

1 Introducción

La espuma formadora de película acuosa (AFFF por sus siglas en inglés) es un agente contraincendios muy eficaz que se usa para extinguir incendios de líquidos inflamables. Los productos AFFF se sintetizan combinando espumas de hidrocarburos con surfactantes fluorados; el producto se ha usado en instalaciones militares, aeropuertos civiles, refinerías de petróleo, instalaciones de almacenamiento y plantas productoras de químicos en los Estados Unidos (Hu et al. 2016; CONCAWE 2016).

Esta ficha está dirigida a los reguladores locales, estatales, federales y a tribus y organizaciones indígenas en roles ambientales y de salud y seguridad, así como también usuarios de AFFF en municipios, aeropuertos e instalaciones industriales. Esta ficha no pretende reemplazar las especificaciones del fabricante o la dirección de la industria sobre el uso de AFFF, o discutir alternativas en detalle. Esta ficha solo tiene la intención de educar a los usuarios sobre el uso de AFFF para reducir y eliminar el daño potencial a la salud humana y al medio ambiente. Hay información adicional disponible en el documento de orientación.

ITRC ha desarrollado una serie de fichas técnicas que resumen la ciencia reciente y tecnologías emergentes sobre PFAS. La información en esta y otras fichas sobre PFAS se describe en más detalle en el Documento de orientación técnica y regulatoria de ITRC (**Documento de Orientación** (<https://pfas-1.itrcweb.org/>)).

El propósito de esta ficha técnica es de resumir:

- Efectos para la salud humana
- Efectos ecológicos
- Desafío de evaluación de riesgos en sitios

2 ¿Qué es AFFF?

Las espumas contraincendios de clase B son soluciones de surfactantes comerciales que están diseñadas y utilizadas para extinguir incendios de combustibles inflamables de clase B. No son iguales todas las espumas de clase B. Aunque del punto de vista de contraincendios no se categorizan de esta manera, generalmente se pueden dividir en dos categorías generales de la perspectiva de las sustancias per- y polifluoroalquiladas (PFAS): las espumas fluoradas que contienen PFAS y espumas sin flúor (F3) que no contienen PFAS.

Hay seis grupos de espumas de clase B que contienen PFAS y cuatro grupos de espumas de clase B que no contienen PFAS. La figura 1 ilustra todas las categorías de espumas de clase B. Esta ficha se enfoca solamente en AFFF ya que estas son las espumas que contienen fluorosurfactantes.

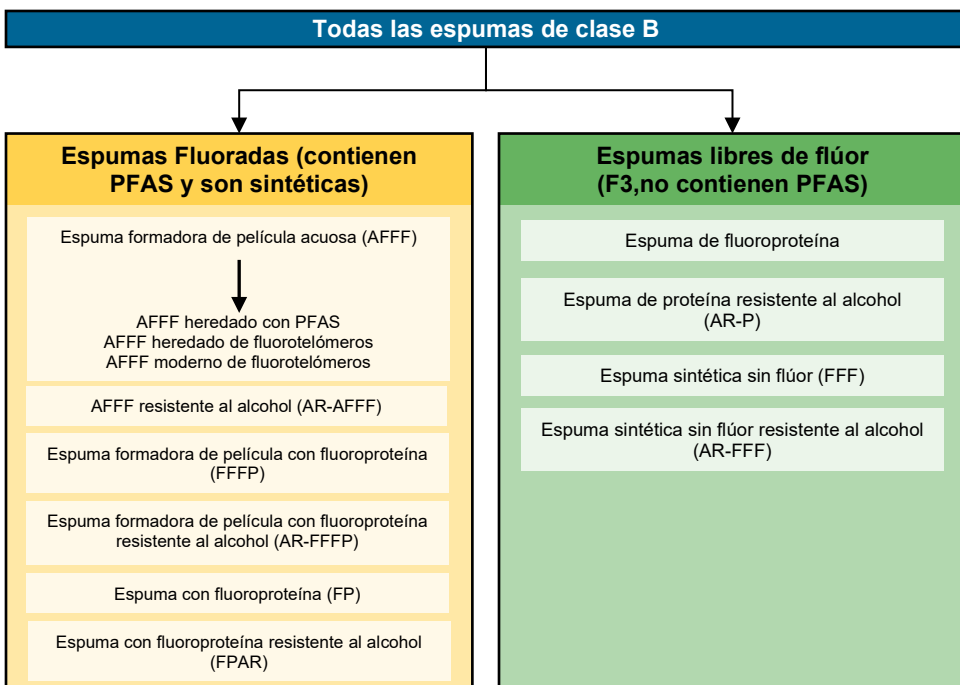


Figura 1. Tipos de espumas de Clase B.

Fuente: S. Thomas, Wood, PLC. Imagen reproducida con permiso.

Espuma formadora de película acuosa (AFFF) *continuación*

La AFFF se considera una espuma fluorada y cuando se mezcla con agua, la solución logra características de la tensión interfacial necesarias para producir una película acuosa que se extiende por la superficie de combustibles de hidrocarburo (grasas de petróleo, alquitranes, aceites y gasolinas; y solventes y alcoholes) para extinguir el fuego y formar una barrera de vapor entre el combustible y el oxígeno atmosférico para evitar que se vuelva a encender. La característica que define la AFFF es la formación de la película acuosa.

La AFFF se ha usado en plantas productoras de químicos, instalaciones de procesamiento y almacenamiento de líquidos inflamables, operaciones comerciales (barcos petroleros, plataformas marinas), servicios municipales (departamento de bomberos, centros de entrenamiento contraincendios), refinерías de petróleo, terminales, y granjas de almacenamiento de combustible, operaciones de aviación (rescate de aeronaves y supresión de incendios, hangares), en algunos extintores industriales e instalaciones militares.

Hay tres tipos posibles de AFFF, cada uno se presenta en la figura :

- PFAS AFFF legado (fabricado en los EE.UU. desde los finales de la década de los 1960 hasta 2002)
- Fluorotelómero AFFF legado (contiene algunas PFAS de cadena larga) (fabricado en los EE.UU. de la década de 1970 hasta 2016)
- Fluorotelómero AFFF moderno (debido al programa voluntario de administración de PFOA de la USEPA 2010/2015, las PFAS de cadena corta se volvieron en las fluorquímicas predominantes utilizadas en la fabricación)

La mayoría de los fabricantes de espumas producen F3s de clase B. Se debe de evaluar el rendimiento de estas espumas cuidadosamente para tomar decisiones sobre la compra de estas espumas en el futuro. Las organizaciones deben determinar si la espuma F3 de clase B puede lograr las especificaciones de rendimiento requeridas para los peligros específicos asociados con los líquidos inflamables como parte de la planificación para reemplazar materiales (FFFC 2016). A partir de la publicación de esta ficha, los F3 no cumplen con los requisitos de rendimiento de Mil-Spec y por lo tanto, no son utilizados en instalaciones reguladas por el gobierno federal y la FAA (FAA 2020). Un mandato dentro la ley de reautorización de la FAA del 2018 (promulgada el 5 de octubre del 2018) ordena que la FAA deje de exigir el uso de la espuma fluorada dentro 3 años de la fecha de promulgación (el 4 de octubre del 2021), se espera usar el F3 en las instalaciones reguladas por la FAA en un futuro próximo. La ley de autorización de defensa nacional del año fiscal 2020 (promulgada como ley el 20 de diciembre del 2019) requiere, con excepciones limitadas, que el DOD elimine el uso de AFFF en todas las instalaciones militares antes del 1 de octubre del 2024, y detenga de inmediato los ejercicios de entrenamiento militar con AFFF. El secretario de la fuerza naval debe de publicar las especificaciones para la espuma contra incendios sin PFAS en todas las instalaciones militares y asegurarse de que la espuma esté disponible para su uso el 1º de octubre del 2023.

3 Las mejores prácticas de gestión (BMP por sus siglas en inglés) para el uso de la AFFF de clase B

Las espumas contra incendios son una herramienta importante para proteger la salud humana y la propiedad contra incendios de líquidos inflamables. La combinación de las estrategias de manejo y uso con el ajuste de las regulaciones ambientales permitirá la selección de opciones viables para el uso sostenible de espumas contra incendios. Se debe establecer BMPs para el uso de las espumas contraincendios para prevenir el desecho al medio ambiente por que puede causar la contaminación de la tierra, aguas subterráneas, aguas superficiales, y potencialmente el agua potable. La descarga de espumas contraincendios al medio ambiente es preocupante por el impacto negativo potencial que pueden tener sobre los ecosistemas y la biota. El desecho de AFFF genera un desafío único a la protección del medio ambiente debido a la presencia de PFAS en la AFFF. Específicamente para la AFFF, la cantidad de PFAS de la espuma que se puede ingresar al agua subterránea depende del tipo y la cantidad de espuma utilizada, el grado de contención, cuando y donde se utilizó la espuma, el tipo de tierra y la profundidad del agua subterránea. Normalmente la AFFF se desecha en la tierra, pero puede correr hacia aguas superficiales o pluviales o puede infiltrar las aguas subterráneas. Un modelo conceptual de sitio (CSM por sus siglas en inglés) se presenta en la figura 2.

Espuma formadora de película acuosa (AFFF) *continuación*

Las BMP deben considerar el ciclo de vida entero de la AFFF, incluyendo la adquisición e inventario, los sistemas y operaciones de espuma, la operación de la supresión de incendios, acciones inmediatas de investigación y limpieza, tratamiento y eliminación y reemplazo del sistema.

Se debe considerar la adquisición e inventario de las espumas cuidadosamente. Se deben seleccionar espumas que cumplan con la especificación de rendimiento requerido por los reguladores. Las espumas adquiridas deben ser documentadas, etiquetadas claramente y contenidos adecuadamente. El uso y eliminación de las espumas debe ser rastreado y registrado cuidadosamente.

Al evaluar los sistemas y operaciones de espumas, se debe evaluar cuidadosamente los equipos de sistemas contraincendios, los equipos contraincendios móviles y los ejercicios de entrenamiento, controles de ingeniería y administrativos, y también el equipo de protección personal (PPE por sus siglas en inglés). Durante las operaciones de la supresión de incendios de emergencia, después de la liberación de espumas contraincendios, el PPE se debe usar correctamente, mantener de buena forma, y descontaminar de forma rutinaria. Las acciones de investigación y limpieza inmediata incluyen los esfuerzos iniciales de mitigación tales como control de la fuente, tácticas de contención y tácticas de recuperación.

El tratamiento y la eliminación de los productos AFFF y medios ambientales contaminados por las PFAS puede ser complejo, lento y costoso. Los profesionales deben ser conscientes de las opciones de eliminación aprobadas y disponibles antes de la generación de desechos contaminados por las PFAS o el inicio de un proyecto de reemplazo de AFFF para evitar plazos de almacenamiento de residuos prolongados. Actualmente, las opciones de eliminación para materiales contaminados por las AFFF y las PFAS son limitadas y cada opción tiene sus ventajas y desventajas. Se incluye más información en el documento de orientación.

El reemplazo de la espuma contraincendios es complejo y podría requerir una revisión del sistema y, potencialmente, el rediseño y modificación de los componentes del sistema para cumplir con los nuevos objetivos o requisitos de material y rendimiento. El reemplazo de la espuma debe incluir una evaluación de los peligros y objetivos de aplicación específicos, una revisión de los estándares de desempeño, una comprensión de los requisitos de ingeniería para el almacenamiento y aplicación de productos de espuma, y una revisión para asegurar que el producto de espuma está aprobado para usar contra los peligros específicos que se están mitigando.

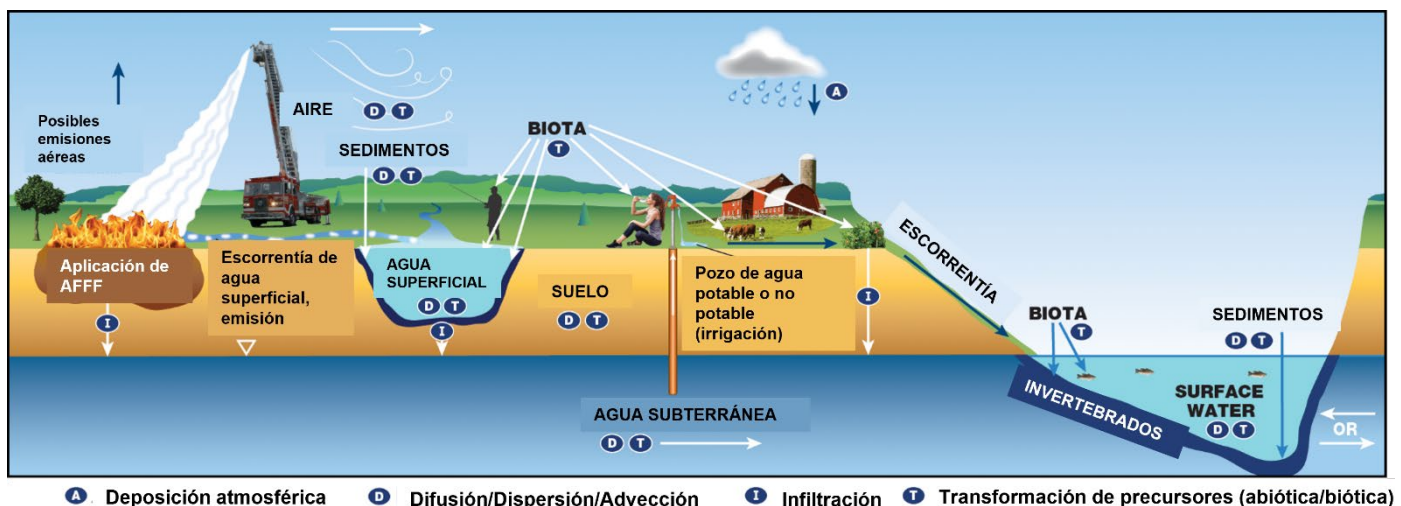


Figura 2. CSM para áreas de entrenamiento contraincendios

Fuente: Adaptado de una figura de L. Trozzolo, TRC. Imagen reproducida con permiso

Las BMP comienzan con la planificación y la decisión sobre qué espumas se deben mantener en stock. El equipo debe considerar estos factores claves:

- Si las alternativas a la F3 pueden cumplir con el rendimiento requerido específico del sitio
- La evaluación de posibles peligros de incendio y riesgos potenciales para la vida, la seguridad pública, y la propiedad específicos a los sitios.
- Las responsabilidades al medio ambiente, la salud humana, y financiero asociados con el desecho de las AFFF.
- Restricciones del sitio, incluyendo los requisitos de reacondicionamiento del equipo existente para adaptarse a las espumas alternativas

4 Regulaciones que afectan la venta y el uso de las AFFF

Hay muchas regulaciones y documentos de orientación que rigen la adquisición, el uso y la eliminación de las AFFF al nivel estatal, federal, e internacional. Hay una variedad de actividades incluyendo programas de devolución de las AFFF y prohibición de fabricación, venta, uso, e importación de las AFFF, y restricciones y requisitos para la eliminación. Consulte el documento de orientación para más información.

5 Investigación y desarrollo de las espumas

Recientemente se completaron o están bajo de consideración varias investigaciones relacionadas con las alternativas de las AFFF y las químicas de reemplazo. Para obtener más información relacionada con este tema, consulte el documento de orientación. Varias organizaciones a través del mundo han invertido en investigaciones y el desarrollo cerca de las AFFF, incluyendo la evaluación de su uso, los impactos ambientales, y así como los impactos socioeconómicos de la transición hacia y especificaciones de rendimiento de las alternativas a las FFF.

6 Referencias y acrónimos

Las referencias citadas en esta ficha y otras referencias se pueden encontrar en <https://pfas-1.itrcweb.org/references/> (en inglés). Los acrónimos usados en esta ficha y en el documento de orientación se pueden encontrar en <https://pfas-1.itrcweb.org/acronyms/> (en inglés).

Traducción a español:

Ivy Torres, MA (irtorres@uci.edu) Program in Public Health, University of California, Irvine (UCI)

y Christopher Olivares, PhD (chris.olivares@uci.edu) Civil & Environmental Engineering, UCI



Figura 3. Consideraciones del ciclo de vida de AFFF
Fuente: S. Thomas, Wood, PLC. Imagen reproducida con permiso



Contactos del equipo de sustancias per- y polifluoroalquiladas (PFAS)

Sandra Goodrow • New Jersey Department of Environmental Protection
609-490-4164 • Sandra.Goodrow@dep.nj.gov

Kate Emma Schlosser • New Hampshire Department of Environmental Services
603-271-2910 • KateEmma.Schlosser@des.nh.gov

April 2022