha contra el fuego.

Las temperaturas normales de empleo de estos agentes varían entre $1,5$ y 50 °C.

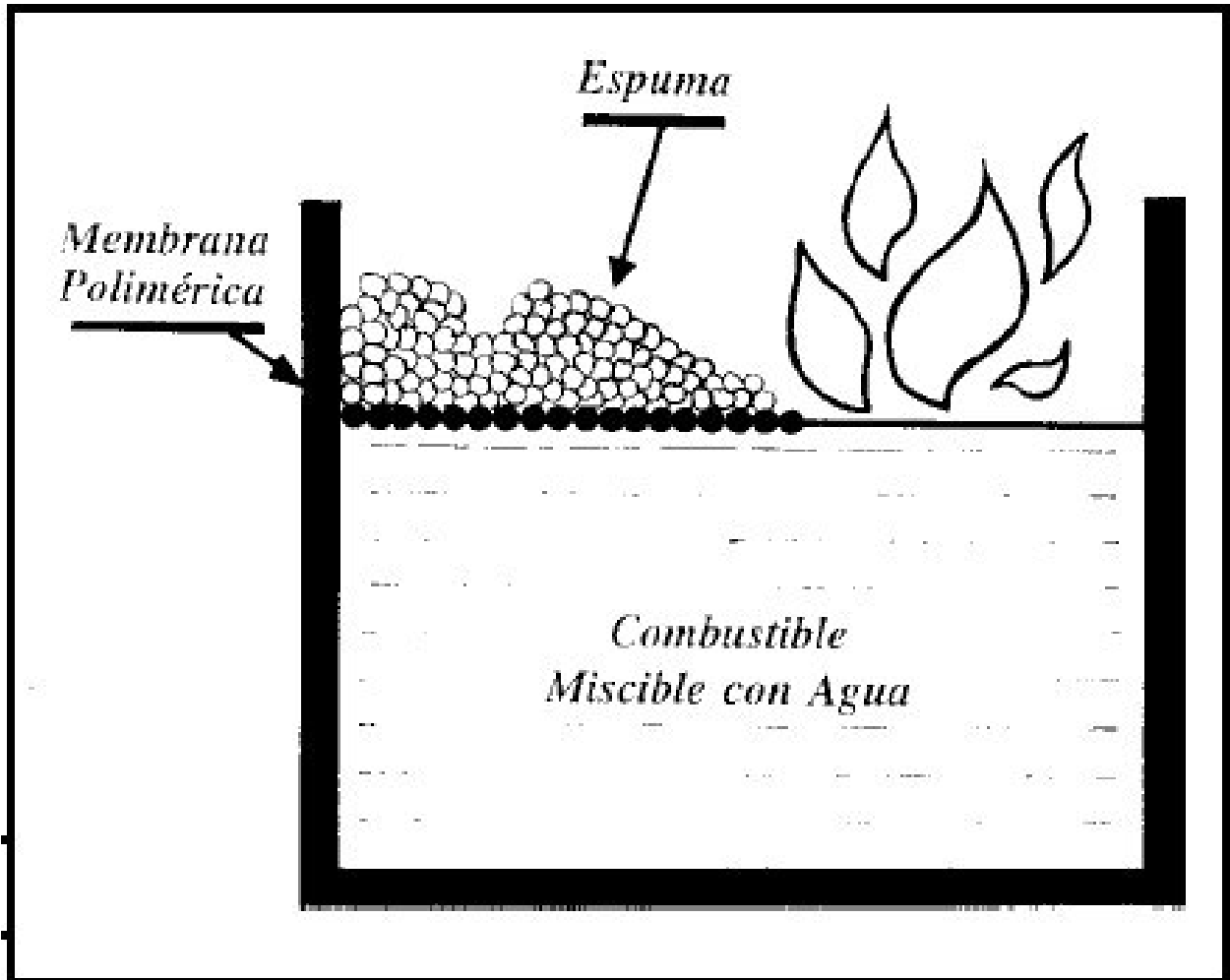


9.5) Espumas de Tipo Alcohol (AR)

Las espumas que generan los agentes ordinarios están expuestas a la disolución rápida y pérdida de efectividad cuando se emplean en fuegos de líquidos combustibles hidrosolubles, hidromiscibles o del tipo de disolvente polar. Ejemplos de este último tipo de líquidos son los alcoholes, esmaltes y disolventes de laca, metil etil cetona, acetona, éter isopropílico, acrilonitrilo, acetatos de etilo y de butilo y las aminas y los anhídridos. Incluso pequeñas cantidades de estas sustancias mezcladas con combustibles de hidrocarburos comunes producirán la rápida disolución de las espumas contra incendios normales.

Estos concentrados resistentes al alcohol tienen composiciones diferentes; algunos contienen básicamente proteína o fluoroproteína o un concentrado de espuma formadora de película acuosa. Los más comunes se describen como un concentrado polimérico AFFF resistente al alcohol para producir espuma que se aplique a hidrocarburos o líquidos inflamables del tipo polar, mediante cualquier dispositivo de aplicación de espuma. Presentan características de AFFF sobre hidrocarburos y producen gran cantidad de gel flotante que desarrolla espuma sobre combustibles hidromiscibles.

Las temperaturas de empleo normal para cualquiera de los agentes de tipo alcohol van de 1,7 a 49°C.



9.6) Agentes Espumantes de Baja Temperatura

Este tipo de concentraciones está protegido para su almacenamiento a bajas temperaturas por la inclusión en la mezcla de un reductor del punto de congelación. Los agentes espumantes para baja temperatura pueden emplearse hasta temperaturas de $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$.

10) PARÁMETROS DE DESCARGA

10.1) Espuma de Baja Expansión

10.1.2) Tanques Exteriores de Techo Fijo (Cónico)

Los indicados son parámetros de referencia para descarga por uso de boquillas monitoras y mangueras, 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.

Tipo de Hidrocarburo	Tasa Mínima de Aplicación (l/min.m ²)	Tiempo Mínimo de Descarga (min)
Punto de Inflamación entre 37,8 y 60°C	6,5	50
Punto de Inflamación menores de 37,8°C o líquidos calentados por encima de sus puntos de inflamación.	6,5	50
Petróleo crudo	6,5	50

Nota: Cuando se protejan tanques que contienen líquidos inflamables y combustibles que requieran espumas resistentes al alcohol, el tiempo de operación debe ser de 65 min.

Para descarga con salidas fijas de descarga de espuma los valores son los siguientes:

Tipo de Hidrocarburo	Tasa Mínima de Aplicación (l/min.m ²)	Tiempo Mínimo de Descarga (min)	
		Salida de Descarga de Espuma Tipo I	Salida de Descarga de Espuma Tipo II
Punto de Inflamación entre 37,8 y 60°C	4,1	20	30
Punto de Inflamación menores de 37,8°C o líquidos calentados por encima de sus puntos de inflamación.	4,1	30	55
Petróleo crudo	4,1	30	55

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

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

10.1.3) Areas Represadas a la Intemperie

Se denomina áreas represadas o diques, a áreas que son encerradas por contornos de tierra o barreras físicas que contienen un combustible hasta una altura mayor de 25,4 mm.

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

Tipo de Salidas de Descarga de Espuma	Régimen Mínimo de Aplicación (l/min.m ²)	Tiempo Mínimo de Descarga (min)	
		Hidrocarburo Clase I	Hidrocarburo Clase II
Salida de descarga de espuma a bajo nivel	4,1	20	20
Monitores de espuma	6,5	30	20

10.1.4) Areas de Derrame NO Represadas

Se denomina áreas de derrame no represadas, a áreas donde podría ocurrir un derrame de líquido inflamable o combustible, sin contención por zanjas, paredes de dique, o paredes de un cuarto o edificación.

Tipo de Espuma	Régimen Mínimo de Aplicación (l/min.m ²)	Tiempo Mínimo de Descarga (min)	Derrame previsto de producto
Proteínica y Fluoroproteínica	6,5	15	Hidrocarburos
AFFF, FFFP, y AFFF o FFFP resistentes al alcohol	4,1	15	Hidrocarburos
Espumas resistentes al alcohol	Consultar al fabricante sobre listados de productos específicos.		Líquidos inflamables y combustibles que requieran espuma resistente al alcohol

11) AGENTES COMBINADOS O EQUIPOS GEMELOS

Está comprobada la superior capacidad del polvo seco (especialmente los tipos de sales de potasio Purple-K) para dominar rápidamente las llamas y para la extinción de incendios tridimensionales de líquidos combustibles corrientes. También es bien conocida su insuficiencia para impedir la reignición de las superficies combustibles ya aparentemente extinguidas. Con los concentrados de espuma compatibles seco, es posible aplicar un revestimiento de espuma de seguridad de vapor sobre una superficie de combustible en ignición que haya sido recientemente extinguida por la acción química de descargas de productos químicos secos.

La consecuencia lógica de lo anterior ha sido la producción de aparatos portátiles móviles para un solo hombre con lanzas dobles accionadas con válvulas de gatillo y lanzas monitoras que descargan AFFF y polvo seco unidas para un funcionamiento y control coordinados (gemelos).

El ataque con este aparato combinado permite la extinción de líquidos inflamables con velocidad y, al mismo tiempo, evitando la reignición.

El enorme poder extintor del sistema de agente doble lo hace apropiado para muchos tipos de riesgos. Estos riesgos incluyen, pero no se limita a:

- Incendios causados por derrames de líquidos inflamables.
- Incendios causados por derrames de líquidos inflamables con fuente de combustible incendiado.
- Incendios de grasas y aceites.
- Incendios de naves aéreas.
- Incendios de vehículos.
- Incendios de gas licuado de petróleo y gas natural.
- Incendios de gases presurizados (uso sólo del agente químico seco).
- Incendios con equipos energizados (uso sólo del agente químico seco).



**Trabajamos para que no
haya nada que perder**

**Mejor que
asegurar es
evitar,
y evitar es
proteger**

Prevenición de incendios, asesoramiento
integral de seguridad e higiene

info@redproteger.com.ar

www.redproteger.com.ar

RED PROTEGER
HIGIENE, CONTROL
y SEGURIDAD