

# Curso de espumas contra incendio para bomberos CECIB



[Honor, Valor, Disciplina]

U.A.E. CUERPO OFICIAL  
**BOMBEROS**  
BOGOTÁ D.C.



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
GOBIERNO, SEGURIDAD Y CONVIVENCIA  
Unidad Administrativa Especial Cuerpo  
Oficial de Bomberos

## Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá

Gustavo Francisco Petro Urrego  
Alcalde Mayor de Bogotá

Euclides Mancipe Tabares  
Director U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos  
de Bogotá

Mauricio Ayala Vásquez  
Subdirector Operativo

Sandra Janneth Romero Pardo  
Subdirectora de Gestión Humana

Carlos Armando Oviedo Sabogal  
Subcomandante  
Coordinador Área de Capacitación y  
Entrenamiento

### Apoyo revisión

Germán Aldana Matiz - Sargento  
Edgar Manuel Rojas Vanegas - Bombero  
Leonardo Bernal Rincon - Bombero  
Alvaro Acevedo Silva - Bombero  
Claudia Patricia González Ramírez - Aux.  
Administrativa

### Elaboración

Jorge. A. Garcés B.  
Consultor U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos  
de Bogotá

Comandante Gerardo Martínez  
Subcomandante Jorge Enrique Galindo  
Reyes  
Teniente Ciprian Bohórquez Fracica  
Bombero Abraham Vargas  
Cabo Edgar Briceño  
EQUIPO DE APOYO

### Estandarización de módulos

Instituto de Extensión y Educación para el  
Trabajo y Desarrollo Humano, IDEXUD,  
Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas

### Fotografía

Oficina Asesora en Comunicaciones y  
Prensa  
U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de  
Bogotá

### Impresión

U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos  
Bogotá, D.C.  
2014

### AVISO IMPORTANTE ACERCA DE ESTE DOCUMENTO

La U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá no se responsabiliza por ninguna lesión personal, a la propiedad, ni otros daños de cualquier naturaleza, ya sea especial, indirecto, como consecuencia de algo, o compensatorio, que resulte directa o indirectamente de esta publicación, de su uso, o de su confiabilidad. La U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá no garantiza ni da garantías sobre la veracidad o la cantidad de la información aquí publicada.



[Honor, Valor, Disciplina]

**U.A.E. CUERPO OFICIAL  
BOMBEROS**  
BOGOTÁ D.C.





<b>Tabla de contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>Objetivos del curso CECIB.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Antecedentes.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. Pioneros.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Grandes incendios y derrames.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Generalidades de las espumas.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Historia de las espumas.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. Conceptos básicos en espumas.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3. Tipos de concentrados de espuma.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4. Características operacionales de las espumas.....</b>	<b>21</b>
<b>2.5. Ventajas y desventajas.....</b>	<b>23</b>
<b>3. Aplicación de espuma.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. Producción de espuma contra incendio.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2. Criterios para aplicación de espumas.....</b>	<b>30</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>35</b>
<b>Anexo1.....</b>	<b>36</b>





## Introducción

El uso generalizado de espuma por parte de los bomberos en el combate de incendios y supresión de vapores ha estado limitado, entre otros, por sus altos costos de operación, la baja disponibilidad y las necesidades de conocimientos específicos en el tema, reconociendo que el desempeño y efectividad de la aplicación de espuma está basada en la correcta unión de los conocimientos y entrenamiento de todo el personal involucrado, la experiencia, los recursos disponibles, las condiciones operacionales, la administración de la emergencia y los factores de seguridad. Por lo anterior este **Curso de Espumas Contra Incendio para Bomberos (CECIB)** contribuirá en el mejoramiento del desempeño del Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá.

Para el adecuado desarrollo y gestión del entrenamiento y formación en el uso de espumas de los integrantes del Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá, agradecemos la valiosa participación en la gestión, evaluación, implementación y ejecución del curso CECIB.







## **Objetivos de curso CECIB**

- 1.** Estandarizar la formación de los integrantes del Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá en conceptos básicos y operaciones con espuma.
- 2.** Proveer al participante una fácil apropiación de los fundamentos generales necesarios para las operaciones con espuma.
- 3.** Generar alto grado de interés en el participante por la necesidad de llevar a cabo eficientes operaciones con espuma.





# 1. Antecedentes



Foto: U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá

La historia mundial ha registrado grandes incendios de líquidos inflamables y combustibles en los que se han perdido muchas vidas y miles de millones de dólares, incluso en varios casos llevando a la pérdida total de las instalaciones. Solo con una adecuada y profesional aplicación de espuma se ha logrado controlar estos grandes incendios.

En los primeros meses del año 2008 se presentó un incendio grande e intenso en las instalaciones de una planta de fabricación de pinturas en la capital, como resultado de la evaluación de las operaciones y la identificación de las oportunidades de mejora continua, los líderes de los bomberos locales decidieron reforzar y estandarizar su capacitación y entrenamiento en ***Operaciones de Combate de incendios con Espuma.***





La efectividad en la aplicación de espuma para el combate de incendios *dependerá* de la utilización y administración adecuada de los recursos, fundamentos, técnicas y experiencia de todos los involucrados.

### 1.1. Pioneros

En Colombia la Oficina para la Atención de Catástrofes del Gobierno de los Estados Unidos (**OFDA**) en los últimos años ha liderado y fortalecido la formación y entrenamiento del personal de respuesta a emergencias, empleando la Metodología de Enseñanza Interactiva, la cual ha sido usada como base para el diseño y desarrollo del Curso de Espumas Contra Incendio para Bomberos CECIB para el Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá; siendo el primer Curso de Espumas Contra Incendio para Bomberos (**CECIB**) que se estructura con esta metodología en nuestro país y que esperamos sea modelo y base para la formación de todos los Bomberos del Sistema Nacional de Bomberos de Colombia.

### 1.2. Grandes incendios y derrames

Muchos de los incendios que han sido estudiados muestran a los bomberos posicionados cerca de una estructura o contenedor que está en peligro de colapsar, usando una línea de manguera de diámetro pequeño y totalmente inefectiva, al igual que descargando pocas o grandes cantidades de espuma sin lograr controlar el fuego. Lo anterior muestra que en ocasiones los bomberos durante la respuesta a una emergencia pueden sufrir de una **sensación de falsa efectividad** que puede llevarlos a exponerse en condiciones extremas sin necesidad o sin obtener mayores resultados.







## 2. Generalidades de las espumas



### Usos de las espumas

Las espumas son empleadas para actividades especiales aprovechando sus propiedades **fisicoquímicas**, entre otras las siguientes son ejemplos de su aplicación:

- Espumas para fabricación de colchones.
- Espumas detergentes (crema de afeitar y desinfectantes).
- Espumas para recubrimientos de paredes y acabados interiores.
  - a. Aislamientos térmicos (poliuretano rígido).
  - b. Aislamientos sonoros.
  - c. Techos falsos.
- Espumas de seguridad usadas en vehículos de valores.
- Espumas para aplicaciones especiales en la industria aeroespacial.
- Espumas para usos especiales (cinematografía y espectáculos).

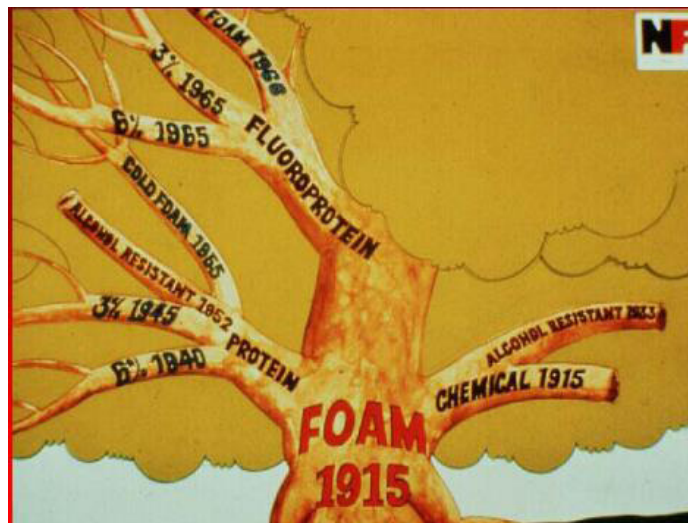




- Espumas para materiales peligrosos.
- Espumas para combate de incendios y supresión de vapores.
  - a. Retardantes de llama.
  - b. Extintoras.
  - c. Supresión de vapores por inundación parcial o total.

GRANDES INCENDIOS.....  
UNA REALIDAD NACIONAL

## 2.1. Historia de las espumas



Dibujo No.1. Árbol de desarrollo de las espumas de National Foam®





AÑO	Descripción del avance en el desarrollo de las espumas
1915	Producción de espuma <u>química</u> .
1933	Producción de espuma química resistente a los <u>alcoholes</u> .
1940	Producción de espumas <u>proteínicas</u> al 6%.
1945	Producción de espumas proteínicas al <u>3%</u> .
1952	Producción de espumas proteínicas <u>resistentes</u> a los alcoholes.
1955	Producción de espumas proteínicas resistentes al <u>congelamiento</u> .
1965	Producción de espumas <u>fluoroproteínicas</u> al 1%, 3% y 6%.
1965-2008	Producción de espumas para aplicaciones especiales de baja, media y alta expansión.

Tabla No.1. Desarrollo de las espumas

## 2.2. Conceptos básicos en espumas

### ➤ Concentrado de espuma

Agente espumógeno o agente activo de superficie en estado *líquido* que al diluirse en agua en una cantidad determinada y mezclado con aire produce una capa de burbujas con unas propiedades *fisicoquímicas* ante el fuego propias de cada concentrado.







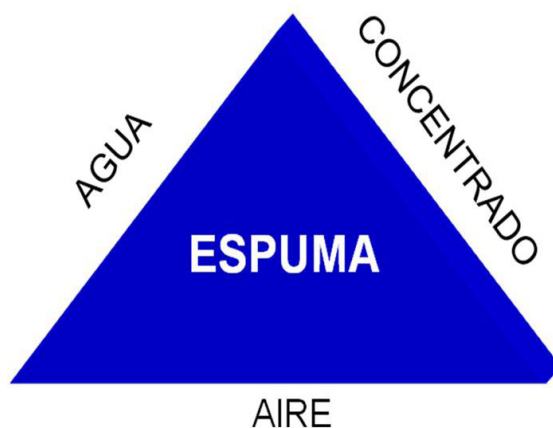
### ► Solución de espuma

Mezcla del agua con el concentrado de espuma en una proporción determinada. La más común de las soluciones de espuma se encuentra al 3% indicando que se deben usar 3 volúmenes de concentrado más 97 volúmenes de agua para obtener 100 volúmenes de solución de espuma sin airear.

### ► Espuma

Agente extintor de incendios o supresor de vapores formado por la dispersión o unión de aire con una solución acuosa de un agente espumante o concentrado de espuma en una proporción o cantidad definida. Por presentar propiedades especiales como menor densidad que los líquidos inflables y combustibles, una capa continua se mueve o desplaza lentamente sobre el combustible cubriéndolo y no permite el ingreso del aire fresco que llega a la base de la llama, también enfría la superficie del incendio, y el colchón de espuma impide la salida de nuevos vapores que se desprenden del combustible que se está calentando.

### TRIÁNGULO DE LA ESPUMA

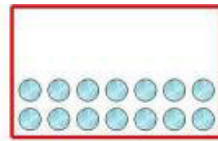




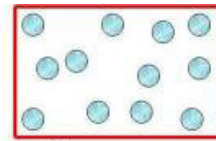
### Estados físicos de la materia



Sólido



Líquido



Gaseoso

La espuma formada es una dispersión o mezcla de un gas (como el aire) en un líquido (como la solución acuosa concentrada).

Fases	Ejemplos
<b>Sólido</b>	Accesorios metálicos como boquillas, mangueras, monitores, etc.
<b>Líquido</b>	Agua, concentrado de espuma y solución de espuma.
<b>Gas</b>	Aire.
<b>Coloide (Mezcla de fases).</b>	Espuma formada (unión de líquido-gas).

Tabla #2. Estados físicos de la materia aplicados a espumas.





## Proporcionamiento

Relación entre las cantidades de agua y concentrado que se emplearon para preparar un volumen determinado de solución de espuma. Normalmente el proporcionamiento es expresado en porcentaje de concentrado y dado por la ecuación #1. El equipo que hace esta labor recibe el nombre de Proporcionador o Inductor.

Ecuación No.1. Determinación del % de Proporcionamiento de espuma

$$\% \text{Proporcionamiento} = \left[ \frac{\text{Concentrado}_{(\text{gal})}}{\text{Solución}_{(\text{gal})}} \right] \times 100\%$$

Ejemplo No.1. Para preparar 200 gal. de solución al 3% se usaron 6 gal. de concentrado.

$$\% \text{Proporcionamiento} = \left[ \frac{6_{(\text{gal...concentrado})}}{200_{(\text{gal..solución})}} \right] \times 100\% = 3\%$$

Cantidad concentrado	Cantidad solución de espuma	% Proporcionamiento
55 gal	1830 galones de solución	3,01 %
55 gal	3660 galones de solución	1,50 %
300 gal	5000 galones de solución	6,00 %

Tabla No.3. Cantidades de agua y concentrado para diferentes soluciones.







## Expansión volumétrica de las espumas contra incendio

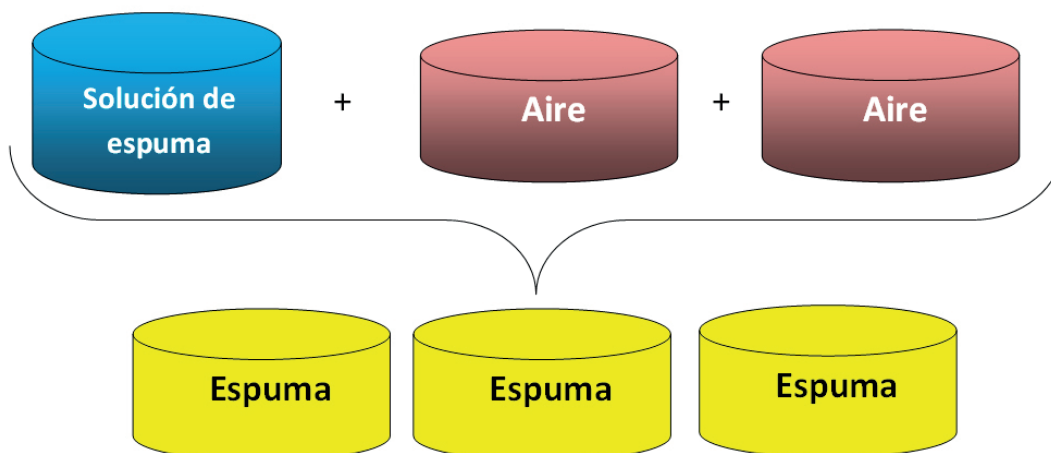
Es la relación existente entre las cantidades de aire y solución de espuma que dan lugar a la espuma formada o final, permitiendo así clasificar las espumas como de baja, media y alta expansión.

Ecuación No.2. Determinación de la expansión volumétrica de espumas.

$$\text{Expansión} = \left[ \frac{\text{Volumen (espuma)}}{\text{Volumen (solución)}} \right] = x \text{ (veces)}$$

Ejemplo No.2. Tres galones de espuma formada se obtuvieron por la unión de dos galones de aire con uno de solución de espuma obteniendo una relación de expansión de 3 veces.

$$\text{Expansión} = \left[ \frac{3 \text{ gal (espuma)}}{1 \text{ gal (solución)}} \right] = 3 \text{ (veces)}$$





Clase de espuma por expansión volumétrica	Relación entre volumen de solución de espuma y volumen de aire
<b>Baja</b>	1 hasta 20 veces
<b>Media</b>	20 hasta 200 veces
<b>Alta</b>	200 hasta 1000 veces

Tabla #4. Clasificación de las espumas por su expansión volumétrica.

Volumen espuma	Volumen Solución	Expansión Volumétrica	Clasificación por expansión
1000 gal.	125 gal.	8 veces	Baja expansión
1500 gal.	750 gal.	2 veces	Baja expansión
2000 gal.	50 gal.	40 veces	Media expansión
2500 gal.	5 gal.	500 veces	Alta expansión

Tabla No.5. Expansión volumétrica y clasificación de las espumas.

NOTA: Obsérvese que en media expansión se emplean boquillas más anchas en la descarga.





Característica	Baja Expansión	Media Expansión	Alta Expansión
<b>Área de Cubrimiento</b>	Baja	Media	Alta
<b>Alcance horizontal efectivo de los chorros*</b>	5-50 m de acuerdo a la aireación.	5-10 m de acuerdo a la aireación.	1-5 m de acuerdo a la aireación.
<b>Efecto del viento</b>	Capa de espuma medianamente sensible al viento incluso después de drenada la solución.	Capa de espuma sensible al viento.	Capa de espuma <i>retirada</i> fácilmente.
<b>Usos comunes</b>	Extinción de hidrocarburos.	Eliminación de vapores de materiales peligrosos.	Inundación total de grandes áreas.

\*Valores estimados Tabla No.6. Desempeño Operacional de la espumas en función de su expansión volumétrica.

## 2.3. Tipos de concentrados de espuma

### - Espuma química

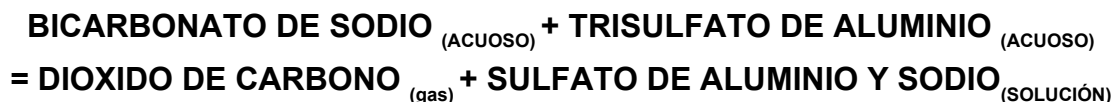
Desarrollada en 1915 a partir de la mezcla de dos sustancias químicas en solución acuosa que estaban separadas hasta el momento de necesitar la formación de la espuma.





### Receta para producción de espuma química

*Primera etapa:*



*Segunda etapa:*



### - Espuma proteínica (P)

- Fabricada a partir de proteína animal como pata de res y sangre; quedan muy pocas plantas de producción industrial a nivel mundial.
- Las soluciones y espuma poseen un color café característico.
- Puede ser usada al 3% o 6% de proporcionamiento.
- Usada para baja expansión.
- Buena resistencia a la reignición del combustible.
- Excelente retención de agua.
- Alta resistencia al calor, y estabilidad.
- Puede ser usada con agua fresca o salada.
- Se usa principalmente en incendios clase B de hidrocarburos.
- Usada para proteger líquidos inflamables y combustibles en almacenamientos, transporte y proceso.
- Son corrosivas.





## - Espuma fluoroproteica (FP)

- Derivada de la espuma proteínica y surfactantes fluorados.
- Las soluciones y espuma poseen un color café característico.
- Usada principalmente para supresión de vapores.
- También puede ser usada al 3% o 6%.
- Usada para baja expansión.
- Buena resistencia a la reignición del combustible.
- Buena retención de agua.
- Altísima resistencia al calor.
- No tóxica y biodegradable en dilución.
- Se puede premezclar por cortos períodos.
- Son corrosivas.

## - Grupo de espumas formadoras de película (FFF)

- Tipos de concentrados denominados Espumas Formadoras de Película representadas con la abreviación FFF (se lee como triple F) por sus siglas en inglés (Film Formed Foam) y se caracterizan por apagar debido a la formación de una película que cubre la superficie del combustible impidiendo el ingreso de aire fresco, tapando la salida de vapores combustibles y refrigerando la superficie del combustible.
- De este grupo las más conocidas son las denominadas AFFF o Espuma Formadora de Película Acuosa (Aqueous Film Formed Foam) y las FFFP o Espumas Formadoras de Película Proteínica (Film Formed Foam Proteinic).
- Espuma denominada sintética por estar compuesta a base de surfactantes sintéticos.
- Forma una película acuosa que flota sobre la superficie del combustible que le





proporciona bondades especiales de enfriamiento y sofocación.

- No presenta resistencia a los combustibles polares como los alcoholes.
- Las soluciones y espuma poseen un color característico normalmente blanco.
- Puede ser usada en rangos desde 0,5% hasta 6%.
- Buena capacidad de penetración.
- Baja corrosividad y daño a los equipos.
- Puede ser premezclada por largos períodos (extintores de espuma actuales).
- Usada principalmente en incendios clase B de hidrocarburos.
- Usada como humectante de combustibles clase A.

### - Espuma formadora de película acuosa resistente a los alcoholes (AR-AFFF o ATC-AFFF)

- Pertenece al grupo de las Espumas Formadoras de Película Acuosa AFFF (Aqueous Film Formed Foam) y son denominadas con AR-AFFF (Alcoholic Resistent Aqueos Film Formed Foam) o ATC-AFFF (Alcoholic Type Concentrate Aqueos Film Formed Foam).
- Presenta alta resistencia a los combustibles polares como los alcoholes.
- Espuma AFFF con adición de un polímero.
- Forma una película o membrana plástica que flota sobre la superficie del combustible polar o no polar dándole excelentes bondades especiales de enfriamiento y sofocación.
- También forma la película acuosa de la AFFF.
- Las soluciones y espuma poseen un color característico normalmente blanco.
- Puede ser usada en rangos de proporcionamiento desde 1% hasta 6% dependiendo del combustible polar.
- No fácilmente premezclada.
- Usada principalmente en incendios clase B de *hidrocarburos y solventes polares*.







Tipo de concentrado	Abreviatura	Tipo de Incendio	
		Hidrocarburos	Líquidos Polares
Sintético	S	Baja Eficiencia	No Eficiente
Espuma Formadora de Película Acuosa	AFFF	Excelente Eficiencia	No Eficiente
Espuma Formadora de Película Acuosa Resistente a los Alcoholes	AR-AFFF	Excelente Eficiencia	Excelente Eficiencia
Proteínica	P	Baja Eficiencia	No Eficiente
FluoroProteínica	FP	Buena Eficiencia	No Eficiente
Espuma Proteínica Formadora de Película.	FFFP	Excelente Eficiencia	No Eficiente
FluoroProteínica Resistente a los Alcoholes	AR-FP	Buena Eficiencia	Excelente Eficiencia
<i>Espuma Proteínica Formadora de Película Resistente a los Alcoholes</i>	AR-FFFP	Excelente Eficiencia	Excelente Eficiencia

Tabla No.7. Eficiencia de concentrados de espuma para tipos de incendio<sup>[1]</sup>.





PROPIEDAD	Proteínica	FluoroProteínica (FP)	(AFFF)	(AR-AFFF)
<b>Abatimiento de la llama</b>	Pobre	Buena	Excelente	Excelente
<b>Resistencia al calor</b>	Excelente	Excelente	Pobre	Buena
<b>Tolerancia al combustible</b>	Pobre	Excelente	Moderada	Buena
<b>Supresión de Vapores</b>	Excelente	Excelente	Buena	Buena
<b>Resistencia a los solventes Polares</b>	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Excelente

Tabla No.8. Comparativo características de concentrados de espuma.





## 2.4. Características operacionales de las espumas

### Nunca olvide:

- Los concentrados de espuma requieren grandes cantidades de agua para producir la solución de espuma.
- Las boquillas y proporcionadores deben ser usados en términos del caudal de solución de espuma requerido.
- Un control de la boquilla parcialmente cerrada, puede causar un aumento de presión en la boquilla para ganar alcance.
- Los alcances de los chorros de espuma son muy limitados y debemos liberar nuestras mentes y no compararlos con los chorros de agua.
- Los chorros de espuma deben moverse poco para evitar dañar la capa de espuma con la descarga de más espuma.
- Durante una emergencia se pueden mezclar sobre el fuego las espumas formadas a partir de diferentes concentrados; pero nunca se deben premezclar o hacer soluciones de varios tipos de concentrados.
- Boquillas normales de incendios estructurales pueden ser usadas para aplicar espuma que no requiera ser aireada como la familia AFFF, dando lugar a una baja expansión, la cual se puede mejorar instalando tubo aireador de espuma o extensión.
- Antes de iniciar la aplicación de espuma se debe asegurar que se cuenta en sitio con la disponibilidad del total de concentrado, agua y personal requeridos por las demandas de tiempo de aplicación y caudal de espuma.





### Cuadro comparativo de parámetros operacionales para selección del tipo de concentrado de espuma a utilizar

#	Fluoroproteínica (FP)	Formadora de película Acuosa (AFFF)	Formadora de película Acuosa Resistente a los Alcoholes (AR-AFFF)
1	<i>No es eficiente con los líquidos polares</i>	Bajos desempeño con los solventes polares y muy bueno con hidrocarburos	Muy eficiente con líquidos polares e hidrocarburos
2	<i>Requiere ser aireada con dispositivos aireadores</i>	No requieren ser aireadas	No requieren ser aireadas
3	<i>Alcance limitado por la aireación de la solución de espuma</i>	Mayor alcancen con los chorros de espuma no aireada	Mayor alcancen con los chorros de espuma no aireada
4	<i>Alcance de los chorros de espuma es de aprox. 10 m.</i>	Alcance de los chorros de espuma no aireada es de aprox. 45 m.	Alcance de los chorros de espuma no aireada es de aprox. 45 m.
5	<i>Ideal para supresión de vapores en derrames</i>	La supresión de vapores se ve limitada si no es aireada adicionalmente	La supresión de vapores se ve limitada si no es aireada adicionalmente





6	<i>Puede causar daño a los equipos si no se lavan luego de usados</i>	Causan menor daño a los equipos	Causan menor daño a los equipos
7	<i>Pierden eficiencia cuando la superficie está muy caliente</i>	Eficiente cuando la superficie del combustible está muy caliente	Pierden eficiencia cuando la Superficie está muy caliente
8	<i>Color café oscuro</i>	Color claro o incolora	Color claro o incolora

Tabla No.9. Características Operacionales de las espuma

## 2.5. Ventajas y desventajas

#	DESCRIPCIÓN	VENTAJA	DESVENTAJA
1	Las soluciones de espuma son altamente conductoras de electricidad. Por lo tanto no deben ser aplicadas sobre equipos energizados.		X
2	Previene la ignición o reignición del combustible.	X	
3	Evita la liberación de vapores Inflamables del combustible.	X	
4	Los concentrados AFFF proveen una rápida extensión y nivelación. (Fluyen muy bien sobre Keroseno y son comúnmente usados en aviación).	X	
5	Algunos líquidos sobre los que se aplica la espuma son reactivos al agua.		X





#	DESCRIPCIÓN	VENTAJA	DESVENTAJA
6	El desempeño de las espumas es limitado cuando el fuego es tridimensional (ej: chorro de fuego, fugas por válvulas, roturas parciales o totales de contenedores).		X
7	Provee seguridad una vez extinguido el fuego	X	
8	Los concentrados pueden almacenados durante largos períodos	X	
9	La cantidad de aire que forma la espuma puede generar la rotura del colchón de espuma		X
10	Protege al personal contra incendio y rescate.	X	
11	Los concentrados AFFF pierden eficacia cuando se emplean en incendios de hidrocarburos aromáticos.		X
12	Los concentrados AFFF Son biodegradables en forma diluida.	X	
13	Se pueden combinar con polvo químico seco.	X	
14	Inefectiva en incendios a presión.		X
15	Bajo desempeño en incendios en gases.		X
16	Producen liberación de hidrógeno cuando se usan en incendios en metales combustibles.		X

Tabla No.10. Ventajas y desventajas Operacionales en el uso de espuma







**Criterios para selección del tipo de concentrado de espuma**

<b>ASPECTO</b>	<b>Formadora de película Acuosa Resistente a los Alcoholes (AR-AFFF)</b>	<b>Fluoroproteínica (FP)</b>	<b>Formadora de película Acuosa (AFFF)</b>
<i>Requiere aireación para buen desempeño.</i>	Poca	Sí	Poca
<i>Alcance del chorro de espuma en (m).</i>	Aprox. 45 m.	Aprox. 10 m.	Aprox. 45 m.
<i>Efectos sobre los equipos.</i>	Bajos	Daño si no se retira.	Bajos
<i>Efectividad con la supresión de vapores.</i>	Baja si no está bien aireada	Alta	Baja si no está bien aireada
<i>Desempeño frente a líquidos polares.</i>	Alto	Muy bajo	Bajo
<i>Desempeño frente a líquidos poco polares e hidrocarburos.</i>	Muy bueno	Alto	Muy bueno
<i>Olor</i>	Suave	Fuerte y Característico de proteína quemada	Suave

Tabla No.11. Características operacionales de concentrados de espuma





## 3. Aplicación de espuma



Foto: U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá

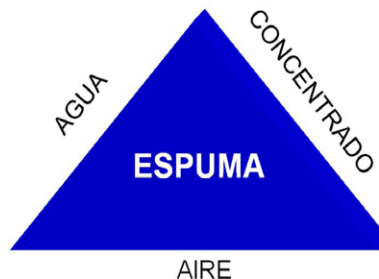
### 3.1. Producción de espuma contra incendio

Recordemos que para la obtención de la espuma final se requiere la unión del concentrado de espuma con agua en una proporción adecuada o deseada para dar lugar a la solución de espuma, la cual luego es mezclada con el aire (aireada) para formar la espuma (Triángulo de la espuma).





## Triangulo de la espuma



La producción de espuma final se lleva a cabo haciendo pasar agua a través de un proporcionador ó inductor, el cual tiene la propiedad de inducir o introducir el concentrado de espuma desde su contenedor en la cantidad adecuada para obtener una solución de espuma al porcentaje de diseño o al ajustado por el usuario, es decir, algunos proporcionadores están diseñados para permitir al usuario ajustar el porcentaje de proporcionamiento en rangos de 0-6%; así mismo los proporcionadores son diseñados para un determinado rango de flujo o caudal de solución de espuma (GPM) y el bombero es quien deberá seleccionar el proporcionador adecuado y ajustar el porcentaje de proporcionamiento (%) de este para cada operación en función de la cantidad de solución de espuma que requiera el incendio o riesgo.

Finalmente la solución de espuma producida en el proporcionador es pasada a través de un dispositivo de aplicación o aireación, llamado aireador o formador de espuma, en el cual se lleva a cabo la mezcla entre la solución de espuma y la cantidad de aire que introduce el aireador o la que toma la solución de espuma durante su viaje hasta el incendio en el caso de la espumas no aireadas. Con el aireador de espuma se controla la expansión volumétrica y los dispositivos aireadores portátiles más comunes son las boquillas aireadoras, caracterizadas por una extensión de tubo (tubo generador de espuma) en el final de la boquilla para airearla (Ver figura 3.1 esquema de producción de espuma).



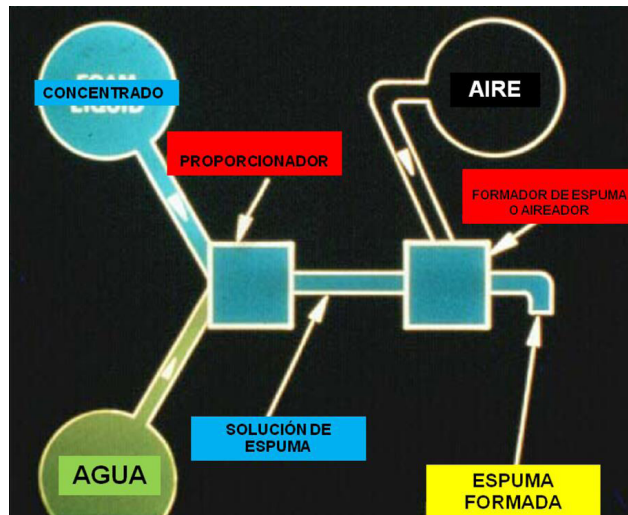


Figura No.3-1. Esquema General para producción de espuma.

## Boquillas proporcionaladoras de espuma

Dispositivos de proporcionamiento de espuma muy sencillos y versátiles de usar, debido a su tamaño, peso, largo alcance del chorro, flujo y tipo de chorro ajustable a las necesidades.

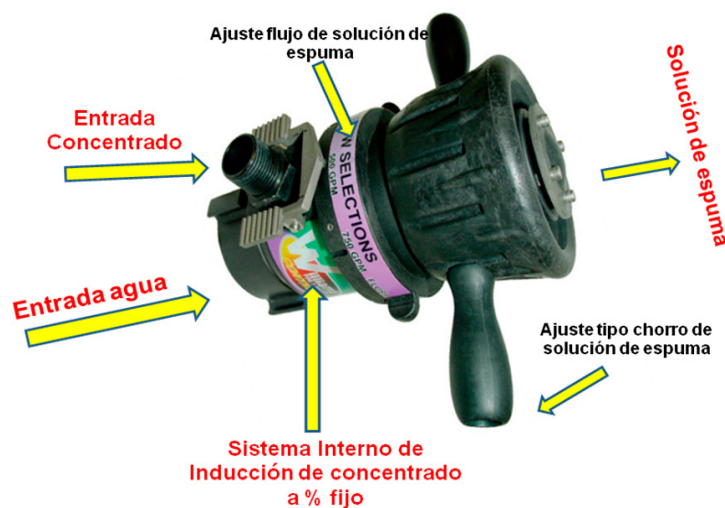
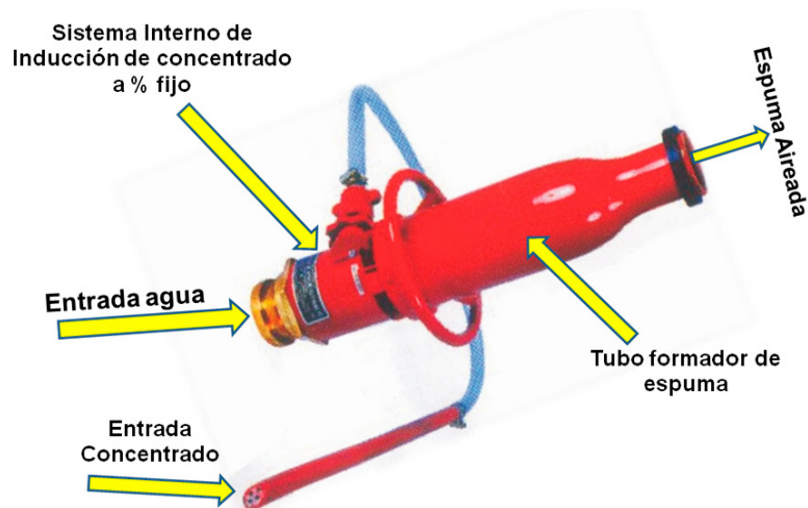


Figura No. 3-2. Boquilla proporcionaladora de espuma no aireadora.

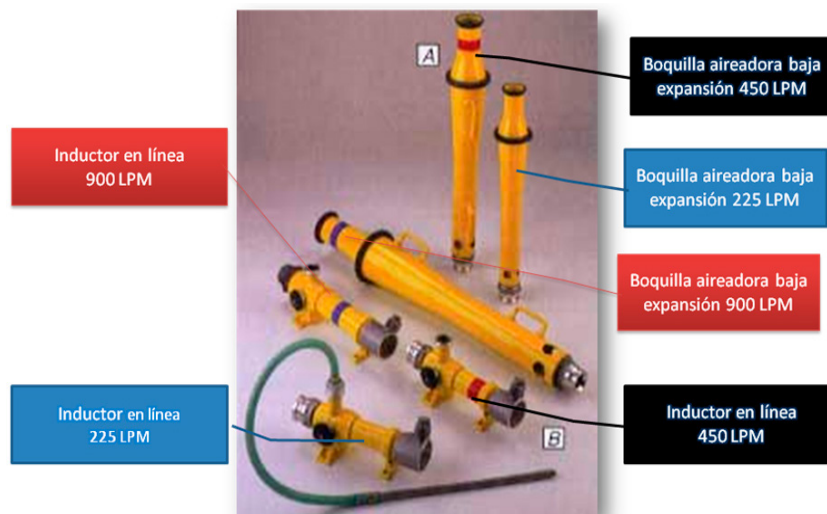




Figura#3-3. Boquilla proporcional de espuma aireadora

### Boquillas aireadoras de espuma

Boquillas diseñadas y construidas para airear la solución de espuma, las cuales son fabricadas para diferentes flujos o caudales de solución de espuma y se caracterizan por tener un tubo alargado (mayor flujo y boquilla más larga, como se muestra abajo en la imagen). “



Figura#3-4. Boquilla aireadora de espuma baja expansión.







## 3.2. Criterios para aplicación de espumas

### Densidad de aplicación de espuma

Es la cantidad mínima de solución de espuma que debe ser aplicada a un área determinada para extinguir el fuego o suprimir los vapores en el menor tiempo, expresada en galones por minuto por metro cuadrado (GPM/m<sup>2</sup>) de solución.

- ▶ NFPA 11 “Espumas de baja, media y alta expansión” edición 2005<sup>[3]</sup> establece para solventes tipo hidrocarburos no polares las siguientes densidades de aplicación de solución de espuma:
  - 1,72 GPM/m<sup>2</sup> (0,16 GPM/pie<sup>2</sup>) para mangueras y monitores durante 65 min.
  - 1,08 GPM/m<sup>2</sup> (0,10 GPM/pie<sup>2</sup>) para sistemas de aplicación fijos durante 55 min.
- ▶ Una práctica recomendada es la aplicación inicial de espuma durante al menos 15 minutos, se va evaluando el efecto de la espuma sobre el fuego y se establece si es necesario el uso de más espuma.
- ▶ Otra práctica usada es el empleo de una densidad de aplicación 1,08 GPM/m<sup>2</sup> a 2,16 GPM/m<sup>2</sup> (0,10 – 0,20 GPM/pie<sup>2</sup>) de espuma para fuegos de solventes polares.

### Determinación de cantidades de espuma y agua

1. Se debe calcular o estimar el área cubierta por el derrame de combustible o el área de incendio (en metros cuadrados).







2. Calcular el flujo o caudal de agua y concentrado de espuma que se necesitará para la extinción del incendio o supresión de vapores.

**Nota #1:** Las cantidades de concentrado de espuma calculadas con las siguientes expresiones son basadas en la densidad de aplicación de espuma establecida por la norma NFPA 11 “Espumas de baja, media y alta expansión” edición 2005 para el uso de mangueras o monitores<sup>[3]</sup>.

### Fórmulas para calcular los flujos de agua y concentrado de espuma usando mangueras y/o monitores

Ecuación general 3-1. Galones totales de **agua** para uso de espuma

$$\text{Agua}_{(Gal)} = \frac{D_{\left(\frac{GPM}{m^2}\right)} \times A_{(m^2)} \times P_{agua} \times T_{(min)}}{100}$$

Convenciones:

$D$  = densidad...de...aplicación...de...espuma.

$A$  = Area ...de...incendio.

$P_{agua}$  = %...de...agua...en...la...solución.

$T$  = Tiempo





Ecuación general 3-2. Galones totales de **Concentrado** para uso de espuma

$$\text{Concentrado}_{(Gal)} = \frac{D \left( \frac{GPM}{m^2} \right) \times A_{(m^2)} \times P_{concentrado} \times T_{(min)}}{100}$$

Convenciones:

$D$  = densidad...de...aplicación...de...espuma.

$A$  = Area ...de...incendio.

$P_{concentrado}$  = %...de...agua...en...la...solución.

$T$  = Tiempo

## Cantidades de espuma y agua

Ecuación No.2. Galones por minuto de **agua** para solución de espuma al 3%.

$$\text{Agua}_{(GPM)} = 1.72 \frac{GPM}{m^2} \times A \times 0,97$$

Ecuación No.3. Galones por minuto de **concentrado de espuma** para solución al 3%.

$$\text{Concentrado}_{(GPM)} = 1.72 \frac{GPM}{m^2} \times A \times 0,03$$





Fórmulas para calcular las cantidades totales de agua y concentrado de espuma para control del incendio durante X minutos o supresión de vapores usando mangueras y/o monitores.

*Ecuación No.4. Cantidad total de **agua** para solución de espuma al 3%*

$$\text{Agua}_{(Gal)} = \frac{1,72 \left(\frac{GPM}{m^2}\right) \times A_{(m^2)} \times 97 \times T_{(min)}}{100}$$

*Ecuación No.5. Cantidad total de **concentrado** para solución de espuma al 3%.*

$$\text{Concentrado}_{(Gal)} = \frac{1,72 \left(\frac{GPM}{m^2}\right) \times A_{(m^2)} \times 3 \times T_{(min)}}{100}$$

**Ejemplo 3-1:**

Primero determinar los flujos de agua y concentrado, segundo las cantidades totales de agua y concentrado que se requieren para la extinción de un tanque de almacenamiento de hidrocarburos, si este tiene un área de 100 m<sup>2</sup> y se aplicará espuma AR-AFFF al 3% durante 15 minutos con mangueras (emplee las ecuaciones 2 a 5).

*Ecuación No.6. Galones por minuto de **agua** para solución de espuma al 3%*

$$\text{Agua}_{(GPM)} = 1.72 \frac{GPM}{m^2} \times 100_{m^2} \times 0,97 = 166,84$$





Ecuación No.7. Galones por minuto de **concentrado de espuma** para solución al 3%

$$\text{Concentrado}_{(GPM)} = 1.72 \frac{GPM}{m^2} \times 100_{m^2} \times 0,03 = 5,16$$

Ecuación No.8. Cantidad total de **agua** para solución de espuma al 3%

$$\text{Agua}_{(Gal)} = \frac{1,72 \left(\frac{GPM}{m^2}\right) \times 100_{(m^2)} \times 97 \times 15_{(min)}}{100} = 2503$$

Ecuación No.9. Cantidad total de **concentrado** para solución de espuma al 3%

$$\text{Concentrado}_{(Gal)} = \frac{1,72 \left(\frac{GPM}{m^2}\right) \times 100_{(m^2)} \times 3 \times 15_{(min)}}{100} = 77,4$$





## **Bibliografía**

- [www.chemguard.com/.../ItemListView.aspx?id=12](http://www.chemguard.com/.../ItemListView.aspx?id=12).
- Ben Kleane y Russ Sanders, “Cambio de Ataque Ofensivo a Ataque Defensivo”. NFPA Journal Latinoamerican, 2da Edición 2008 año:10-#12.
- National Fire Protection Association. Tabla 5.2.4.2.2. norma NFPA 11 “Espumas de baja, media y alta expansión” Edición 2005.
- Ben Kleane y Russ Sanders, “Ataques defensivo contra incendios”. NFPA Journal Latinoamerican, 3da Edición 2008 año:10-#3.
- API-2021 Recommended Practice. Management of Atmospheric Storage Tank Fires. Mayo-2001. Pag 4.





## ANEXO 1

### Instructivo para aplicación de espumas en incendios con hidrocarburos

*Antes de iniciar las operaciones es mejor invertir unos minutos en la planeación estratégica para una efectiva respuesta y no perder varias horas en labores descoordinadas y poco efectivas que solo pondrán en riesgo la integridad de las personas involucradas y pérdida de recursos en esfuerzos en vano”.*

#### 1. Reconocimiento e identificación del tipo de producto (polar o no polar).

- Reconozca el tipo o características del producto.
  - a.** Naturaleza del lugar del incidente.(confinado o abierto).
  - b.** Formas características del contenedor o lugar del incidente.
  - c.** Identifique placas etiquetas, marcas corporativas.
  - d.** Otras características detectables por los sentidos o indicadores.
- Identifique: Determinar la clase, tipo, aplique GREC. paginas amarillas y/o azules.
  - e.** Por numero ONU GRE paginas amarillas.
  - f.** Nombre de la sustancia o producto GRE paginas azules.
  - g.** Documentos de transporte o embarque.
  - h.** Hojas de seguridad.
- Determine si la sustancia es un hidrocarburo Polar o no polar.

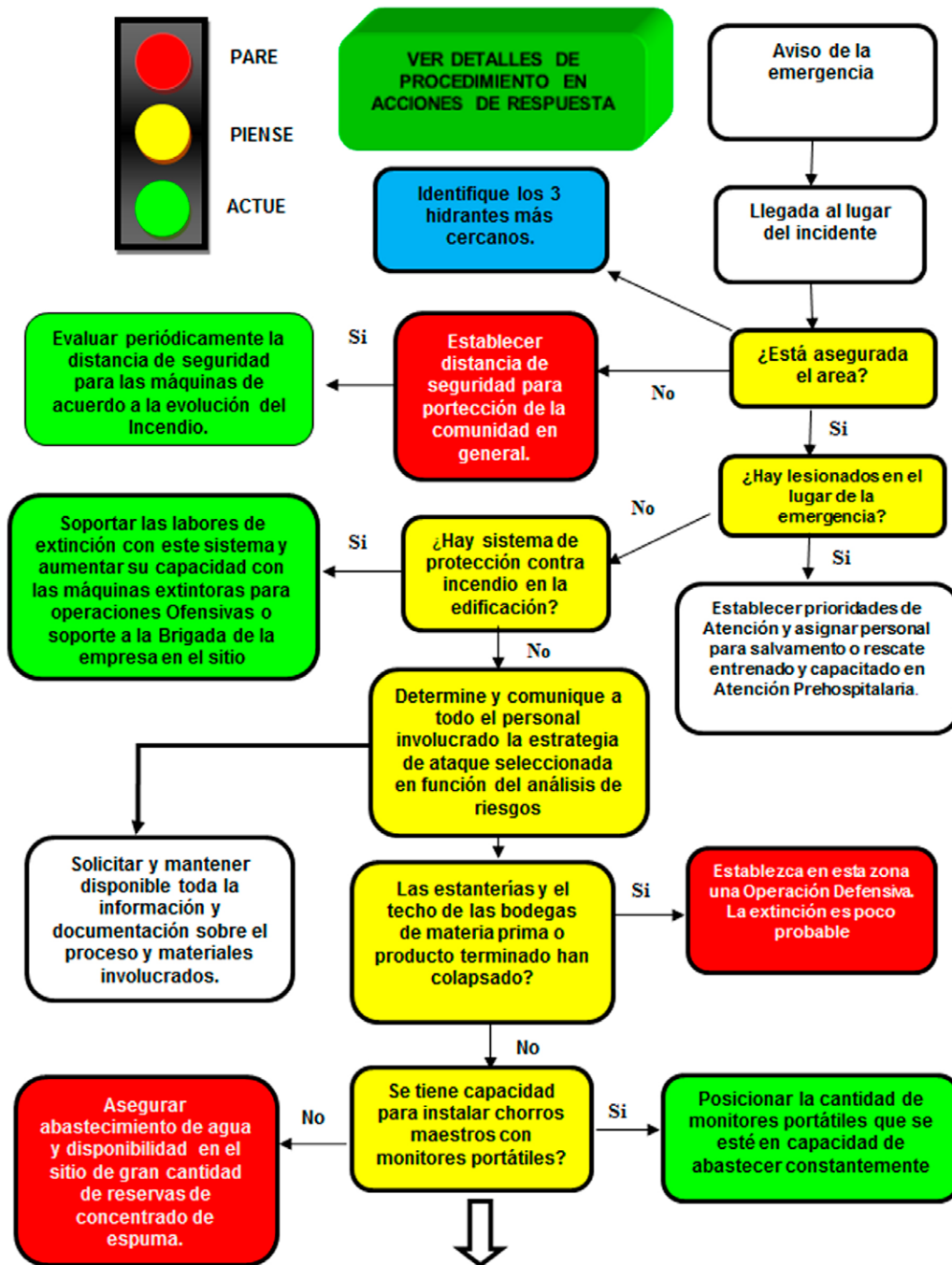
**Nota: Si el producto involucrado es diferente a un hidrocarburo polar o no polar ABORTE PROCEDIMIENTO.**

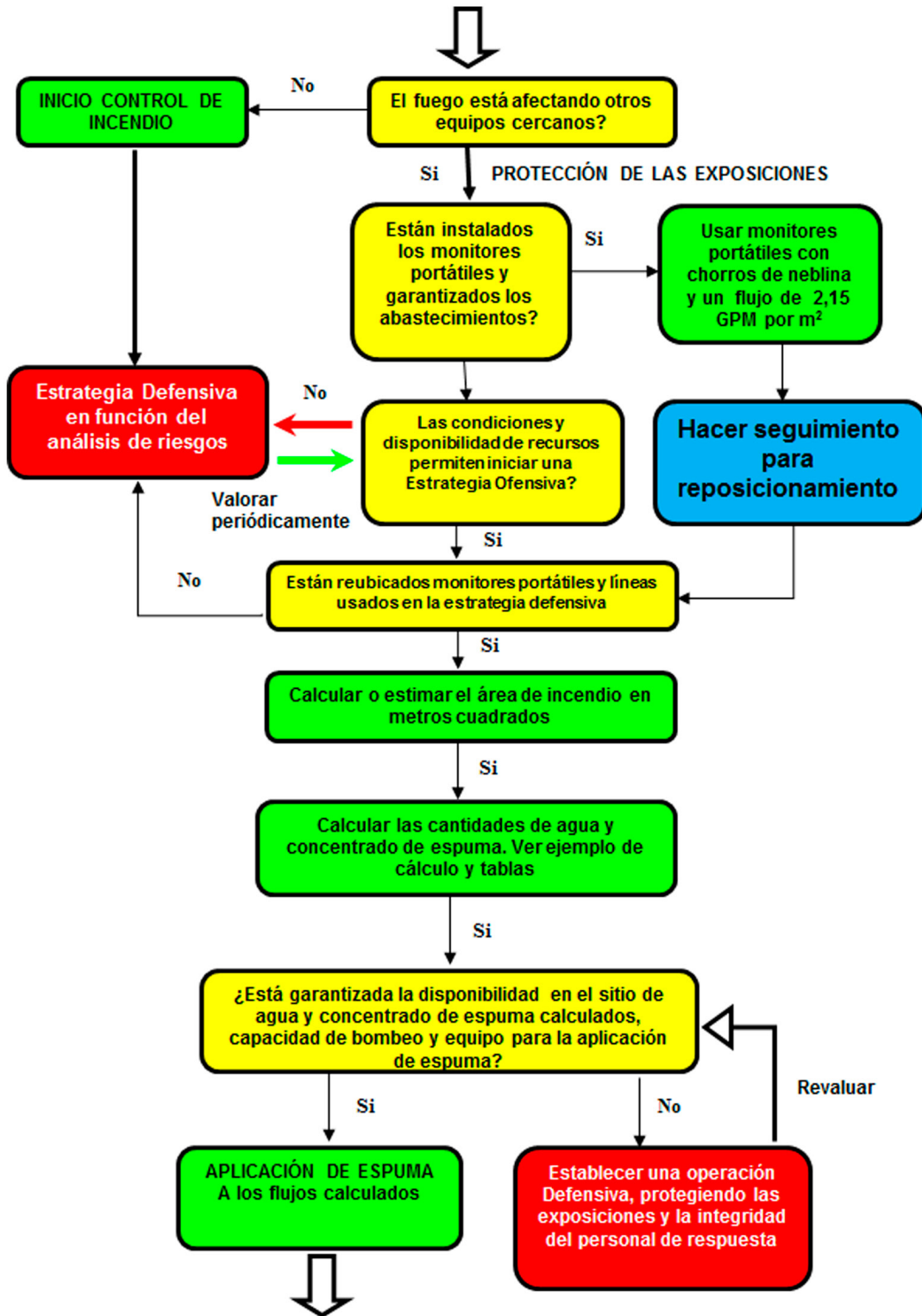


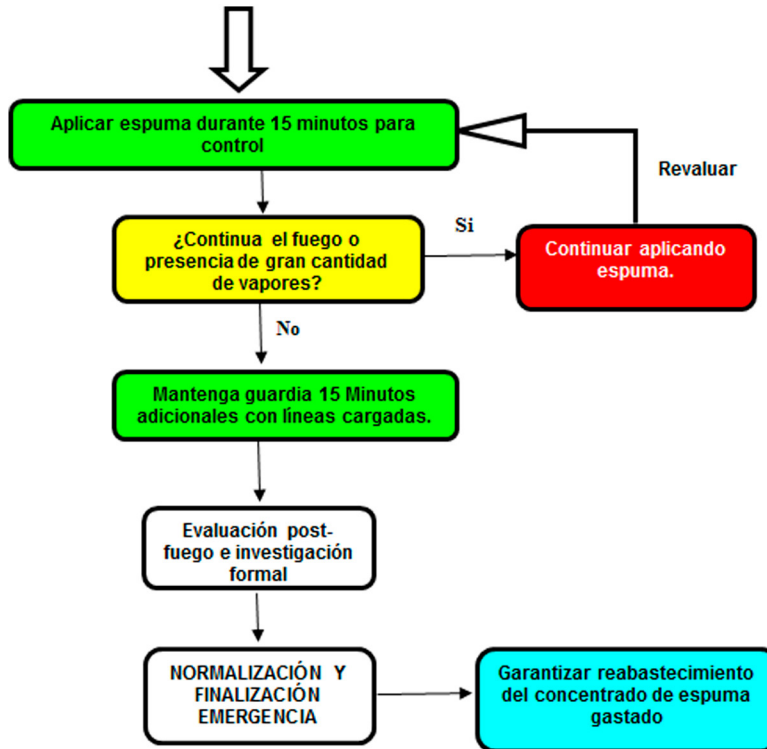




## 2. Plan estratégico para incendio en industria con compromiso de líquidos inflamables y combustibles







### 3. Análisis de riesgos

1. El colapso de las estanterías de materia prima y producto terminado, prácticamente imposibilitarán el control del fuego (reducir la intensidad del fuego al 90%). Entonces seleccione una estrategia defensiva y reconozca las limitaciones operacionales para la extinción del fuego y no gaste recursos de podrán servir más adelante.
2. No estacionar las máquinas extintoras muy cerca a las fuentes de calor y siempre se debe garantizar que están ubicadas en una zona segura y en posición de salida contemplando la posibilidad de explosiones de los contenedores.
3. Si en la fábrica se producen pinturas del tipo LACA, tener presente que se usa como materia prima la Nitrocelulosa desensibilizada en alcohol, por lo que siempre habrán





*contenedores en las bodegas de materias primas con Nitrocelulosa en alcohol que pueden estar rotulados con el número de identificación de las Naciones Unidas UN-2556 en un cartel de fondo naranja con borde negro.*

- 4.** *Si todos los trabajadores de la fábrica ya se encuentran a salvo o ha pasado mucho tiempo desde el inicio del incendio y la probabilidad de encontrar sobrevivientes es muy baja y además los recursos disponibles son insuficientes, organizar una estrategia defensiva es una táctica sugerida para el personal a cargo de la toma de decisiones operacionales.*
- 5.** *Antes de iniciar las labores de combate del fuego en el interior de la fábrica se deben conocer o comunicar las rutas de acceso a las zonas o áreas de producción y en especial las vías de egreso para los bomberos que trabajan en el interior (Usar los planos de las instalaciones).*
- 6.** *Determinar la naturaleza y comportamiento de todas las sustancias almacenadas y posibles incompatibilidades entre ellas; esto puede generar una SORPRESA más adelante.*
- 7.** *La combinación simultánea de operaciones de extinción del fuego desde el interior y exterior de la estructura, genera potenciales peligros para el personal que combate en el interior. Este procedimiento de operaciones simultáneas debe ser meticulosamente coordinado y comandado por el líder del Incidente y sus colaboradores de área.*
- 8.** *El proceso de fabricación de pinturas requiere el empleo de materias primas inflamables como aguarrás, acetona, benceno, alcoholes, entre otros materiales peligrosos, por lo que se debe contar con las hojas de seguridad de estos insumos.*
- 9.** *Siempre tener presente la generación de grandes cantidades de humo denso.*





10. *Si han pasado varios minutos de exposición directa al fuego de los contenedores o tanques de almacenamiento de líquidos combustibles o inflamables usados para almacenar materia prima o producto terminado, contemplar una alta probabilidad de generación de explosiones sucesivas y simultáneas de los contenedores de 55 galones e incluso gran cantidad de recipientes pequeños.*
11. *Informe a todos los involucrados que como resultado de la exposición directa al fuego durante un tiempo prolongado, existe la posibilidad de un colapso parcial o total de la estructura física de las edificaciones de la planta, tanques de almacenamiento o proceso.*
12. *Por efecto del calor y el choque térmico con el agua, es altamente probable el colapso de las estructuras metálicas usadas para el almacenamiento de materias primas y producto terminado como estanterías, reactores, dosificadores, mezcladores, empacadoras, bandas transportadoras y techos.*
13. *Extinguido el fuego, las estructuras sometidas al incendio han perdido muchas de sus propiedades de integridad y estabilidad estructural, además sumado a las cargas o peso generado por el agua usada para la extinción del fuego o protección de exposiciones (1 tonelada por metro cuadrado) podría causar el colapso parcial o total de la edificación, por lo que es recomendable restringir el trabajo en las áreas debilitadas por el incendio hasta que se evalúe la integridad de las estructuras.*
14. *Reconocer los controles y dispositivos de seguridad dañados de los tanques de almacenamiento (Válvulas de seguridad, alivio de presión, sobre presión, vacío, etc).*
15. *Reconocer la liberación espontánea de grandes cantidades de material peligroso por el aumento repentino de la presión y/o nivel de ruido y cambios en los patrones de salida del humo proveniente de los tanques de almacenamiento, reactores,*





*mezcladores, recipientes, etc.*

- 16.** *Durante las operaciones de combate del incendio y después del incendio, habrá gran cantidad de residuos líquidos y viscosos de las pinturas y materias primas, generando superficies lisas y resbalosas para los bomberos en el interior de la fábrica y los investigadores post-fuego.*
  
- 17.** *Contemplar siempre la posibilidad de una Ebullición desbordante (Boil Over) si se ha empleado agua para el enfriamiento o extinción de los tanques que almacenan aceites y esta ha ingresado al tanque. Tener siempre presentes las siguientes características y condiciones operacionales:*
  - 1.** *No aplicar agua directamente sobre el contenido del tanque.*
  
  - 2.** *Tener siempre en cuenta que con el paso del tiempo sin lograr una extinción efectiva del producto se aumenta la posibilidad de generación de una ebullición desbordante; por lo tanto se debe determinar periódicamente si es seguro continuar con los esfuerzos de extinción o ataque ofensivo si ha transcurrido mucho tiempo sin lograr control del fuego; entonces contemple la necesidad de aumentar las distancias de seguridad y pasar a una estrategia defensiva.*
  
  - 3.** *Reconocer “chasquidos” (burbujeo y sonido como agua cayendo sobre aceite caliente) en la superficie del combustible que se está quemando. Si es así ordene inmediatamente aumentar las distancias de seguridad y aproximación al tanque.*
  
  - 4.** *Si observa salida de vapor de agua (Humo blanco) desde el tanque en medio de las llamas y el humo negro, ordene inmediatamente la retirada de emergencia del personal.*





**18.** Reconocer, Identificar y siempre tener presente el riesgo potencial que se genere una explosión por la expansión de los vapores del líquido en ebullición (B.L.E.V.E) en los contenedores de material combustible o inflamable grandes o pequeños. Algunas de la características y condiciones operacionales a tener en cuenta para ordenar inmediatamente la retirada de emergencia de todo el personal involucrado e incrementar la distancia de seguridad son:

- 1.** Tanque o contenedores como canecas de 55 galones sin tapas abiertas y expuesto directamente al fuego, es decir combustible confinado y en calentamiento constante.
- 2.** Los dispositivos de seguridad de los tanques no funcionan adecuadamente durante el incendio. Por ejemplo la no activación de las válvulas de seguridad y alivio de presión del tanque.
- 3.** Aumento en la intensidad del ruido proveniente del tanque o contenedor.
- 4.** Deformación estructural del tanque o contenedor que almacena el combustible en especial por los extremos o tapas.
- 5.** Salida de fuego y humo en forma intermitente a mayor velocidad.
- 6.** Dilatación del material del tanque o contenedor.

### 3. Acciones de respuesta

#### A. Antes de llegar al sitio

Mientras llega al lugar del incendio solicite a su central de operaciones entre otra la siguiente información y regístrela:





- 1.** *Exactamente que ha sucedido.*
- 2.** *Lugar exacto del incidente y como llegar al sitio.*
- 3.** *Confirmar si es una fábrica y su tamaño.*
- 4.** *Tamaño del incendio.*
- 5.** *Ubicación de los tres hidrantes más cercanos al sitio del incidente.*
- 6.** *Solicitar anticipadamente el refuerzo con máquinas para Líquidos inflamables y combustibles de la zona más cercana.*
- 7.** *Solicitar apoyo inmediato de las autoridades de policía para facilitar llegada al lugar que seguramente estará congestionado, servicio médico y tránsito del área, podría necesitarlos para la evacuación inicial de la zona y atención de heridos.*
- 8.** *Solicitar envío de equipos y accesorios:*
  - a.** *Monitores portátiles para instalar chorros maestros*
  - b.** *Elementos para producción de espuma como proporcionadores portátiles con conexiones de 1.<sup>1/2</sup> y 2.<sup>1/2</sup>*
  - c.** *Boquillas aireadoras de espuma de 1.<sup>1/2</sup> y 2.<sup>1/2</sup> para baja expansión.*
  - d.** *Boquillas proporcionadoras de espuma tipo xx 1.<sup>1/2</sup> y 2.<sup>1/2</sup>.*
- 9.** *Cuántas personas están afectadas y en que estado se encuentran.*
- 10.** *Establecer comunicación directa con funcionarios en la fábrica para conocer detalladamente lo sucedido (Nombres y números de contacto de la empresa).*







11. Siempre tener presente no posicionar las máquinas extintoras muy cerca al incendio, estas deben ser ubicadas en la zona segura.

## Durante la respuesta

1. El Jefe de operaciones debe asignar un colaborador para que dirija todas o parcialmente las comunicaciones de radio, prensa y celular del Comandante del Incidente, para que este pueda estar totalmente concentrado en la administración de la emergencia. A medida que tenga soporte, podrá ir delegando funciones.
2. Todas las operaciones de extinción del incendio deben estar basadas en el concepto de un Direccionamiento Unificado y Dosificado de Esfuerzos (DUDE), es decir, que todas las acciones deben estar centralizadas e implementadas a medida que estén disponibles los recursos necesarios, condiciones de seguridad aceptables y un bajo riesgo para el personal con un alto beneficio con cada acción que se decide ejecutar. Entonces **SIEMPRE DUDE PARA CADA PASO QUE SE VA DAR.**
3. Mantenga la calma y mente abierta para decidir la táctica inicial de ataque. Si tiene pocos recursos inicie una operación defensiva.
4. Identifique los hidrantes o suministros de agua más cercanos y de prioridad al abastecimiento de las primeras máquinas extintoras o el sistema de protección contra incendios de la fábrica si lo hay. Utilice las salidas de 4.1/2 de los hidrantes siempre que sea posible, recuerde que estas pueden proveer un mayor caudal al sistema de abastecimiento de agua.
5. Recuerde que cada línea instalada no deberá ser retirada hasta que sea sustituida por una mayor o varias similares. Por lo tanto se debe garantizar el suministro de agua a cada línea y chorro que se vaya posicionando.





- 6.** *Si la capacidad de penetración de los chorros de agua y espuma está limitada por el colapso de estructuras de almacenamiento y no se puede llegar al foco del fuego, se recomienda orientar el uso de espuma para otras áreas en las que se logrará un mejor resultado con la aplicación de espuma.*
- 7.** *Dar aviso a las autoridades aeronáuticas si la nube de humo es muy alta.*
- 8.** *Como CI, siempre tenga presente y realice periódicamente un Análisis de Riesgo Versus Beneficios (ARVB) como base para la toma efectiva de decisiones sobre la implementación de una estrategia Defensiva u Ofensiva.*
- 9.** *Al llegar al sitio el personal a cargo debe evaluar el escenario con calma y visión estratégica, iniciando o priorizando en el reconocimiento e identificación del tipo de tanques, contenedores, materiales usados como materia prima, producto terminado y en especial como entrar y salir con seguridad a las zonas de producción envueltas por las llamas.*
- 10.** *Eliminar todas las fuentes posibles de Ignición del área.*
- 11.** *Siempre que sea posible, coordine retirar todos los materiales no comprometidos por el incendio, con el apoyo de montacargas y demás recursos disponibles en la fábrica y trasiego entre tanques.*
- 12.** *Monitorear la atmósfera con detector de gases en la zona*
- 13.** *Evaluar la opción para que los líderes, bomberos y maquinistas que no estén en labores de combate ubicados en zona de espera, puedan estar temporalmente con un traje más cómodo que el equipo de línea de fuego. Todos de ellos incluyendo los comandos, deben estar muy concentrados en sus labores y tener Mente Fresca para*





*toma efectiva de decisiones y visión global y estratégica del escenario en la zona segura.*

**14.** *Hacer contacto con los responsables del proceso o fabrica para conocer sobre:*

- 1.** *Se evacuaron todos los trabajadores o hay algunos afectados y en ¿donde se encuentran estos?.*
- 2.** *Estado, ubicación y cantidad de todos los trabajadores de la planta.*
- 3.** *Detalles del incendio, zona y proceso afectado.*
- 4.** *Como se inicio el fuego.*
- 5.** *Donde empezó el fuego, que trabajo se estaba ejecutando.*
- 6.** *Prioridades de protección.*
- 7.** *Condiciones actuales del proceso, ya se paró la producción.*
- 8.** *Existen Peligros ya identificados para los bomberos poder actuar.*
- 9.** *Existencia de sistemas de protección contra incendios como hidrantes, gabinetes con mangueras, rociadores automáticos, etc.*
- 10.** *Accesos y egresos para los bomberos a la zona afectada.*
- 11.** *Donde está ubicada la bodega de productos potencialmente peligrosos.*





- 12.** *Tipo de almacenamiento en las bodegas de materia prima y producto terminado (recuerde que se debe dar prioridad al fuego en estanterías).*
- 13.** *Dispositivos de seguridad del proceso como válvulas de parada de emergencia, alivio de presiones, etc.*
- 14.** *Planos de las instalaciones y proceso.*
- 15.** *Quiénes son los vecinos si los hay.*
- 15.** *Solicitar a los ocupantes si pueden proveerle información sobre los tipos y cantidades de material involucrados. Tener disponibles las hojas de seguridad de los materiales.*
- 16.** *Toda línea que se posicione, debe ser constantemente abastecida de agua y presión.*
- 17.** *Reconocer e Identificar el contenido de cada tanque y contenedor expuesto al fuego.*
- 18.** *Siempre que las condiciones de seguridad lo permitan, es recomendable aplicar chorros de espuma de baja expansión con boquillas aireadoras para aumentar el tamaño de la capa de espuma la zona de incendio.*
- 19.** *Nunca se debe permitir que las líneas de ataque con agua sean manejadas por menos de dos hombres.*
- 20.** *Si la bodega de producto terminado no se ha comprometido totalmente en el incendio, dar prioridad a la protección de esta zona y en especial si se utilizan estanterías para el almacenamiento.*
- 21.** *Se debe evitar la congestión de máquinas extintoras en la zona caliente, en cambio*





*utilice una operación en serie de las bombas de las máquinas para alimentar una principal en zona caliente.*

- 22.** *Si al llegar al lugar las condiciones lo permiten y el incendio está en la fase inicial, la ESTRATEGIA OFENSIVA es una de las vías más eficientes para salvar vidas y bienes, por lo tanto es preferible en todos los casos en que se pueda realizar de manera segura y se tenga la disponibilidad de los recursos necesarios.*
- 23.** *Si se eligió la estrategia defensiva, proteja las exposiciones más cercanas al incendio, usando chorros maestros de agua para protección de recipientes con un caudal de 2,15 GPM por m<sup>2</sup> (con un chorro de 500 GPM podrá proteger un área de 232 m<sup>2</sup>)<sup>[4]</sup>.*
- 24.** *Si al mojar directamente un recipiente o lugar el agua no se evapora, considere no seguir refrigerando este equipo o lugar y evalúe más adelante de acuerdo a las condiciones del incendio.*
- 25.** *A medida que se logra atenuar la intensidad del incendio y las condiciones lo permitan o se incrementa el apoyo, los monitores se pueden mover para aumentar su efectividad con mayor alcance y penetración (Avanzar).*
- 26.** *Si llegan máquinas escalera al lugar, debe determinarse muy bien su posición y no estarla moviendo, además de garantizar su abastecimiento total de agua.*
- 27.** *Se debe asignar un responsable para mantener una efectiva comunicación entre el piso y los hombres que dirigen el chorro maestro de las máquinas escaleras; ya que estar de detrás de uno de estos chorros y elevado, genera una dificultad para percibir la efectividad de la aplicación del flujo de agua (Siempre debe haber un oficial de línea que pueda dirigir y detectar este tipo de cosas).*





- 28.** *En la canastilla de las máquinas escalera, solo debe estar el personal necesario y que este desempeñando una labor específica.*
- 29.** *Contemplar la necesidad de eliminar las barreras que no permitan la aplicación efectiva de espuma desde la superficie, por ejemplo derribar paredes, divisiones, etc.*
- 30.** *Si se decide implementar una operación ofensiva debe ser coordinada, soportada por varias líneas cercanas y no trabajos separados y sin respaldo.*
- 31.** *La aplicación de espuma se debe hacer sobre la superficie del área incendiada y no dirigida a un chorro de fuego (Incendio tridimensional).*
- 32.** *No aplicar los chorros maestros de espuma y agua dirigiéndolos hacia las nubes calientes de humo que salen del área de incendio, estos chorros deben ser direccionados y posicionadas sus descargas hacia la base del fuego o foco del incendio y preferiblemente mediante un ataque en superficie y no aéreo y retirado.*
- 33.** *Cuando el incendio ha terminado o el material combustible de la fábrica se ha consumido, se recomienda suspender el uso de los chorros maestros empleados en las labores de refrigeración de exposiciones y remoción de escombros para evitar la inundación del lugar sin necesidad. Usar líneas pequeñas.*
- 34.** *Si hay involucrado un carrotanque transportador de materias primas o producto terminado, usar el Procedimiento Operativo para el uso de Espuma en Carrotanques.....*
- 35.** *Se debe recomendar y recordar permanentemente a todo el personal involucrado, evitar las actitudes de protagonismo y película como si estuviéramos en Hollywood; es decir, no fomentar una baja percepción del riesgo y magnitud del escenario, lo que*





*puede llevar a correr grandes riesgos no valorados.*

- 36.** *Evalué permanentemente la calidad de la espuma y si cumple con el resultado esperado.*
- 37.** *Evaluación de riesgos derivados del proceso de extinción*

#### **4. Claves fundamentales para selección o cambio de un ataque ofensivo a defensivo durante incendio en fábrica de pinturas**

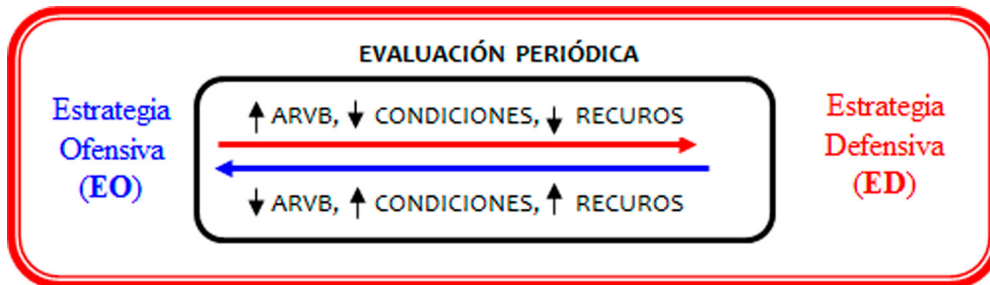
- 1.** *Si hace parte del equipo de líderes en el incendio o está a cargo de toda la operación, mantenga la calma y utilice un lenguaje claro, preciso y muy pausado para impartir las instrucciones a los ejecutores en el momento de crisis, esto le dará un gran sentido de administración a la emergencia.*
- 2.** *La toma de todas las decisiones debe estar basada en el ANÁLISIS DE RIESGOS a correr Versus los BENEFICIOS que se obtendrían (ARVB)<sup>[1]</sup> y usando el concepto DUDE para cada paso que se va a dar (Direccionamiento Unificado y Dosificado de Esfuerzos).*
- 3.** *Existen circunstancias en las que los bomberos deben invertir en ambos ataques (defensivo y ofensivo)<sup>[1]</sup> si las condiciones y la disponibilidad de los recursos lo permiten.*
- 4.** *Cuando el análisis muestre un riesgo alto y el beneficio a obtener es bajo, entonces preferir la Estrategia Defensiva (ARVB alto).*
- 5.** *La probabilidad de sobrevivir durante un incendio, disminuye con el tiempo. Si ha transcurrido mucho tiempo desde que inició el fuego y no se tiene certeza que puedan existir sobrevivientes; evalúe la opción de cambiar a una estrategia defensiva.*





6. Cuando el análisis muestre un riesgo bajo y el beneficio a obtener es alto, entonces preferir la Estrategia Ofensiva (ARVB bajo).

## 5. Guía para selección de estrategia de ataque



### Resumen de criterios cuadro guía para selección de estrategia de Ataque

ASPECTO	ESTRATEGIA OFENSIVA		ESTRATEGIA DEFENSIVA	
<b>Riesgo</b>	Bajo	↓ R	Alto	↑ R
<b>Beneficio</b>	Alto	↑ B	Bajo	↓ B
<b>Análisis de Riesgo Versus Beneficio</b> <b>ARVB= R/B</b>	Bajo	↓ ARVB	Alto	↑ ARVB
<b>Condiciones</b>	Mejoran	↑ Condiciones	Empeoran	↓ Condiciones
<b>Recursos</b>	Disponibles en cantidad suficiente	↑ Recursos	No disponibles en cantidad suficiente	↓ Recursos







## 6. Criterios específicos para selección o cambio de estrategia de ataque en el uso de espumas en carrotanques

<b>ESTRATEGIA OFENSIVA</b>	<b>ESTRATEGIA DEFENSIVA</b>
<b>ARVB ↓</b>	<b>ARVB ↑</b>
<i>Está totalmente identificada el área de incendio y su foco.</i>	<i>No se ha logrado identificar el foco del incendio y está generalizado en la planta.</i>
<i>Se ha logrado identificar la totalidad de las sustancias involucradas en el incendio y cercanías.</i>	<i>Solo se ha logrado identificar una parte de la totalidad de las sustancias involucradas.</i>
<i>Un solo tanque o contenedor involucrado</i>	<i>Varios contenedores involucrados.</i>
<i>Los bomberos no cuentan con la protección respiratoria para trabajar en medio de las grandes cantidades de humo denso en la zona del incendio.</i>	<i>Las grandes cantidades de humo denso no permiten el acercamiento de los bomberos a la zona del incendio.</i>
<i>Alta probabilidad de controlar<sup>[3]</sup> o extinguir el fuego rápidamente.</i>	<i>Baja posibilidad de controlar el incendio hasta un 90% de su intensidad<sup>[3]</sup>.</i>
<i>El riesgo para los bomberos es bajo y es posible salvar vidas.</i>	<i>Riesgo para los bomberos muy alto e imposible salvar vidas.</i>
<i>Se pueden salvar o proteger las exposiciones sin riesgo apreciable.</i>	<i>Poco lo que puede ser salvado.</i>





<b>ESTRATEGIA OFENSIVA</b>	<b>ESTRATEGIA DEFENSIVA</b>
<b>↑ CONDICIONES</b>	<b>CONDICIONES ↓</b>
<p><i>Las estanterías y el techo de los almacenamientos de materia prima o producto terminado afectados por el fuego aún no han colapsado por el efecto del calor.</i></p>	<p><i>Los esfuerzos son poco acertados cuando las estanterías y el techo de los almacenamientos de materia prima o producto terminado afectados por el fuego han colapsado por el efecto del calor.</i></p>
<p><i>La integridad estructural de las edificaciones del proceso de fabricación o bodegas de almacenamiento está asegurada.</i></p>	<p><i>No hay garantía sobre la integridad estructural de las edificaciones del proceso de fabricación o bodegas de almacenamiento por el efecto del calor y sobrecarga con el agua usada en la operación.</i></p>
<p><i>La brigada de emergencia de la fábrica de pinturas está actuando en el interior de la planta y necesita respaldo.</i></p>	<p><i>La brigada de emergencia trató de controlar el fuego y no tuvo éxito.</i></p>
<p><i>Hay varias rutas de acceso y egreso seguro a la zona afectada por el fuego.</i></p>	<p><i>No hay rutas de acceso y egreso seguro a la zona afectada por el fuego.</i></p>
<p><i>Las calderas de generación de vapor de agua, no están afectadas por el fuego.</i></p>	<p><i>Las calderas de generación de vapor de agua están afectadas por el fuego.</i></p>
<p><i>El almacenamiento de Nitrocelulosa está protegido o no fue afectado por el fuego.</i></p>	<p><i>El almacenamiento de Nitrocelulosa no está protegido o fue afectado por el incendio.</i></p>





<i>Disminución del ruido generado por el incendio del tanque o contenedor del combustible.</i>	<i>Incremento del ruido generado por el incendio tanque o contenedor del combustible.</i>
<i>El proceso ha sido parado o controlado en su totalidad.</i>	<i>El proceso no ha sido parado o controlado en su totalidad.</i>
<i>Los dispositivos de seguridad de los reactores y tanques han funcionado bien.</i>	<i>No se tiene certeza de que los dispositivos de seguridad de los reactores y tanques han funcionado bien.</i>
<i>Disminución de la presión de salida del combustible en los tanques o contenedores</i>	<i>Incremento de la presión de salida del combustible en los tanques o contenedores</i>
<b>ESTRATEGIA OFENSIVA</b>	<b>ESTRATEGIA DEFENSIVA</b>
<i>Disminución de la temperatura y calor radiante del área.</i>	<i>Incremento de la temperatura y calor radiante del área.</i>
<i>Disminución del área de derrame o incendio.</i>	<i>Incremento del área de derrame o incendio.</i>
<i>Combustión de los líquidos con características estables.</i>	<i>Salida de humo blanco (vapor de agua) en medio del humo negro y llamas.</i>
<i>Baja probabilidad de BLEVE</i>	<i>Alta probabilidad de BLEVE</i>
<i>Personas afectadas o con posibilidad de ser salvadas.</i>	<i>Vidas no involucradas y alto riesgo de exposición para los bomberos.</i>
<i>Ruptura parcial del tanque o contenedor</i>	<i>Ruptura total del tanque o contenedor</i>





<i>Hay posibilidad de proteger o salvar zonas no afectadas del proceso.</i>	<i>No hay posibilidad de proteger las zonas afectadas del proceso.</i>
<i>Existe un Sistema de Comando de Incidentes establecido y operando un Puesto de Mando Unificado en el sitio de la emergencia.</i>	<i>No se ha instalado un Sistema de Comando de Incidentes y no esta operando un Puesto de mando Unificado en el sitio de la emergencia.</i>
<i>Pocos equipos o áreas expuestas.</i>	<i>Muchos equipos y áreas expuestos.</i>
<i>Baja velocidad de salida del combustible desde el tanque o contenedor.</i>	<i>Incremento de la velocidad de salida del combustible.</i>
<i>Comunicación efectiva entre grupo interior y exterior de ataque.</i>	<i>Comunicación débil entre el grupo interior y exterior de ataque.</i>
<i>Baja intensidad de calor</i>	<i>Alta intensidad de calor.</i>
<i>Buena ventilación.</i>	<i>Ventilación ausente o deficiente</i>
<i>Contenedor de baja presión</i>	<i>Contenedor con alta presión</i>
<i>Derrame mediano o pequeño</i>	<i>Derrame grande</i>
<i>Está bien definida y contenida el área de derrame o incendio.</i>	<i>El área de derrame o incendio no ha sido controlada.</i>
<i>Zona de alto tráfico vehicular</i>	<i>Zona de bajo tráfico vehicular</i>
<i>Zona de incendio o derrame altamente poblada.</i>	<i>Zona de incendio o derrame poco habitada.</i>
<i>Con la estrategia inicial se ha logrado reducir el avance del derrame o la intensidad del fuego.</i>	<i>Han pasado varias horas y no se ha logrado controlar el incendio o derrame</i>





<p><i>Se cuenta en sitio con suficiente personal de refuerzo para relevar máximo cada 30 minutos al personal del ataque interior.</i></p>	<p><i>Por falta de apoyo los bomberos de ataque interior no han sido relevados después de 30 minutos.</i></p>
<p><b>ESTRATEGIA OFENSIVA</b></p>	<p><b>ESTRATEGIA DEFENSIVA</b></p>
<p>↑ <b>RECURSOS</b></p>	<p><b>RECURSOS</b> ↓</p>
<p><i>Se cuenta en sitio con máquinas extintoras para líquidos inflamables.</i></p>	<p><i>No se cuenta en sitio con máquinas extintoras para líquidos inflamables.</i></p>
<p><i>Alto cubrimiento de hidrantes en la zona.</i></p>	<p><i>Deficiencia de hidrantes en la zona</i></p>
<p><i>La fábrica cuenta con sistema de protección contra incendios como red contra incendio, hidrantes, gabinetes con mangueras, rociadores automáticos, etc.</i></p>	<p><i>La fábrica no cuenta ningún con sistema de protección contra incendios como red contra incendio, hidrantes, gabinetes con mangueras, rociadores automáticos, etc.</i></p>
<p><i>Se dispone en sitio de gran cantidad de mangueras suficientes para abastecer permanentemente todas las líneas instaladas.</i></p>	<p><i>La cantidad de mangueras disponibles en sitio no es suficiente para abastecer permanentemente todas las líneas instaladas.</i></p>
<p><i>En sitio hay disponibles monitores portátiles que puedan ser posicionados estratégicamente y abastecidos todo el tiempo sin poner en peligro la integridad de los bomberos.</i></p>	<p><i>No han llegado al sitio los monitores portátiles que puedan ser posicionados estratégicamente y abastecidos todo el tiempo sin poner en peligro la integridad de los bomberos.</i></p>





<i>Se tienen disponibles los planos de las instalaciones afectadas.</i>	<i>No se tienen disponibles los planos de las instalaciones afectadas.</i>
<i>Se ha determinado la cantidad de concentrado de espuma requerida para la extinción o supresión de vapores.</i>	<i>No se ha calculado los requerimientos de concentrado de espuma y agua.</i>
<i>Total disponibilidad del tipo adecuado y cantidad de concentrado de espuma en el sitio.</i>	<i>Baja disponibilidad en el sitio o por llegar del tipo de y cantidad de concentrado de espuma.</i>
<i>Suministro de agua garantizado.</i>	<i>Suministro de agua no garantizado</i>
<i>En sitio los accesorios adecuados y en cantidad suficiente para aplicación de espuma.</i>	<i>No se cuenta en sitio con los accesorios adecuados y en la cantidad suficiente para aplicación de espuma requerida.</i>
<i>Disponibilidad de servicios médicos en sitio de la emergencia.</i>	<i>No disponible en el sitio de la emergencia el servicio médico</i>
<i>Suficiente refuerzo del personal</i>	<i>Deficiente refuerzo de personal</i>

## **7. Determinación de cantidades de espuma y agua**

- 1.** *Se debe calcular o estimar el área cubierta por el derrame de combustible o el área de incendio (en metros cuadrados).*
- 2.** *Calcular o usar la tablas (pág.20-22) de flujo o caudal de agua y concentrado de espuma que se necesitará para la extinción del incendio o supresión de vapores.*  
**Nota #1:** *Las cantidades de concentrado de espuma calculadas con las siguientes expresiones son basadas en la Densidad de aplicación de espuma establecida por la norma NFPA 11 “Espumas de baja, media y alta expansión” edición 2005 para el uso de mangueras o monitores[2].*





3. Calcular la cantidad total de concentrado de espuma y agua para control y extinción del incendio.

### Fórmulas para calcular los flujos de agua y concentrado de espuma usando mangueras y/o monitores

Galones por minuto de **agua** para solución de espuma al 3%

$$(1) \quad GPM_{(agua-3\%)} = 1.72 \frac{GPM}{m^2} \times area \times 0,97$$

Galones por minuto de **concentrado** para solución de espuma al 3%

$$(2) \quad GPM_{(espuma-3\%)} = 1.72 \frac{GPM}{m^2} \times area \times 0,03$$

Galones por minuto de **agua** para solución de espuma al 6%

$$(3) \quad GPM_{(agua-6\%)} = 1.72 \frac{GPM}{m^2} \times area \times 0,94$$

Galones por minuto de **concentrado** para solución de espuma al 6%

$$(4) \quad GPM_{(espuma-6\%)} = 1.72 \frac{GPM}{m^2} \times area \times 0,06$$





**Nota #2:** Las cantidades totales de concentrado de espuma y agua calculadas con las siguientes expresiones son basadas en el tiempo aplicación de espuma establecida por la norma NFPA 11 “Espumas de baja, media y alta expansión” edición 2005 para la extinción (65 minutos) para la aplicación de espuma con mangueras o monitores<sup>[2]</sup> sobre tanques de almacenamiento y 15 minutos para el control inicial como Práctica Recomendada.

**Fórmulas para calcular las cantidades totales de agua y concentrado de espuma para control del incendio durante 15 minutos o supresión de vapores usando mangueras y/o monitores.**

Cantidad total de **agua** para solución de espuma al **3%**

$$(5) \quad \text{Galones}_{(\text{agua-3\%})} = 1.72 \frac{\text{GPM}}{\text{m}^2} \times \text{area} \times 0,97 \times 15 \text{ min}$$

Cantidad total de **concentrado** para solución de espuma al **3%**

$$(6) \quad \text{Galones}_{(\text{espuma-3\%})} = 1.72 \frac{\text{GPM}}{\text{m}^2} \times \text{area} \times 0,03 \times 15 \text{ min}$$

Cantidad total de **agua** para solución de espuma al **6%**

$$(7) \quad \text{Galones}_{(\text{agua-6\%})} = 1.72 \frac{\text{GPM}}{\text{m}^2} \times \text{area} \times 0,94 \times 15 \text{ min}$$







Cantidad total de **concentrado** para solución de espuma al 6%

$$(8) \quad \text{Galones}_{(\text{espuma-6\%})} = 1.72 \frac{\text{GPM}}{\text{m}^2} \times \text{area} \times 0,06 \times 15 \text{ min}$$

**Fórmulas para calcular las cantidades totales de agua y concentrado de espuma para extinción del incendio durante 65 minutos usando mangueras y/o monitores.**

Cantidad total de **agua** para solución de espuma al 3%

$$(9) \quad \text{Galones}_{(\text{espuma-6\%})} = 1.72 \frac{\text{GPM}}{\text{m}^2} \times \text{area} \times 0,97 \times 65 \text{ min}$$

Cantidad total de **concentrado** para solución de espuma al 3%

$$(10) \quad \text{Galones}_{(\text{espuma-3\%})} = 1.72 \frac{\text{GPM}}{\text{m}^2} \times \text{area} \times 0,03 \times 65 \text{ min}$$

Cantidad total de **agua** para solución de espuma al 6%

$$(11) \quad \text{Galones}_{(\text{agua-6\%})} = 1.72 \frac{\text{GPM}}{\text{m}^2} \times \text{area} \times 0,94 \times 65 \text{ min}$$

Cantidad total de **concentrado** para solución de espuma al 6%

$$(12) \quad \text{Galones}_{(\text{espuma-6\%})} = 1.72 \frac{\text{GPM}}{\text{m}^2} \times \text{area} \times 0,06 \times 65 \text{ min}$$





## 8. Tablas de cantidades de agua y concentrado de espuma

CANTIDADES DE CONCENTRADO Y AGUA PARA LA GENERACIÓN DE ESPUMA EN FUNCIÓN DEL ÁREA							
AREA (m <sup>2</sup> )	Flujo de solución de espuma (GPM)	USANDO ESPUMA AL 3%		USANDO ESPUMA AL 6%		Cantidad Total	
		Agua para espuma al 3% (GPM)	Concentrado al 3% (GPM)	Agua para espuma al 6% (GPM)	Concentrado al 6% (GPM)	espuma para 15 min al 3% (Gal)	espuma para 65 min al 3% (Gal)
10	17.2	16.7	0.5	16.2	1.0	7.7	33.5
20	34.4	33.4	1.0	32.3	2.1	15.5	67.1
30	51.6	50.1	1.5	48.5	3.1	23.2	100.6
40	68.8	66.7	2.1	64.7	4.1	31.0	134.2
50	86.0	83.4	2.6	80.8	5.2	38.7	167.7
60	103.2	100.1	3.1	97.0	6.2	46.4	201.2
70	120.4	116.8	3.6	113.2	7.2	54.2	234.8
80	137.6	133.5	4.1	129.3	8.3	61.9	268.3
90	154.8	150.2	4.6	145.5	9.3	69.7	301.9
100	172.0	166.8	5.2	161.7	10.3	77.4	335.4
110	189.2	183.5	5.7	177.8	11.4	85.1	368.9
120	206.4	200.2	6.2	194.0	12.4	92.9	402.5
130	223.6	216.9	6.7	210.2	13.4	100.6	436.0
140	240.8	233.6	7.2	226.4	14.4	108.4	469.6
150	258.0	250.3	7.7	242.5	15.5	116.1	503.1
160	275.2	266.9	8.3	258.7	16.5	123.8	536.6
170	292.4	283.6	8.8	274.9	17.5	131.6	570.2
180	309.6	300.3	9.3	291.0	18.6	139.3	603.7
190	326.8	317.0	9.8	307.2	19.6	147.1	637.3
200	344.0	333.7	10.3	323.4	20.6	154.8	670.8
210	361	350	11	340	22	162.5	704
220	378	367	11	356	23	170.3	738
230	396	384	12	372	24	178.0	771
240	413	400	12	388	25	185.8	805
250	430	417	13	404	26	193.5	839
260	447	434	13	420	27	201.2	872
270	464	450	14	437	28	209.0	906
280	482	467	14	453	29	216.7	939
290	499	484	15	469	30	224.5	973
300	516	501	15	485	31	232.2	1006
310	533	517	16	501	32	239.9	1040





**CANTIDADES DE CONCENTRADO Y AGUA PARA LA GENERACIÓN DE ESPUMA EN FUNCIÓN DEL ÁREA**

AREA (m <sup>2</sup> )	Flujo de solución de espuma (GPM)	USANDO ESPUMA AL 3%		USANDO ESPUMA AL 6%		Cantidad Total	
		Agua para espuma al 3% (GPM)	Concentrado al 3% (GPM)	Agua para espuma al 6% (GPM)	Concentrado al 6% (GPM)	espuma para 15 min al 3% (Gal)	espuma para 65 min al 3% (Gal)
320	550	534	17	517	33	247.7	1073
330	568	551	17	534	34	255.4	1107
340	585	567	18	550	35	263.2	1140
350	602	584	18	566	36	270.9	1174
360	619	601	19	582	37	278.6	1207
370	636	617	19	598	38	286.4	1241
380	654	634	20	614	39	294.1	1275
390	671	651	20	631	40	301.9	1308
<b>400</b>	<b>688</b>	<b>667</b>	<b>21</b>	<b>647</b>	<b>41</b>	<b>309.6</b>	<b>1342</b>
410	705	684	21	663	42	317.3	1375
420	722	701	22	679	43	325.1	1409
430	740	717	22	695	44	332.8	1442
<b>450</b>	<b>774</b>	<b>751</b>	<b>23</b>	<b>728</b>	<b>46</b>	<b>348</b>	<b>1509</b>
460	791	767	24	744	47	356	1543
470	808	784	24	760	49	364	1576
480	826	801	25	776	50	372	1610
490	843	818	25	792	51	379	1643
<b>500</b>	<b>860</b>	<b>834</b>	<b>26</b>	<b>808</b>	<b>52</b>	<b>387</b>	<b>1677</b>
510	877	851	26	825	53	395	1711
520	894	868	27	841	54	402	1744
530	912	884	27	857	55	410	1778
540	929	901	28	873	56	418	1811
550	946	918	28	889	57	426	1845
560	963	934	29	905	58	433	1878
570	980	951	29	922	59	441	1912
580	998	968	30	938	60	449	1945
590	1015	984	30	954	61	457	1979
<b>600</b>	<b>1032</b>	<b>1001</b>	<b>31</b>	<b>970</b>	<b>62</b>	<b>464</b>	<b>2012</b>
610	1049	1018	31	986	63	472	2046
620	1066	1034	32	1002	64	480	2079
630	1084	1051	33	1019	65	488	2113
640	1101	1068	33	1035	66	495	2147
650	1118	1084	34	1051	67	503	2180
660	1135	1101	34	1067	68	511	2214





**CANTIDADES DE CONCENTRADO Y AGUA PARA LA GENERACIÓN DE ESPUMA EN FUNCIÓN DEL ÁREA**

AREA (m2)	Flujo de solución de espuma (GPM)	USANDO ESPUMA AL 3%		USANDO ESPUMA AL 6%		Cantidad Total	
		Agua para espuma al 3% (GPM)	Concentrado al 3% (GPM)	Agua para espuma al 6% (GPM)	Concentrado al 6% (GPM)	espuma para 15 min al 3% (Gal)	espuma para 65 min al 3% (Gal)
670	1152	1118	35	1083	69	519	2247
680	1170	1135	35	1099	70	526	2281
690	1187	1151	36	1116	71	534	2314
<b>700</b>	<b>1204</b>	<b>1168</b>	<b>36</b>	<b>1132</b>	<b>72</b>	<b>542</b>	<b>2348</b>
710	1221	1185	37	1148	73	550	2381
720	1238	1201	37	1164	74	557	2415
730	1256	1218	38	1180	75	565	2448
740	1273	1235	38	1196	76	573	2482
750	1290	1251	39	1213	77	581	2516
760	1307	1268	39	1229	78	588	2549
770	1324	1285	40	1245	79	596	2583
780	1342	1301	40	1261	80	604	2616
790	1359	1318	41	1277	82	611	2650
<b>800</b>	<b>1376</b>	<b>1335</b>	<b>41</b>	<b>1293</b>	<b>83</b>	<b>619</b>	<b>2683</b>
850	1462	1418	44	1374	88	658	2851
900	1548	1502	46	1455	93	697	3019
950	1634	1585	49	1536	98	735	3186
<b>1000</b>	<b>1720</b>	<b>1668</b>	<b>52</b>	<b>1617</b>	<b>103</b>	<b>774</b>	<b>3354</b>
1050	1806	1752	54	1698	108	813	3522
1100	1892	1835	57	1778	114	851	3689
1150	1978	1919	59	1859	119	890	3857
1200	2064	2002	62	1940	124	929	4025
1250	2150	2086	65	2021	129	968	4193
<b>1300</b>	<b>2236</b>	<b>2169</b>	<b>67</b>	<b>2102</b>	<b>134</b>	<b>1006</b>	<b>4360</b>
<b>1400</b>	<b>2408</b>	<b>2336</b>	<b>72</b>	<b>2264</b>	<b>144</b>	<b>1084</b>	<b>4696</b>







[Honor, Valor, Disciplina]

# U.A.E. CUERPO OFICIAL **BOMBEROS** BOGOTÁ D.C.

Código: MAN-GTH-2

Versión: 1

Fecha: Agosto de 2014