

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

**Facultad de Ciencias y Humanidades**

**Departamento de Ingeniería Industrial**

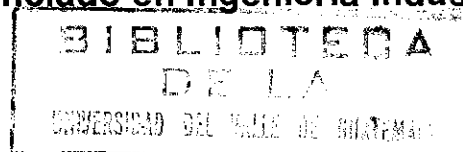


**MANUAL PARA ENTRENAR BRIGADAS CONTRA  
INCENDIOS EN ETAPA INICIAL,  
APLICABLE A INSTALACIONES INDUSTRIALES**

**JUAN MAURICIO BONIFASI PEREIRA**

**Trabajo de graduación presentado para optar al grado  
académico de**

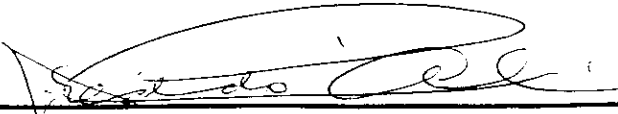
**Licenciado en Ingeniería Industrial**



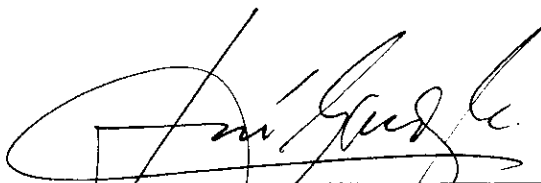
**Guatemala 1999**


**MANUAL PARA ENTRENAR  
BRIGADAS CONTRA INCENDIOS EN  
ETAPA INICIAL,  
APLICABLE A INSTALACIONES  
INDUSTRIALES**

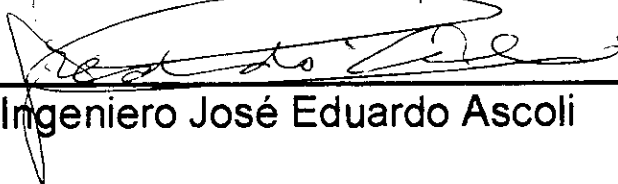
Vo. Bo. :

(f)   
Ingeniero José Eduardo Ascoli  
Asesor

Tribunal:

(f)   
Ingeniero José Joaquín Garóz

(f)   
Ingeniero Ronald Moreno

(f)   
Ingeniero José Eduardo Ascoli

Fecha de Aprobación: 29 de abril de 1999.

**A mi esposa Ana Lucía,  
a mi hija Isabella y  
a mis padres Patricia y Mauricio.**

# Índice de Contenido

	<b>Página</b>
I. Introducción.....	<b>1</b>
II. Objetivos.....	<b>2</b>
III. Organización y Responsabilidades de una Brigada contra Incendios.....	<b>3</b>
IV. ¿Qué es el fuego y cómo se comporta?.....	<b>10</b>
V. Cómo identificar un Riesgo de Incendio.....	<b>17</b>
VI. Materiales Peligrosos.....	<b>22</b>
VII. Extintores y Sistemas de Protección.....	<b>28</b>
VIII. Inspección de Incendios.....	<b>37</b>
IX. Planes de Acción.....	<b>43</b>
X. Mantenimiento del Equipo contra Incendios.....	<b>46</b>
XI. Seguridad de la Brigada.....	<b>51</b>
XII. Evaluación del Incendio y Evacuación.....	<b>55</b>
XIII. Extinción de Incendios.....	<b>59</b>
XIV. Protección de la Propiedad.....	<b>69</b>
XV. Anexo A: Requerimientos para una Brigada contra Incendios.....	<b>72</b>
XVI. Anexo B: Primeros Auxilios.....	<b>78</b>
XVII. Bibliografía.....	<b>82</b>

# I. Introducción

La protección contra incendios es un problema común en la Industria Centroamericana. Para afrontar este problema con éxito se ha desarrollado este manual de información técnica que permite introducir conceptos que ayudan a prevenir y combatir los incendios industriales en su etapa inicial. Este manual presenta los factores necesarios para entrenar y equipar adecuadamente una brigada contra incendios.

Existen varios métodos con los que una industria puede organizar a sus trabajadores para combatir emergencias de incendios. Estas opciones van desde la evacuación inmediata de todo el personal, hasta la formación de un grupo de trabajadores entrenado y equipado para combatir incendios. A este grupo de trabajadores especializados se le conoce como brigada contra incendios, y este manual se concentra específicamente en las brigadas contra incendios en su etapa inicial. Una brigada contra incendios en su etapa inicial es aquella que: combate incendios sin el uso de ropa protectora o equipo especial de respiración, no utiliza acciones evasivas para evitar el calor y el humo del incendio y lucha contra el incendio de una manera efectiva con extintores portátiles o mangueras de flujo menor o igual a 500 litros por minuto.

La mayoría de los incendios industriales pueden prevenirse o extinguirse antes de que ocurran daños irreparables. Una brigada contra incendios que sea parte de una empresa industrial, puede reducir las pérdidas causadas por los incendios. El manual que se presenta a continuación pretende hacer ver la necesidad de la creación de brigadas contra incendios en la industria de Guatemala y tiene como fin minimizar las pérdidas humanas y materiales debidas a los incendios industriales.

## **II. Objetivos**

### **A. General.**

Este manual para entrenar brigadas contra incendios en su etapa inicial tiene como propósito proporcionar al sector industrial de Guatemala, una guía práctica que muestre los requerimientos para organizar, entrenar y operar una brigada contra incendios en su etapa inicial.

### **B. Específicos.**

- Disminuir las pérdidas humanas y materiales causadas por los incendios industriales.
- Incrementar el nivel de seguridad para los trabajadores y visitantes de las fábricas.
- Proteger los bienes y activos de las empresas.
- Asegurar la continuidad de la operación industrial y por ende incrementar la estabilidad laboral y la rentabilidad.
- Ayudar a los cuerpos de bomberos nacionales por medio de la disminución de incendios estructurales.
- Disminuir los costos y la dependencia de los seguros.
- Incrementar el número de brigadas contra incendios en la industria Guatemalteca.

### **III. Organización y Responsabilidades de una Brigada contra Incendios**

En este capítulo se definen las responsabilidades que tiene la gerencia de la fábrica en lo que respecta a la brigada contra incendios. También describe las obligaciones generales de una brigada contra incendios. Las obligaciones y responsabilidades que se discuten, van desde reportar una emergencia hasta la planificación de evacuaciones y extinción de incendios. También se cubren los elementos de un plan de emergencia para los empleados y el estatuto organizacional de la Brigada contra Incendios. Por último, se discutirán la interacción de la brigada con agencias exteriores a la empresa, manejo de la información histórica y el cuidado del medio ambiente.

#### **Responsabilidades de la Gerencia**

La gerencia debe establecer una política, por escrito, que defina las responsabilidades y acciones que deben tomar los empleados a la hora de un incendio en las instalaciones de la fábrica. La gerencia debe determinar el nivel de respuesta de la brigada, preparar un estatuto organizacional y debe asegurarse que los empleados miembros de la brigada completen un curso de entrenamiento que posea entrenamientos periódicos. El entrenamiento debe ir acorde con las obligaciones y funciones asignadas, y la calidad y frecuencia del entrenamiento debe asegurar que los empleados pueden cumplir con sus obligaciones y funciones de una manera segura. Para cumplir estos objetivos, la gerencia debe decidir entre las siguientes opciones a protegerse de los incendios:

##### **Opción 1.**

Todos los empleados evacuarán la fábrica sin tomar acciones para controlar el incendio, solamente lo reportarán al cuerpo de bomberos. Para esta opción se requiere de entrenamiento en evacuaciones y se necesita conocer los procedimientos para reportar incendios.

##### **Opción 2.**

Empleados designados se entrenan en el uso de extintores portátiles y/o mangueras (flujo menor o igual a 500 L/min); estos empleados se autorizan a combatir un fuego en su etapa inicial cerca de su área inmediata de trabajo, solo si es prudente y no se corre mayor peligro. Entrenamiento inicial y prácticas anuales son requeridas.



### **Opción 3.**

Todos los empleados se entrenan en el uso de mangueras y extintores portátiles para fuegos en su etapa inicial que se originen cerca de su área inmediata de trabajo. Entrenamiento inicial y prácticas anuales son requeridas.

### **Opción 4.**

Se establece una Brigada contra Incendios en su Etapa Inicial, en donde empleados designados forman un equipo que responde de una manera organizada a los incendios incipientes que se originan en las áreas de la planta. Los miembros de este tipo de brigada no requieren de equipo personal de protección contra incendios y nunca deben tratar de extinguir un incendio en el cual se hace necesario agacharse debajo del humo para combatirlo.

### **Opción 5.**

Se establece una Brigada contra Incendios Estructurales, en la que los empleados miembros de la brigada se dedican tiempo completo a la brigada. Esta agrupación de empleados está organizada, entrenada y equipada para combatir incendios más allá de su etapa inicial tienen capacidad de actuar a un nivel paralelo al de los cuerpos de bomberos. Funcionalmente, la formación de este tipo de brigada es equivalente a operar un cuerpo de bomberos.

Este manual se concentrará en la Brigada contra Incendios en su Etapa Inicial o Incipiente. Es muy importante que los miembros de una brigada incipiente entiendan sus capacidades y limitaciones. Si para combatir un incendio se hace necesario gatear o realizar otra acción evasiva para evitar el calor y el humo, es porque el incendio ya no se encuentra en su etapa inicial; entonces los miembros de la brigada incipiente deben evacuar de inmediato.

## **Plan de Emergencia**

Debe existir un plan de emergencia por escrito, que cubra las acciones requeridas tanto de los empleados como de los patrones en caso de incendio. Este plan de acción debe contener todas las emergencias que se pueden anticipar en la fábrica. El plan debe ser revisado por cada empleado incluir como mínimo los siguientes elementos:

- Procedimientos generales de evacuación.
- Rutas de evacuación para cada área de la fábrica.
- Procedimientos a seguir por los empleados designados a cancelar operaciones críticas en la planta.
- Procedimientos a seguir después de la evacuación por todos los empleados.
- Especificaciones de las responsabilidades médicas y de rescate para los miembros de la brigada.

- Formas de reportar incendios.
- Un listado de nombres o puestos de trabajo de las personas o departamentos que deben ser contactados para mayor información acerca de las responsabilidades que asigna el plan.
- Plan de prevención de incendios que incluya normas de limpieza y orden, formas de almacenar combustibles, y una guía de mantenimiento para el equipo de la brigada.

### **Reportando Emergencias.**

Todo empleado de la fábrica debe saber cómo reportar una emergencia para que todos los empleados sepan que la emergencia existe y para que los miembros de la brigada puedan responder a la emergencia. Las formas de reportar una emergencia dependerán de las políticas adoptadas por la fábrica, que pueden ir desde un grito de auxilio hasta un sistema de alarma sofisticado. Lo que es importante es que todos los empleados conozcan el procedimiento de su fábrica. Se deben colocar letreros en toda la planta, y los empleados deben practicar periódicamente el procedimiento como parte de su entrenamiento.

### **Planes de Evacuación.**

Cada planta tiene requerimientos únicos en lo referente a evacuaciones. Como mínimo, todo plan de emergencia deberá contener los procedimientos para una evacuación completa de la fábrica. Dependiendo de la distribución de la planta, el número de empleados y otras variables, el plan puede estipular un método específico de evacuación para cada área de la planta. Todo plan debe incluir planos de planta amueblada detallados que muestren las rutas de salida en caso de emergencia. Estas rutas de evacuación deben ser colocadas en cada área de la planta. Para eliminar la confusión a la hora de una emergencia real, se deben realizar simulacros de evacuación de la planta. Es muy importante que el plan de evacuación incluya un método de conteo de personal. Si en caso de emergencia hiciera falta alguien, es necesario avisar inmediatamente al jefe de la brigada para que se inicie la búsqueda lo antes posible.

### **Tipos o Niveles de Evacuación.**

El tipo de evacuación en una situación de emergencia puede variar desde evacuar un área específica de la planta, a evacuar un nivel de la planta, hasta evacuar toda la planta. La gerencia de la fábrica deberá establecer una política que indique el tipo de evacuación dependiendo de la complejidad de la emergencia.

### **Identificación de Salidas de Emergencia.**

En todo establecimiento industrial, todas las salidas de emergencia deben ser plenamente identificadas y deben permanecer accesibles y sin obstrucciones. Las puertas de salida de emergencia deben permanecer sin llave mientras el establecimiento no esté vacío. Las puertas que tengan que

permanecer cerradas por razones de seguridad, se deben poder abrir de adentro hacia afuera.

### **Áreas de Refugio.**

Un área de refugio es un espacio que forma parte de la ruta normal de egreso, pero que está protegida del fuego por sistemas automáticos de protección o por separación física como paredes cortafuego o totalmente en otro edificio. Dentro del plan de emergencia, se deben especificar las áreas de refugio en donde el personal evacuado se deberá establecer. Las áreas de refugio son generalmente áreas abiertas adyacentes a la planta o parques alejados de la zona de peligro.

### **Conteo de Empleados Evacuados.**

Durante una emergencia, la gerencia es responsable de asegurarse que todos los empleados, visitantes y proveedores sean evacuados del área afectada por la emergencia. Para asegurarse de esto se debe realizar un conteo de cabezas, el cual se puede realizar por medio de empleados designados a chequear que las listas de ingreso a la planta coincidan con todas las personas en el área de refugio.

### **Explicación de Responsabilidades.**

Para mantener la seguridad de todos los empleados, es imperativo que cada uno conozca sus responsabilidades durante la emergencia. La gerencia debe asegurarse que cada empleado conozca sus responsabilidades. Esta información debe ser comunicada a los empleados durante las sesiones de entrenamiento y orientación, y se deben recordar con periodicidad.

## **Estatuto Organizacional de la Brigada contra Incendios**

Las empresas que eligen la formación de una brigada contra incendios deben preparar y mantener un estatuto o política escrita que establezca la existencia de la brigada contra incendios. El estatuto organizacional debe incluir, como mínimo, los siguientes elementos:

- Organigrama o estructura organizacional de la brigada.
- Descripción del entrenamiento (tipo, cantidad y frecuencia).
- Tamaño o número de personas de la brigada.
- Descripción de las funciones que la brigada debe desempeñar en la fábrica.

### **Estructura Organizacional.**

El estatuto organizacional para la brigada contra incendios debe asignar responsabilidades a cada puesto, establecer las limitaciones de operación de la brigada, y debe mostrar de qué manera la brigada se incluye en el plan de

emergencia de la fábrica. Adicionalmente el estatuto debe describir la relación de la brigada con los cuerpos de bomberos.

Para que la brigada contra incendios funcione, ciertos individuos deben ser asignados a puestos de liderazgo. Los puestos necesarios para una brigada y sus responsabilidades se listan a continuación:

**GERENTE DE BRIGADA.** Es el responsable final de todas las acciones de la brigada contra incendios y debe definir el nivel de respuesta de la misma. Generalmente el gerente de la brigada es el gerente encargado de la fábrica. Esta persona tiene la responsabilidad de asegurarse que la brigada sea proporcionada con un entrenamiento y un equipo adecuado para poder cumplir con sus responsabilidades.

**JEFE DE BRIGADA.** Es designado por el gerente y es el encargado de la organización, dirección y operación de la brigada contra incendios. El jefe de brigada es quien dirige las acciones de la brigada y los entrenamientos y es responsable de velar por que se mantenga el orden en todo momento.

**SUB JEFE DE BRIGADA.** Es un miembro de la brigada que sustituye al jefe de brigada en caso de que éste no se encuentre dispuesto.

**MIEMBRO DE BRIGADA.** Es responsable de llevar a cabo las acciones que dirige el jefe de brigada, es el miembro de la brigada quien se enfrenta directamente al incendio de una manera operativa. Es responsable de mantenerse entrenado lo suficiente como para mantener el nivel de competencia requerido para su posición.

**OTRO PERSONAL.** Hay otras personas ajenas a la brigada que aportan su ayuda en otras áreas como electricidad, mantenimiento, seguridad, y primeros auxilios.

### **Entrenamiento.**

El personal de la brigada debe ser proveído con la educación y el entrenamiento necesario para poder desarrollar cualquier tarea de una manera segura y efectiva. El entrenamiento debe ser dado por instructores calificados y se deben usar los métodos más efectivos de enseñanza. El entrenamiento debe incluir clases teóricas, lecturas y laboratorios prácticos, y debe basarse en el desempeño de los estudiantes mediante exámenes escritos. El entrenamiento debe incluir las lecciones tanto positivas como negativas aprendidas en situaciones de emergencia del pasado y simulacros. Estas críticas post-incendio son muy importantes para el desarrollo de los estudiantes.

El entrenamiento y los simulacros son dos cosas distintas. El entrenamiento incluye enseñanza/aprendizaje de nueva información o capacidades. Los simulacros son ejercicios realizados para practicar y/o evaluar entrenamiento recibido con anterioridad. Tanto los simulacros como el entrenamiento proveen un ambiente en el que el estudiante puede incurrir en

errores y aprender de ellos, para no cometerlos en la práctica. La brigada contra incendios debe realizar simulacros periódicos. Si en estos simulacros se descubren deficiencias, se deben remediar de inmediato. Se debe llevar un archivo de la historia del entrenamiento de cada miembro de la brigada.

### **Tamaño de la Brigada.**

El número de miembros de la brigada contra incendios depende de varios factores: el tipo de brigada, el número de empleados que trabajan en la fábrica, el tamaño de la fábrica, la cantidad y tipo de peligros que se encuentran en la fábrica y la disponibilidad de equipo contra incendios. Una brigada contra incendios puede estar formada de empleados que se ofrecen en forma voluntaria o empleados que se asignan a ella. La brigada se debe componer de trabajadores de cada turno y cada departamento de la fábrica de tal forma que se disponga de suficientes elementos a cualquier hora del día.

### **Funciones de la Brigada contra Incendios.**

Antes de que los miembros de la brigada puedan realizar cualquier tarea, deben pasar un examen médico completo. Este examen se realiza para asegurar que cada miembro tiene la capacidad física para realizar las tareas y responsabilidades asignadas. Las funciones que la brigada contra incendios debe realizar dependerá de factores específicos de cada fábrica. Aunque el plan debe especificar cuales son las funciones que la brigada deberá desempeñar, también debe especificar las funciones que la brigada no debe desempeñar. Así, el plan debe delimitar y definir las tareas y responsabilidades de la brigada.

## **Manejo de la Información Histórica**

La información histórica revela la necesidad de entrenamiento, revelando la cantidad de tiempo que ha pasado desde que un miembro de la brigada ha tenido algún entrenamiento en un tópico determinado. Para cada miembro de la brigada se deberá guardar la información histórica de al menos los siguientes ítems: entrenamiento, simulacros, combates reales a incendios, críticas de combate a incendios, inspecciones a equipo personal de protección, historial médico, exposiciones a materiales peligrosos.

La información histórica sobre entrenamientos debe incluir la fecha, hora, lugar, equipo usado, y tópico u objetivo de entrenamiento de la sesión, así como los nombres de todos los participantes e instructores. Adicionalmente, se debe guardar la información del desempeño de cada participante en la sesión. Las notas de exámenes, la capacidad demostrada, los ejercicios completados y otras medidas concretas de conocimiento se deben documentar. Esta información es la única prueba de que el miembro de la brigada ha sido entrenado y que está calificado para cumplir sus obligaciones.

## **Relación de la Brigada con Grupos Exteriores**

Las brigadas contra incendios se relacionan con varios grupos o agencias ajenas a la fábrica. Esta interacción generalmente ocurre debido a pactos de ayuda mutua con otras organizaciones similares. Entre estas agencias se encuentran: cuerpos de bomberos nacionales, otras brigadas contra incendios, grupos de paramédicos, policía, agencias de seguros, agencias gubernamentales y la prensa. Se debe desarrollar una buena comunicación con todas estas agencias para asegurar una respuesta adecuada cuando se necesite. Para iniciar la relación con estas agencias se comienza con una visita a la planta que sirve para mostrar los peligros de incendio que la fábrica pueda tener. Luego, los bomberos locales pueden ayudar a realizar un plan de acción en caso de incendio y planes de contingencia que sirvan para una respuesta más rápida y efectiva a las emergencias. Sin este tipo de cooperación, se reduce la habilidad de trabajar de una manera efectiva a la hora del incendio. El plan de acción que se desarrolle en conjunto con estas agencias debe ser probado en más de una ocasión por la brigada y las agencias involucradas. Una vez el plan ha sido discutido y hallado funcional, se debe practicar por lo menos anualmente y se deben hacer las mejoras necesarias. El cuerpo de bomberos local y las agencias de soporte sabrán exactamente qué hacer en caso de emergencia, ya que han participado en la realización del plan de acción.

## **La Brigada contra Incendios y el Medio Ambiente**

Algunos incidentes, al igual que algunas prácticas de entrenamiento, pueden tener un efecto negativo en el medio ambiente. La gerencia es responsable de instruir a los miembros de la brigada en los aspectos relacionados con el medio ambiente, en especial el manejo de materiales peligrosos en la planta.

## IV. ¿Qué es el Fuego y cómo se Comporta?

Para protegerse de un incendio se debe conocer el origen y el comportamiento del fuego. Si usted sabe como se desarrolla un fuego y conoce las condiciones que afectan el fuego, entonces sabrá como prevenir, controlar y extinguir un incendio.

### El Triángulo del Fuego

El fuego o combustión, es un proceso de oxidación rápido que produce calor y luz. Para explicar el proceso de la ignición, se usará la teoría del triángulo del fuego.

Un triángulo debe tener tres lados que cumplen ciertos criterios de longitud y posición para que el triángulo esté completo. De la misma forma, el fuego necesita de tres elementos claves para su existencia. Cada elemento es dependiente de los otros dos para que se produzca la combustión, es decir, ninguno de los elementos puede faltar para que se complete la combustión. Los tres elementos son: oxígeno (agente de oxidación), combustible (agente reductor) y calor (energía). Si falta alguno de estos tres elementos, o si no se encuentran en la combinación y proporción adecuadas, el fuego no puede existir.

Así, el mantener separados los tres elementos del triángulo del fuego es la clave para prevenir un incendio, y la remoción de uno o más elementos es la clave para extinguir un incendio.



## **Oxígeno.**

Este primer componente del triángulo del fuego es un gas no inflamable y un elemento básico para la vida. El aire que respiramos generalmente posee un 21% de oxígeno. Para que un incendio se inicie, generalmente es necesaria una concentración de por lo menos 16% de oxígeno. El oxígeno por sí mismo no arde, pero sí mantiene la combustión. Existen atmósferas con poco o nada de oxígeno que mantenga la combustión. Sin embargo, existen algunos elementos químicos que al combinarse pueden causar liberación de oxígeno dentro del triángulo del fuego; a estos elementos se les conoce como oxidantes.

## **Combustible.**

Este representa el agente reductor del triángulo del fuego. Puede ser sólido, líquido o gaseoso; pero si es sólido o líquido, el combustible debe sufrir cambios para convertirse en vapor para que la combustión se inicie. El combustible es el material o sustancia que se oxida en el proceso de combustión. La mayoría de los combustibles contienen carbono y combinaciones de hidrógeno y oxígeno.

Los combustibles sólidos llegan al punto de ignición por medio de la pirólisis. La pirólisis es la descomposición química de una sustancia por medio del calor, así cuando se calienta un combustible sólido, se desprenden vapores combustibles que causan la ignición.

Los combustibles líquidos se deben vaporizar para poder entrar en combustión. La vaporización ocurre cuando las moléculas del líquido escapan de su superficie hacia la atmósfera cercana por medio de la adición de energía. La vaporización generalmente requiere menos energía que la pirólisis.

Los combustibles gaseosos son generalmente los más peligrosos, debido a que se encuentran listos para la combustión y por lo tanto menos energía es requerida para que se prendan.

## **Calor.**

Es la energía que se necesita para evaporar el combustible y luego para la ignición del combustible vaporizado. El calor es el componente de energía del triángulo del fuego. El calor causa la pirólisis en los combustibles sólidos y la vaporización en los líquidos, adicionalmente provee la energía necesaria para la ignición y una vez iniciada la combustión, permite la producción e ignición de los combustibles para que la reacción del fuego pueda continuar.

Para que un incendio se sostenga y aumente su tamaño, debe incluirse otro factor conocido como **reacción en cadena**. La reacción en cadena se produce entre el combustible y el agente oxidante. A medida que el fuego arde, las moléculas del combustible se reducen a moléculas más simples dentro de la llama. Mientras el proceso de combustión continúa, el aumento de temperatura hace que el oxígeno adicional sea atraído al área caliente, más moléculas se



parten, entran en la reacción alcanzando su punto de ignición, luego empiezan a arder y aumenta la temperatura, lo cual a su vez demanda más oxígeno y continúa la reacción en cadena. Mientras exista suficiente combustible y oxígeno y mientras la temperatura se mantenga, la reacción en cadena propagará el proceso de combustión.

## **Desarrollo del Fuego**

Cuando los tres componentes del triángulo del fuego y la reacción química en cadena se juntan, ocurre la ignición. La ignición puede ser causada por una chispa o una llama, o puede ser causa del calentamiento propio del material combustible. En este punto el fuego es pequeño y generalmente está presente solo en el material donde se dio la ignición.

Poco después de la ignición, las llamas se desarrollan arriba del combustible que se ha prendido y el fuego atrae aire de sus alrededores. Esta etapa de crecimiento continuará mientras existan suficiente combustible y oxígeno.

Después del crecimiento máximo del fuego, se llega a una etapa de mantenimiento del incendio donde se encuentra en su máxima temperatura. En esta etapa, el combustible que se quema genera calores extremos y produce grandes volúmenes de gases.

Por último se tiene el decaimiento del incendio, que representa la etapa final del fuego. El decaimiento comienza cuando el fuego ha consumido todo el combustible existente. En esta etapa, la temperatura comienza a descender hasta que el fuego se extingue.

Hay varios factores que afectan el desarrollo del fuego desde su ignición hasta su decaimiento. Entre estos factores se encuentran: la ventilación, el tamaño y la localización del combustible que se prende primero y la disponibilidad de material combustible en el lugar del incendio.

## **Fuentes de Calor**

El aumento de temperatura es la causa de la ignición de la combustión; por ello, es fundamental entender lo que causa el calor y como puede transferirse de un área o sustancia a otra.

### **Electricidad.**

Es la causa principal de los incendios industriales. La electricidad produce calor a través de la resistencia, formación de arco y chispas. Adicionalmente, la electricidad estática también causa incendios, aunque no es el resultado del flujo de corriente en el sistema eléctrico de una instalación industrial.

La resistencia es la fuerza opuesta al flujo de corriente en los conductores eléctricos. Las bobinas de calentamiento en las estufas eléctricas, secadores,

calentadores y las bombillas dependen todas generalmente de la resistencia al flujo para producir calor o luz. Es importante observar que cuando por los conductores fluye más corriente de la que se puede conducir, se produce recalentamiento del conductor lo cual puede originar un incendio.

El chisporroteo ocurre cuando la electricidad salta o se descarga rápidamente (chispa). Una chispa generalmente no enciende materiales combustibles ordinarios, pero en presencia de vapores inflamables, puede suministrar energía suficiente para causar la ignición.

La formación de arco se produce cuando una descarga eléctrica salta entre dos polos. El arco puede ser constante o repetitivo, y puede generar suficiente calor para encender materiales combustibles y vapores inflamables.

La chispa por energía estática ocurre cuando se descarga un cuerpo energizado en otro cuerpo que está aterrizado. Aunque se considera que la energía estática es inofensiva, el salto de chispa que ocurre cuando se transvasan líquidos inflamables de un recipiente a otro, ha sido considerado como el factor responsable de miles de incendios. Por esta razón los recipientes para transvasar líquidos inflamables deben estar debidamente conectados a tierra para prevenir una descarga por estática.

### **Llama Abierta.**

La llama abierta de equipos de soldadura, fósforos, cigarrillos y algunos procesos industriales pueden elevar la temperatura de materiales combustibles hasta su punto de ignición.

### **Fricción.**

Procesos industriales donde se frotan dos superficies pueden generar calor por medio de la fricción. Chispas de impacto, una faja usada, o falta de lubricación adecuada, pueden crear aumentos de temperatura suficiente para incendiar un combustible.

### **Gases Comprimidos.**

Cuando un gas se libera rápidamente de un envase presurizado, el envase se enfría hasta formar escarcha en su superficie. Por el contrario, cuando se comprime un gas se genera calor. Sin una protección adecuada, el proceso de compresión puede generar suficiente calor para permitir la ignición de un combustible.

### **Superficies Calientes.**

Estufas, hornos y otras superficies calientes, pueden ocasionar suficiente transferencia de calor como para encender materiales combustibles cercanos, aún en ausencia de llama abierta.

## **Transferencia de Calor**

El calor es energía y se puede transferir de una sustancia a otra. El calor siempre se transfiere de la sustancia más caliente a la menos caliente, hasta que ambas estén a la misma temperatura (temperatura de equilibrio). Esta transferencia de calor es causante de incendios de materiales combustibles o inflamables, aunque no estén en contacto directo con la llama. El calor se puede transferir por las siguientes formas: conducción, difusión, radiación, o contacto directo con la llama.

### **Conducción.**

Es la transferencia directa del calor entre dos sustancias en contacto o a través de una sustancia intermedia en contacto con las otras dos. Un ejemplo de transferencia de calor por conducción es el calentamiento de una cuchara metálica al entrar en contacto con una tasa que contiene agua caliente.

### **Difusión o Convección.**

Se produce cuando un gas o un líquido circula entre dos superficies con temperaturas diferentes. Entonces habrá un incremento en la temperatura de la superficie más fría y un decremento en la temperatura de la superficie más caliente.

### **Radiación.**

Al igual que las ondas de luz, las ondas calóricas se producen e irradian en línea directa desde la fuente de calor. Si uno se para frente a una estufa de leña, puede obtener calor de radiación sin ponerse en contacto directo con la estufa. Un material combustible puede ganar calor simplemente por estar cerca de una fuente de calor y puede llegar a su temperatura de ignición. Como la luz, las ondas calóricas son absorbidas por las superficies oscuras y opacas, y son reflejadas por las claras y brillantes.

### **Contacto Directo.**

Si una sustancia empieza a quemarse y da inicio la reacción en cadena, todo material que esté en contacto directo con las llamas aumentará su temperatura. Cuando el material llegue a su punto de ignición, empezará a arder y sus llamas transferirán calor por contacto directo a otros materiales que entren en contacto directo.

## **Productos de la Combustión**

La combustión de los materiales implica una descomposición química de dichos materiales en varios subproductos que en su mayoría ponen en peligro la salud de las personas en un incendio. La mayoría de los materiales combustibles

contienen carbón. Durante la combustión, estos materiales liberan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y con más frecuencia monóxido de carbono (CO). El monóxido de carbono es un gas incoloro, insípido e inodoro que al ser inhalado por el sistema respiratorio, se desplaza al oxígeno de la sangre lo cual perjudica seriamente la salud. Por otro lado la inhalación del dióxido de carbono aumenta el ritmo respiratorio y hace que se inhalen cantidades de otros gases producidos en la combustión.

Los incendios producen mucho humo, el cual es una combinación de gases del fuego y de productos de combustión de líquidos y sólidos en suspensión. Además del peligro de inhalar gases tóxicos, el humo limita la visibilidad, y causa irritación en los ojos, nariz, boca y vías respiratorias.

Otros gases subproductos de la combustión de algunos materiales se resumen en la tabla a continuación, en donde se describen sus efectos toxicológicos.

**Tabla 2.1, Efectos Toxicológicos de Gases Generados en Incendios**

Gas	Fuente	Toxicología
Cianuro de Hidrógeno (HCN)	Combustión de lana, seda, polinyon, poliuretano y papel.	Veneno fatal que asfixia rápidamente.
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	Textiles, nitrato de celulosa y celuloide.	Fuerte irritante pulmonar capaz de producir muerte inmediata como también daños de efecto tardío.
Amoniaco (NH <sub>3</sub> )	Lana, seda, nylon y melamina.	Olor irresistible, acre, irritante de ojos y nariz.
Cloruro de Hidrógeno (HCl)	Cloruro de polivinilo (PVC), y otros materiales tratados con retardadores de llama.	Irritante respiratorio.
Gases Halógenos Ácidos (HF y HBr)	Resinas o películas fluoradas y retardadores de incendio con bromo.	Irritantes respiratorios
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	Materiales que contienen azufre.	Fuerte irritante, intolerable por debajo de concentraciones letales.

## **Explosiones**

Explosión es una liberación repentina de energía a través de la expansión rápida de un gas. Vapores combustibles y oxígeno normalmente están bien mezclados antes de una explosión. Muy frecuentemente las explosiones ocurren como un proceso de combustión en espacios confinados. Es imprescindible que los miembros de las brigadas contra incendios entiendan que son muchas las sustancias que pueden producir explosiones, desde altas concentraciones de vapores combustibles, suspensión de partículas de combustible sólido en el aire, compuestos químicos explosivos o combinaciones de estas y otras sustancias.

## **V. Cómo Identificar un Riesgo de Incendio**

Los miembros de la brigada contra incendios pueden contribuir significativamente a la seguridad y el bienestar de todos los empleados de la fábrica si reconocen los peligros que se encuentran en el lugar de trabajo antes de que éstos se conviertan en un incendio que provoque pérdidas. Los incendios pueden dañar la salud de los trabajadores, pueden interrumpir la producción, y probablemente crearán la necesidad de limpiezas costosas o reconstrucción. La mayoría de estas contingencias se pueden evitar si todos los empleados siguen las reglas de seguridad establecidas. Sin embargo, cuando las reglas no se siguen, los miembros de la brigada deben tener la capacidad de reconocer los peligros resultantes y deben proveer su corrección. Este capítulo presenta las bases para que los miembros de la brigada identifiquen y evalúen los riesgos de un incendio en las fábricas. Estos peligros se enmarcan en fuentes de ignición, fuentes de combustible, fuentes de oxígeno y riesgos contra la seguridad personal.

### **Actos Inseguros y Condiciones Peligrosas**

Los accidentes y por lo tanto los incendios, son el resultado de actos inseguros y condiciones peligrosas. Un acto inseguro es una acción individual que puede causar un accidente o un incendio. Por ejemplo, un empleado trasvasando líquidos inflamables sin tener recipientes con aislamiento. Una condición de riesgo o peligrosa es una situación física en el ambiente de la fábrica que puede causar un incendio o un accidente. Un ejemplo de una condición peligrosa es una puerta de salida de incendio atorada.

Los actos inseguros se corrigen educando a las personas y estableciendo procedimientos para las operaciones de alto riesgo. Las condiciones de riesgo de incendio pueden corregirse por medio del mantenimiento adecuado o tomando las precauciones de seguridad apropiadas.

### **Riesgos de Incendio por Fuentes de Ignición**

#### **Electricidad.**

En los Estados Unidos, aproximadamente el 22% de los incendios en fábricas se inician como consecuencia del calor y saltos de arco al sobrecargar equipos eléctricos.

Los circuitos industriales deben estar debidamente protegidos contra sobrecargas, por medio del uso de fusibles e interruptores de capacidad apropiada, atendiendo al calibre del alambre y la cantidad de amperaje del circuito. Los saltos de arco suceden generalmente cuando se encuentran aislantes deteriorados o uniones deficientes entre conductores. Adicionalmente, los motores eléctricos son causa de incendios industriales cuando se ubican

cerca de material combustible o se encuentran cubiertos de polvo saturado de aceite y otros combustibles.

### **Objetos Calientes y Fricción.**

Aproximadamente un 16% de los incendios en las plantas industriales son causados por el calor de la fricción, metales fundidos o equipos calientes. La fricción genera calor cuando existe rozamiento de equipo metálico en partes vibratorias, poleas, etc., así como en operaciones industriales de corte y pulido de materiales. Otras fuentes de ignición de este tipo son: metales derretidos, partes de máquinas calientes, calderas y hornos.

### **Dispositivos Incendiaros.**

Se estima que aproximadamente un 11% de los incendios industriales son causados intencionalmente por dispositivos incendiarios. Por ello es que es muy importante el control de las personas que ingresan a la fábrica.

### **Equipos Industriales que Funcionan a Base de Combustibles.**

Un 8% aproximadamente de los incendios en la industria se deben a desperfectos mecánicos y funcionamiento defectuoso de este tipo de equipos.

### **Sopletes y Soldadura.**

La mayoría de las plantas industriales usan equipos de corte de oxiacetileno. El uso de estos equipos representa un alto riesgo de incendio de materiales combustibles. El no colocar barreras de protección para aislar los materiales combustibles de las chispas, no humedecer o cubrir pisos combustibles, son todas condiciones peligrosas y actos inseguros que pueden causar incendios. Se estima que un 8% de los incendios industriales son causados por sopletes y soldaduras.

### **Combustión Espontánea.**

Los desechos de trapos impregnados con aceite son la causa principal de la combustión espontánea en las plantas industriales. Cuando el aceite se seca, se produce calor debido a la oxidación. Si este calor no es disipado en el aire (debido al amontonamiento de trapos) ocurre una combustión espontánea. Adicionalmente a los trapos con aceite, existen mezclas de químicos que pueden generar calor y causar un incendio. Se cree que aproximadamente el 5% de los incendios en la industria se inician por la combustión espontánea.

### **Cigarros.**

Se estima que un 30% de los incendios industriales ocurren por arrojar cigarros descuidadamente. Por esta razón se deben designar áreas específicas donde se pueda fumar, y se deben colocar recipientes adecuados para que no se arrojen ni fósforos ni cigarros cerca de materiales combustibles.

## **Riesgos de Incendio por Fuentes de Combustible**

El combustible es el segundo elemento del triángulo del fuego. Estos pueden existir en forma sólida, líquida o gaseosa. Para que un combustible se queme debe alcanzar determinada temperatura (temperatura de ignición), y entre más baja sea esta temperatura, más peligroso será el material.

### **Combustibles Sólidos.**

La basura y los desperdicios industriales se pueden convertir en combustible para incendios. Para evitar que esto suceda, la basura se debe colocar en recipientes con tapa y de un tamaño pequeño, para que en caso de quemarse, el incendio pueda extinguirse fácilmente.

El polvo se forma de partículas de combustible sólido finamente divididas. Generalmente, la combustibilidad, la finura de las partículas y el contenido de humedad determinan la facilidad con que el polvo se prende.

Los trapos y otros materiales saturados en aceite se deben arrojar en recipientes metálicos pequeños con tapa de cierre automático. Este tipo de recipiente limita la cantidad de oxígeno, y por lo tanto la capacidad de combustión espontánea.

Los materiales de empaque frecuentemente son combustibles. Este material se debe almacenar en armarios con fusibles de cierre automático en caso de incendios para aislarlo y controlar los riesgos de que se prenda.

### **Líquidos Inflamables.**

Los líquidos inflamables se deben mantener en pequeñas cantidades y se deben almacenar en canecas de seguridad con evacuación de vapores. Cuando no se utilicen canecas de seguridad, los recipientes se deben almacenar en armarios para líquidos inflamables.

Debido a que los líquidos inflamables emanan vapores inflamables, se hace indispensable un sistema adecuado de ventilación que prevenga la acumulación de estos vapores.

### **Gases Inflamables.**

Los gases son usados como combustible en muchos procesos industriales tales como: corte y soldadura, refrigeración, tratamientos de calor, tratamientos de aguas, etc.

Los gases generalmente se encuentran seguros en sus recipientes, sin embargo, un escape de gas de su depósito de almacenamiento no es fácil detectarlo. Es por esto que algunos gases se odorizan para facilitar su identificación. Los gases inflamables mezclados con oxígeno y aire se queman rápidamente o explotan al encenderse. Como algunos gases son más pesados que el aire, tienen más potencialidad de ponerse en contacto con fuentes de ignición.



Los envases de manejo de gases combustibles deben utilizar válvulas de seguridad de sobre presión, las cuales se deben mantener en óptimas condiciones. De ser posible, el almacenaje de estos envases debe ser al aire libre colocados en posición vertical, asegurados con cadenas o cuerdas, alejados de otros materiales combustibles y en áreas donde no se permita fumar.

## **Riesgos de Incendio por Fuentes de Oxígeno**

El medio ambiente contiene aproximadamente un 21% de oxígeno, y la mayoría de materiales se queman con tan solo 16% de oxígeno. A medida que la concentración de oxígeno aumenta, la intensidad de la combustión aumenta. Como un agente oxidante libera oxígeno cuando se quema, los materiales oxidantes tales como bromatos, cloratos, nitratos, permanganatos y otros compuestos similares se deben almacenar lejos de líquidos combustibles.

## **Riesgos contra la Seguridad Humana**

### **Obstáculos en la Evacuación.**

La evacuación del personal se puede arriesgar por la obstrucción parcial o total de las salidas de emergencia existentes. Las rutas de salida de emergencia se deben mantener despejadas todo el tiempo, y cualquier material u obstáculo que reduzca el ancho de los corredores originales se debe remover tan pronto como se descubre.

Una salida de emergencia es un camino que conduce a un área fuera de peligro a los ocupantes de la instalación. Generalmente consta de un corredor de acceso a la salida y la puerta de salida. Todos los corredores de salidas de emergencia deben ser de un ancho adecuado dependiendo del flujo de personas que deberá soportar a la hora de una emergencia. Las puertas de salida de emergencia deben ser abatibles hacia la parte de afuera del edificio y deben permanecer sin llave mientras el edificio se encuentre ocupado.

El código de normas NFPA 101 (Código de Seguridad Humana), presenta las normas para la protección contra incendio de los ocupantes de las instalaciones industriales. Los objetivos principales del código son:

1. Proveer salidas de emergencia adecuadas.
2. Asegurar que la construcción garantice la integridad estructural durante un incendio, mientras se efectúa la evacuación.
3. Proveer salidas de emergencia que vayan de acuerdo con el tamaño y tipo de instalación.
4. Asegurar que las salidas de emergencia permanezcan sin llave y sin obstrucciones.
5. Velar por que las vías de evacuación estén claramente señalizadas.

6. Proveer iluminación adecuada.
7. Asegurar una detección temprana del fuego.
8. Proveer salidas adicionales alternas.
9. Asegurar la protección adecuada de las gradas de evacuación en el caso de una instalación de varios niveles.
10. Proveer equipos de protección contra incendio y mantener este equipo en lugares de fácil acceso.

Las violaciones a estos objetivos del código constituyen riesgos que pueden costar vidas humanas durante un incendio.

## **VI. Materiales Peligrosos**

Un material peligroso se define como una sustancia, en estado líquido, sólido o gaseoso, que puede poner en peligro la salud, vida y/o la propiedad. Los miembros de la brigada contra incendios deben conocer la localización de los materiales peligrosos en la fábrica y deben conocer los peligros que presentan durante su uso, así como los peligros que presentan cuando se queman o encuentran en un área de riesgo. Cada miembro de la brigada debe conocer los efectos físicos que estos materiales pueden tener en su salud, los métodos para protegerse de ellos y los procedimientos que debe seguir en caso de exposición.

### **Naturaleza de los Materiales Peligrosos**

Los materiales peligrosos se pueden clasificar en tres grupos de acuerdo a sus efectos: sustancias que afectan la salud, sustancias que afectan el fuego y sustancias que pueden reaccionar violentamente. Generalmente, los materiales peligrosos presentan uno o más de estos efectos.

#### **Sustancias que Afectan la Salud.**

Hay materiales peligrosos que afectan la salud, entre éstos están los venenos o sustancias tóxicas que entran al cuerpo por inhalación, ingestión o por absorción de la piel. Los venenos aún en pequeñas cantidades pueden poner en peligro la vida. Los materiales corrosivos pueden causar daño permanente a la piel, dejando cicatrices. Existen agentes etiológicos que dejan microorganismos que pueden causar enfermedades; teratógenos que pueden causar deformaciones en el feto de la mujer embarazada; y mutógenos que pueden causar daños genéticos en futuras generaciones.

#### **Sustancias que Afectan el Fuego.**

Existen muchos materiales que se consideran peligrosos debido a su bajo punto de inflamación, baja temperatura de ignición u otras propiedades físicas o químicas; o por las condiciones que rodean su combustión. Los materiales peligrosos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos. Por definición, todos los líquidos inflamables se consideran peligrosos. Un líquido inflamable es una sustancia que tiene su punto de inflamación por debajo de los 37.8 °C. El punto de inflamación de un líquido es la temperatura en la cual el líquido libera vapores en suficiente concentración para producir inflamación en presencia de una fuente de ignición externa. Los líquidos combustibles son aquellos que tienen su punto de inflamación por encima de los 37.8 °C y a menos que se les caliente más allá de su punto de inflamación, no presentan un riesgo serio de incendio.

Los sólidos inflamables son aquellos materiales sólidos que prenden con facilidad y se queman rápidamente. Muchos sólidos inflamables se presentan en forma de polvo.

Un gas inflamable es aquel que se quema en presencia de oxígeno, mientras uno no inflamable no arde en el aire, pero mantiene la combustión.

Uno de los principales riesgos con gases y líquidos inflamables son las explosiones de vapores en expansión de líquidos en ebullición. Estas explosiones ocurren cuando un líquido en un recipiente cerrado se calienta por encima de su punto de ebullición a la presión atmosférica normal. Si la presión desarrollada por el calentamiento del líquido sobrepasa la capacidad del recipiente, se produce una explosión.

### **Sustancias que Reaccionan Violentamente (Reactivos).**

Hay materiales que son peligrosos debido a la forma violenta como reaccionan con otras sustancias o por sí mismos. Los explosivos son materiales que detonan o deflagran. Las sustancias oxidantes liberan óxido y ayudan a la combustión. Las reacciones entre oxidantes y otras sustancias generalmente liberan calor.

## **Identificación de Materiales Peligrosos**

Toda fábrica debe contar con un sistema de identificación de materiales peligrosos. Lo ideal es que una etiqueta de información relativa a la salud, fuego, reactividad, y adicionalmente proporcione una descripción del equipo de protección personal necesario para manipular el material.

Un sistema de identificación de materiales bastante completo, es el que presenta la norma NFPA 704 (Identification of the Fire Hazards of Materials), el cual presenta información sobre el grado de riesgo para la salud, el grado de inflamabilidad y reactividad del material, así como una cuarta categoría especial que previene contra la radiación, la capacidad de oxidación o la reactividad de los materiales con el agua.

En el sistema NFPA 704 que se resume a continuación, el número 4 representa el más alto grado de riesgo y 0 el más bajo.

### **Grados de Riesgo a la Salud.**

Grado 4. Materiales que con una corta exposición pueden causar la muerte o daño permanente en caso de atención médica inmediata, y materiales que no se pueden manipular sin equipo especial de protección.

Grado 3. Materiales que bajo una corta exposición pueden causar daños temporales o permanentes aunque se dé pronta atención médica.

Grado 2. Materiales que bajo su exposición intensa o continua pueden causar discapacidad temporal o posibles daños permanentes, a menos que se preste atención médica de inmediato.

Grado 1. Materiales que bajo su exposición causan irritación, pero sólo daños residuales menores aún en ausencia de asistencia médica.

Grado 0. Materiales que su exposición en condiciones de incendio no ofrecen otro peligro que aquél del material combustible ordinario.

#### **Grados de Riesgo de Inflamabilidad.**

Grado 4. Materiales que se vaporizan rápidamente a la temperatura y presión atmosférica ambiental, o que se queman fácilmente en el aire.

Grado 3. Líquidos y sólidos que pueden encenderse en casi todas las condiciones de temperatura ambiental. Los materiales en este grado producen una atmósfera peligrosa con el aire en casi todas las temperaturas ambientales.

Grado 2. Materiales que se deben calentar moderadamente o que se deben exponer a temperaturas altas antes de que ocurra la ignición. Estos materiales, bajo temperaturas ambientales altas pueden liberar vapor en cantidades suficientes para producir atmósferas peligrosas con el aire.

Grado 1. Materiales que deben precalentarse antes de que la ignición ocurra. Los materiales en este grado requieren un precalentamiento considerable en todas las condiciones de temperatura ambiental, antes de que la ignición y la combustión tengan lugar.

Grado 0. Materiales que no se quemar. Este grado incluye todo material que no se quema en el aire cuando se expone durante cinco minutos a temperaturas de 815.5 °C.

#### **Grados de Riesgo por Reactividad.**

Grado 4. Materiales que por sí solos son capaces de explotar o detonar a temperatura y presión normales. Estos materiales son susceptibles a golpes térmicos o mecánicos en condiciones normales.

Grado 3. Materiales capaces de explotar o detonar y que requieren de un fuerte agente iniciador o que deba calentarse en confinamiento antes de la ignición. Materiales susceptibles a golpes térmicos o mecánicos a temperatura y presión elevadas. Materiales que reaccionan con agua sin necesidad de calor o confinamiento.

Grado 2. Materiales listos a sufrir cambios químicos violentos pero que no detonan. Materiales que pueden sufrir cambios químicos con liberación rápida de energía a temperatura y presión normales y que pueden sufrir cambios violentos a temperatura y presión elevadas.

Grado 1. Materiales normalmente estables, pero que pueden llegar a ser inestables sometidos a presiones y temperaturas elevadas, o que pueden reaccionar en contacto con el agua o con alguna liberación de energía, aunque no en forma violenta.

Grado 0. Materiales estables aún en condiciones de incendio y que no reaccionan con el agua.

#### **Riesgos Especiales.**

Materiales que demuestran reactividad con el agua se deben identificar con la letra W atravesada en el centro por una línea horizontal.

Materiales que poseen propiedades oxidantes se identifican con las letras OXY.

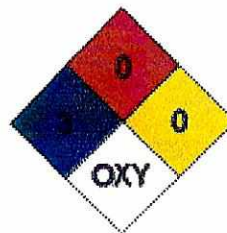
Materiales que encierran peligros de radioactividad se deben identificar con el símbolo universal de radioactividad.

El sistema de rotulación de la norma NFPA 704 consiste en un cuadrado grande en posición de diamante, el cual está dividido en cuatro cuadrados interiores, donde el riesgo de salud es de color azul y se ubica a la izquierda, el riesgo de inflamabilidad es de color rojo y se ubica en el cuadro superior y el riesgo de reactividad es amarillo y se encuentra a la derecha. La información de los riesgos especiales se encuentra en el cuadro inferior. A continuación se presentan algunos ejemplos de este sistema de rotulación:

Peróxido de Hidrógeno



Oxígeno Líquido



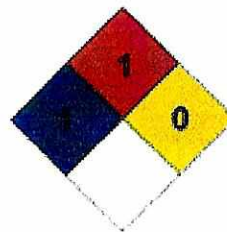
Nitroglicerina



Butano



Sulfuro



De los ejemplos anteriores se observa que el oxígeno líquido presenta el mayor peligro para la salud, el butano es el más inflamable, y la nitroglicerina es la más inestable. El peróxido de hidrógeno y el oxígeno líquido son ambos oxidantes, y aunque no se queman, liberan oxígeno durante la combustión.

## **Extinción de Incendios que Involucran Materiales Peligrosos**

Para controlar o extinguir un incendio de materiales peligrosos, se hace indispensable que los miembros de la brigada tengan un conocimiento extenso de los peligros que pueden encontrar. Los miembros de la brigada deben estar preparados para decidir si se arriesgan a combatir un incendio tomando en cuenta las limitaciones del equipo contra incendio con el que cuentan.

El Consejo Nacional de Seguridad de Transporte de los Estados Unidos de América, desarrolló un esquema de toma de decisiones que consta de seis pasos, el cual ayuda a los bomberos a decidir si se combate o no un incendio de materiales peligrosos. Este esquema se denomina, proceso DECIDE y sus pasos son:

- 1. Detectar la presencia de materiales peligrosos.**  
Se determina el tipo de material involucrado y los daños que dicho material pueda causar. Si no se puede identificar el material no queda más que evacuar las instalaciones.
- 2. Estimar los posibles daños sin intervención de la brigada.**  
Si el incendio no se combate y el material se deja arder sin control, se deben evaluar las posibilidades de muertos, heridos y daños a la propiedad. Si el daño que puede ocurrir si el incendio no es combatido es mínimo, una decisión sensata es dejar que el material peligroso se consuma en las llamas.
- 3. Clasificar los objetivos.**  
Dependiendo de los daños estimados en el inciso 2, se debe hacer un inventario de objetivos los cuales deben identificar lo que se puede salvar de acuerdo con diferentes intervenciones de la brigada.
- 4. Identificar posibles acciones a tomar.**  
Se deben evaluar los pros y los contras de combatir el incendio. Una brigada para combatir incendios en su etapa inicial, generalmente no cuenta con equipo para combatir un incendio de materiales peligrosos. Por esto, a menos que la fuente de incendio sea pequeña y sin riesgo potencial para la salud, la decisión correcta será evacuar la fábrica.
- 5. Desarrollar la mejor opción.**  
Tomar acción en base al inciso anterior.

**6. Evaluar el progreso.**

A medida que se ejecuta la decisión tomada, el jefe de la brigada debe verificar si lo que se planeó y lo que se previó es lo que está sucediendo. Si el desenlace no es como se esperaba, el proceso DECIDE se debe repetir para obtener buenos resultados.



## **VII. Extintores y Sistemas de Protección**

Los extintores portátiles son clave para combatir un incendio en su etapa inicial y los miembros de la brigada deben poseer amplios conocimientos acerca de éstos, así como de los sistemas usados para protección de incendios. En este capítulo se discutirán los métodos de extinción, clases de fuegos, tipos de extintores según el tipo de fuego, así como las tres categorías de sistemas de protección contra incendios: detección, alarma y supresión del fuego.

### **Métodos de Extinción de Incendios**

La ciencia de apagar incendios, se basa en el principio del triángulo del fuego y en el concepto de la reacción química en cadena. La remoción de: el calor, el oxígeno, el combustible o la reacción química en cadena, o varios de estos cuatro componentes, será el principio que se aplicará para combatir y apagar el incendio.

#### **Remover el Oxígeno (Asfixia).**

Para remover el oxígeno del incendio, se usa un gas incombustible que no reaccione con el combustible y que sea capaz de desplazar el oxígeno de la zona de combustión. Para la remoción de oxígeno se usa generalmente como agente extintor el gas dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Cuando se logra disminuir la concentración de oxígeno a 15%, la mayoría de los materiales dejan de arder. Sin embargo existen materiales (como la madera y el acetileno) que se pueden quemar en bajas concentraciones de oxígeno.

#### **Remover el Calor (Enfriamiento).**

Para remover el calor se aplica una sustancia que le baje la temperatura al combustible hasta por debajo de su punto de ignición. Esto se logra generalmente, aplicando agua como agente extintor, ya que el agua absorbe el calor y lograr enfriar el material combustible por debajo de su punto de ignición. El agua es capaz de remover el calor del combustible por medio del principio de contacto directo y conducción. Cuando el agua se evapora, el calor adicional necesario para la evaporación es tomado del fuego y se difunde por convección con el vapor.

#### **Remover el Combustible (Inanición).**

Para extinguir un fuego mediante la remoción del combustible se deberá aislar el combustible, suprimir el suministro del mismo o transferirlo a otra ubicación. Para aislar el combustible del calor y del oxígeno se usan espumas, arenas u otros sólidos inertes. Cuando el incendio se ha producido debido a un escape de un suministro de combustible, basta con cerrar la llave del suministro

para evitar que el incendio continúe. Si se dan las condiciones, se pueden remover los combustibles de la trayectoria del fuego.

### **Inhibir la Reacción Química en Cadena.**

Para realizar esto, se utilizan algunos productos químicos inhibidores del fuego. Entre éstos están los hidrocarburos halogenados, sales alcalinas y sales de amoníaco. Los hidrocarburos halogenados incluyen hidrocarburos gaseosos como el Halón 1301. Las sales alcalinas Púrpura K, Monnex y Super K, se aplican en forma de polvo. Las sales de amonio incluyen el fosfato monoamonio, el cual se aplica también en forma de polvo. Al aplicar estos supresores en cantidades suficientes, las llamas se inhiben y el fuego se extingue.

## **Las Clases de Fuegos**

Según la norma NFPA 10 (Extintores Portátiles), existen cuatro diferentes tipos de fuego de acuerdo con el material que se quema. Estos tipos de fuego se clasifican como fuego tipo A, B, C, y D.

### **Clase A.**

Fuegos de materiales combustibles comunes como el papel, madera, caucho, fibras naturales, productos textiles y algunos plásticos. Para este tipo de fuego, generalmente se usa un extintor que absorbe el calor como el agua, o un extintor que interrumpa la reacción en cadena. Una característica del fuego clase A, es que pasa de una combustión superficial a una profunda y resplandeciente, y se presenta una brasa. El agente de extinción para fuegos de este tipo debe ser penetrante.

### **Clase B.**

Estos fuegos ocurren en líquidos y gases inflamables, grasas, alquitranes, pinturas a base de aceite, barnices, grasas animales y otros líquidos volátiles, así como algunos plásticos. Este tipo de fuego es más superficial que el fuego clase A. Los fuegos clase B se pueden extinguir ya sea removiendo el combustible o el oxígeno, por enfriamiento o incluso por interrupción de la reacción en cadena.

### **Clase C.**

Esta clase de fuegos se refieren a la presencia de redes de energía eléctrica o equipos eléctricos energizados, y en general a todo fuego que se complica con el peligro de una descarga eléctrica. Este tipo de fuegos son básicamente fuegos clase A o clase B, pero con peligro de descarga eléctrica. Los fuegos clase C se deben combatir con agentes extintores que no conduzcan la electricidad.

### Clase D.

Fuegos que ocurren en metales combustibles como el sodio, el magnesio o el litio. Para combatir este tipo de fuegos se usan agentes extintores inertes como el polvo seco, los cuales aislan el oxígeno y el calor. También se utilizan como agentes extintores la arena, fundente y otros polvos desarrollados específicamente para combatir fuegos clase D.

A continuación se presentan los símbolos que se utilizan para rotular extintores según el tipo de fuego que extinguen.

COMBUSTIBLES



ORDINARIOS

LIQUIDOS



INFLAMABLES

EQUIPO



ELECTRICO

METALES



COMBUSTIBLES



La rotulación antigua consta de cuatro figuras geométricas de distintos colores, y luego se presenta la más moderna donde se utilizan grafismos que muestran la clase de fuego que cada extintor puede y no puede combatir.

Para los casos en que se prohíbe la utilización del extintor, el fondo del grafismo es negro atravesado con una línea roja. Así, por ejemplo, la primera fila representa un extintor con capacidad de extinguir fuegos clases B y C, y la última fila representa extintores con capacidad de extinguir fuegos A, B y C.

## Clasificación de Extintores

Para los extintores portátiles clase A y B, se da una clasificación adicional al tipo de fuego que pueden extinguir. Esta clasificación adicional se basa en la capacidad de extinción relativa, la cual se indica mediante un número entero, el cual precede a la letra de identificación del extintor. Mientras más alto sea el número, mayor será la capacidad del extintor. Los extintores clases C y D no tienen una clasificación numérica específica, a excepción de la capacidad de extinción para fuegos tipo A o B.

El uso de esta clasificación numérica se ilustra a continuación:

**Tabla 5.1, Ejemplos del Sistema Numérico de Clasificación de Extintores**

Tipo de Extintor	Volumen/Presión	Clasificación
Extintor de Agua a Presión.	2 1/2 galones	2-A
Extintor de Dióxido de Carbono	15 libras	10-B, C
AFFF (Espuma)	2 1/2 galones	3-A, 20-B

Los extintores que se pueden usar para combatir varios tipos de incendio como el AFFF, tienen una clasificación numérica para cada clase. El extintor AFFF tiene más capacidad de extinción para fuegos clase A, que el extintor de agua a presión, y mayor capacidad de extinción para fuegos clase B que el de CO<sub>2</sub>.

## Extintores Tipo A

Incluyen extintores de bomba de agua, agua a presión, agua con agentes humectantes, de espuma (AFFF), halón 1211 y de polvo seco.

### Extintores a Base de Agua (Solamente Tipo A).

Usan agua (H<sub>2</sub>O) como su principal agente extintor, y a menudo utilizan aditivos y agentes humectantes que los hacen ser más efectivos. Los extintores presurizados usan generalmente el dióxido de carbono como gas expulsor. Se

debe tener en cuenta que el agua es conductora de la electricidad, y nunca debe usarse para extinguir fuegos en presencia de carga eléctrica. Asimismo, este tipo de extintor no se debe usar nunca para combatir fuegos de líquidos inflamables.

#### **Extintores de Espuma AFFF (Tipos A y B únicamente).**

Este tipo de extintor usa una solución a base de ácido perfluorocarboxílico, el cual se combina con el aire y se esparce sobre la superficie del material que se quema para penetrar y enfriar el combustible. Este tipo de extintor usa como gas expulsor al nitrógeno. Como los extintores de espuma son conductores de la electricidad, no se deben utilizar en fuegos clase C.

#### **Extintores de Químico Seco Multipropósito (Tipos A, B y C).**

Usan un agente extintor a base de fosfato de amonio, expulsado por nitrógeno o CO<sub>2</sub>. Generalmente se fabrican de dos tipos; el de cartucho que tiene una cámara donde se almacena el agente extintor y otra cámara donde se encuentra el gas expulsor, la cual se debe perforar a la hora de su uso. El otro tipo es el presurizado que posee una sola cámara para alojar tanto al propulsor como al agente que extingue. Cuando el agente extintor llega a la superficie caliente del incendio, éste forma una película que aísla el oxígeno del combustible. Para que sea efectivo, este agente extintor debe cubrir toda la superficie del área incendiada. Se debe tener en cuenta que cuando se usa este tipo de extintor en áreas confinadas, se puede producir una nube que reduce la visibilidad en un alto grado.

#### **Extintores de Halón 1211 (Tipos A, B y C).**

Usan como agente extintor el gas halón 1211, el cual es almacenado en forma líquida y se vaporiza al ser liberado. El gas halón inhibe la reacción química en cadena del fuego, pero no enfría el área. Debido a su falta de enfriamiento, en incendios profundos se debe esparcir el material incendiado para lograrlo extinguir en su totalidad. El gas halón 1211 es tóxico al inhalarlo. El ser humano tolera una atmósfera con 4 o 5% de halón durante un minuto, lo cual es bajo. Actualmente existen gases con características similares al halón y con menos toxicidad, pero su uso práctico no se ha extendido debido a sus altos costos.

Debido a que el halón contiene agentes químicos que dañan la capa de ozono, el Protocolo de Montreal (Acuerdo Internacional de la Capa de Ozono) requiere que a partir del año 2000 no se produzca más este tipo de extintores. Estados Unidos por ejemplo, dejó de producir este tipo de extintor en el año 1993, y actualmente realiza investigaciones para buscar agentes extintores alternativos. Se incluye información en este tipo de extintores, porque todavía se encuentran en el mercado.

## **Extintores Tipo B**

Incluyen extintores de CO<sub>2</sub>, químico seco, espuma y halón 1211, así como mantas incombustibles.

### **Extintores de CO<sub>2</sub> (Tipos B y C).**

Usan CO<sub>2</sub> como agente extintor, el cual se almacena en forma líquida. El dióxido de carbono diluye la cantidad de oxígeno reemplazándolo en el incendio. Se debe tener en cuenta que el viento puede soplar al CO<sub>2</sub> lejos del siniestro, reduciendo su efectividad. Estos extintores tienen el peligro que al desplazar al oxígeno, su uso en áreas confinadas puede producir muertes por sofocación. Adicionalmente, la salida del CO<sub>2</sub> por la boquilla del extintor hace que esta se enfríe y puede llegar a congelar las manos del miembro de la brigada.

### **Extintores de Químico Seco (Tipos B y C), Espuma AFFF y Halón 1211.**

El extintor de químico seco actúa por medio de la intervención de la reacción química en cadena, el de espuma aísla al oxígeno del combustible y el halón 1211 también interrumpe la reacción en cadena del fuego. Estos extintores se describieron en detalle en la sección anterior.

### **Mantas Incombustibles de Fibra de Vidrio.**

Estas mantas incombustibles son útiles para sofocar incendios tipo B aislando al oxígeno del combustible.

## **Extintores Tipo C**

Los fuegos tipo C se combaten con extintores de CO<sub>2</sub>, químico seco, y halón 1211. Este último tiene la ventaja de no congelar ni recubrir los equipos electrónicos como sucede con CO<sub>2</sub> o el químico seco.

Los extintores de CO<sub>2</sub> con boquilla metálica no se consideran extintores clase C. La selección del extintor clase C, debe ir de acuerdo al tipo de material incendiado, pudiendo ser este A o B.

## **Extintores Tipo D**

Para incendios de metales combustibles se usan agentes extintores de compuestos secos en forma de polvo. El polvo cubre el metal incendiado y extingue el fuego aislando el combustible del oxígeno. Generalmente el principal agente extintor en estos extintores es el cloruro de sodio (NaCl). Nunca se deben usar extintores clase A, B o C para un incendio clase D, ya que pueden crear una situación peor.

## **Sistemas de Protección contra Incendios**

Los sistemas de protección se utilizan en las fábricas para reducir los efectos nocivos del fuego. Se presentarán algunos sistemas de detección, alarma y supresión del fuego.

### **Sistemas para Detectar Incendios**

#### **Detectores de Humo.**

Estos dispositivos detectan los incendios antes de que se presenten grandes llamas y calores intensos, y generalmente mucho antes de que los gases letales del incendio produzcan víctimas. Generalmente estos detectores cuentan con su propia fuente de poder, ya sea conectados a la corriente de un sistema de alarma o baterías. Existen tres tipos de detectores de humo: de ionización, fotoeléctricos y de ionización fotoeléctrica.

Los detectores de ionización usan una pequeña cantidad de material radioactivo el cual permite una carga eléctrica a través del aire, la cual se ve interferida con el humo y se activa la alarma.

Los detectores fotoeléctricos funcionan con un emisor de luz y un receptor de luz, y cuando el humo reduce la intensidad de la luz se activa la alarma. Este tipo de detector es mejor para incendios sin llamas, mientras el de ionización detectan mejor un incendio con llamas. Para beneficiarse de ambos tipos, actualmente se fabrican los detectores de ionización fotoeléctrica.

#### **Detectores de Gases y Llamas.**

Estos detectores se activan con la presencia de gases de combustión o la luz de las llamas. Para detectar las llamas, estos sistemas utilizan detección de rayos infrarrojos o ultravioletas. Este tipo de sistemas de detección se usa en establecimientos con alto riesgo de incendio.

#### **Detectores de Temperatura.**

Cuando el uso de rociadores es limitado, se utilizan los detectores de temperatura. Generalmente se activan por una subida anormal de temperatura, o al llegar a una temperatura predeterminada. Ciertos tipo de detectores de temperatura se restauran automáticamente, pero otros necesitan que se les reemplacen algunos elementos que son descartables.

### **Sistemas de Alarma**

El fin principal de un sistema de alarma es notificar a los ocupantes de la fábrica para que evacuen y para dar aviso a los bomberos sobre el incendio. El

sistema de alarma generalmente se activa con los detectores de humo, detectores de calor y llamas, estaciones manuales de activación y otros. El sistema de alarma generalmente activa mecanismos automáticos de supresión de incendios como rociadores, cierre de compuertas y otros mecanismos que ayudan a controlar el incendio.

## **Sistemas de Control y Supresión de Incendios**

Estos sistemas automáticos permiten controlar y extinguir incendios sin la necesidad de que intervengan personas que arriesguen sus vidas. Los miembros de la brigada deben tener conocimiento sobre estos sistemas.

### **Rociadores o Regaderas Automáticas.**

Este sistema consiste en una fuente de agua, una válvula de alarma principal, válvulas de paso en un sólo sentido, un sistema de tuberías de distribución y cabezas de rociadores individuales. El agua es el agente extintor principal en el sistema, enfría el material combustible caliente y moja el material combustible cercano al incendio pero que todavía no arde, además, enfría el aire alrededor del fuego y baja del techo el dióxido de carbono de la combustión lo cual reduce la concentración de oxígeno. La cabeza del rociador actúa como detector de calor, boquilla y distribuidor de rocío (pequeñas gotas de agua).

Existen varios sistemas de rociadores para las instalaciones industriales. El sistema de tubería húmeda es un sistema automático donde todas las tuberías y rociadores están presurizados con agua permanentemente. A diferencia del sistema de tubería seca, el cual se instala en lugares donde existe la posibilidad de que las tuberías se congelen. Otro sistema de rociadores es el sistema de inundación, el cual se usa en áreas de alto riesgo y consiste en regar grandes cantidades de agua sobre el área hasta dejarla inundada.

### **Sistemas de Gas Carbónico, Halón 1301, Polvo Químico Seco y Espuma.**

El CO<sub>2</sub> es el agente extintor en este sistema. El sistema se compone de tanques de almacenaje de dióxido de carbono, tubería, boquillas, detectores de calor y válvulas de control. El CO<sub>2</sub> es más pesado que el aire, así que en caso de incendio el gas baja hasta la superficie incendiada y desplaza al oxígeno. Los miembros de la brigada deben tener en mente que en este tipo de sistemas el desplazamiento del oxígeno presenta una amenaza para las personas que se encuentran en el área de aplicación del CO<sub>2</sub>, además este gas puede congelar la piel si se aplica directamente.

El sistema de halón 1301 es similar al sistema de CO<sub>2</sub>. El agente extintor es el halón, que es capaz de romper la reacción química en cadena. El halón en concentraciones altas puede desplazar al oxígeno y puede tener un efecto anestésico que afecte la seguridad de las personas. A diferencia del halón 1211,



el halón 1301 es usado sólo en sistemas de protección automática debido a sus características. Primero es un gas casi invisible al descargarlo y adicionalmente es altamente susceptible al viento. El halón 1301 se dispersa más rápidamente que el halón 1211, por esta razón y porque es más efectivo en concentraciones menores es que el halón 1301 es preferido en los sistemas de protección automáticos.

En el caso de los sistemas de polvo químico seco no tóxico, el agente extintor inhibe la reacción química en cadena al igual que el halón.

Los sistemas de espuma se usan generalmente para apagar líquidos inflamables incendiados, el sistema consiste en un generador de espuma o boquilla donde el agente químico espumoso se mezcla con agua y luego se aplica a la superficie por medio de boquillas aspersoras.

### **Compuertas contra el Calor y el Humo.**

Las compuertas contra el humo y el calor actúan dejando salir el humo de la instalación incendiada por el techo. Estas compuertas se abren automáticamente por medio de fusibles que detectan el calor, los cuales disparan los resortes que abren la puerta en el techo. Estas compuertas permiten que se mejore la visibilidad en el incendio y permitan una evacuación más fácil.

## **VIII. Inspección de Incendios**

Para prevenir incendios se hace necesaria la inspección para detectar condiciones peligrosas y controlar actos inseguros dentro de la fábrica. La brigada contra incendios es responsable de esta inspección, la cual además incluye la revisión del equipo de protección. El personal de la brigada se beneficiará de realizar estas inspecciones, porque se familiarizará con la distribución de la planta, el proceso productivo, la localización de materiales peligrosos, los riesgos y el equipo de protección contra incendios. Si durante la inspección se encuentran condiciones peligrosas, actos inseguros o equipo en mal estado, el informe a gerencia sobre el estado de la planta permitirá una corrección más rápida de estos riesgos.

Los miembros de la brigada que realizan las inspecciones de incendios deben realizar la siguiente secuencia: (1) Prepararse para la inspección, (2) Realizar y documentar la inspección y (3) Darle seguimiento a la inspección.

### **Preparación de la Inspección**

La preparación de la inspección comienza por la revisión de inspecciones anteriores de la fábrica. Una vez se ha investigado la historia se debe conocer el entorno de la fábrica, las normas para realizar inspecciones, y las medidas de seguridad personal que se deben tomar para poder realizar una inspección completa y segura.

### **Conocimiento del Personal, las Instalaciones, el Proceso de Manufactura y el Equipo de Protección contra Incendios**

#### **Las Instalaciones.**

Se debe realizar una inspección que incluya todas las áreas de la planta. El inspector de la brigada debe conocer además de las áreas de manufactura, las áreas de: oficinas, bodegas, sótanos, closets y en general toda la planta.

#### **El Personal.**

El miembro de la brigada que realiza la inspección debe determinar una forma de localizar a todo el personal de la planta en caso de incendio. Se debe velar por dar aviso a personas en áreas confinadas o restringidas para protegerlas de cualquier incidente. También se deben tomar en cuenta a las personas incapacitadas física o mentalmente, de tal forma que puedan ser

comunicadas en caso de incendio y puedan evacuar sin dificultad. Los visitantes de la fábrica deben ser incluidos en los planes de evacuación en caso de siniestro.

### **Proceso de Manufactura.**

El inspector de la brigada debe identificar los riesgos de incendio en el proceso de manufactura. Debe conocer el flujo natural del proceso y la maquinaria utilizada. Además debe saber los riesgos especiales que presentan las actividades del proceso, tales como calentamiento o materiales peligrosos.

### **Equipo de Protección contra Incendios.**

El inspector de la brigada debe asegurarse que todo aspecto relacionado con la seguridad de la fábrica esté funcionando a la perfección.

Los sistemas de protección automáticos deben ser revisados y probados periódicamente. Los hidrantes y las mangueras se deben inspeccionar para verificar que tienen la presión de agua correcta, que las boquillas funcionan correctamente, y que las mangueras están en perfectas condiciones para combatir un incendio en el área de riesgo que protegen.

Los extintores se deben inspeccionar regularmente. El miembro de la brigada que inspecciona debe escoger el tipo de extintor apropiado según el riesgo que protege cada extintor, así mismo debe revisar la carga del extintor y determinar si no hacen falta extintores en la fábrica. Para inspeccionar los extintores se presenta a continuación un listado de aspectos que se deben chequear.

## **Conocimiento de los Riesgos de Incendio y las Normas de Inspección**

Aunque el inspector de la brigada debe desarrollar una forma sistemática para las inspecciones, le ayudará tener algún conocimiento sobre los riesgos que pueda encontrar en la fábrica, basándose en informes y recomendaciones hechas en inspecciones anteriores. Otra información valiosa para conocer riesgos de incendio son las autorizaciones de trabajos de soldadura en la planta.

El inspector de la brigada debe conocer tres códigos que se utilizan en la inspección de establecimientos industriales, estos son: la norma NFPA 101 o Código de Seguridad Humana, la NFPA 70 o Código Eléctrico, y la norma NFPA 30 o Código de Líquidos Inflamables y Combustibles. Estos tres códigos señalan las bases de seguridad con que un establecimiento debe contar.

## **Medidas de Seguridad a Tomar por el Inspector de Incendios**

Para realizar una inspección de incendio el miembro de la brigada deberá tomar en cuenta los riesgos y situaciones de peligro que encontrará en la fábrica, para los cuales deberá tomar las precauciones pertinentes.

El inspector necesitará generalmente equipo de protección personal que vaya de acuerdo con los riesgos localizados en la fábrica. Este equipo personal de protección incluye cascos, anteojos de seguridad, zapatos de seguridad, tapones de oídos, protección respiratoria, etc. Además, si el inspector va a hacer uso de herramientas o linternas, debe verificar que sean adecuadas para el tipo de ambiente que va a inspeccionar.

La inspección de la construcción se debe llevar a cabo con cautela, debido a los peligros que presentan algunas construcciones antiguas y sin mantenimiento.

En las pruebas de los sistemas de protección contra incendios el inspector debe seguir las recomendaciones del fabricante. Se debe tener especial cuidado con los sistemas de supresión de incendios de CO<sub>2</sub>, los cuales pueden causar congelamiento o asfixia.

Cuando se inspecciona un área con maquinaria peligrosa, ésta se debe desconectar, el interruptor eléctrico debe ser apagado y quedar bajo llave durante la inspección.

## **Realización y Documentación de la Inspección**

Se comienza por una reunión con el encargado de la fábrica, en la cual se reitera la intención de la inspección y se discute lo que se desea lograr con la inspección. Es importante que el inspector tenga acceso a todas las áreas de la fábrica, por lo que generalmente se designa a alguien que conoce bien las instalaciones para que le auxilie en esta tarea. El aspecto más importante de la inspección debe ser el de las salidas de emergencia, las cuales deben estar sin obstrucciones y completamente operativas. Si se encuentra algún tipo de problema con las salidas de emergencia, éste se debe corregir inmediatamente. Mientras se realiza la inspección, se debe documentar por medio de un formato estándar, el cual permite una inspección más eficiente.

## **Formato de Inspección de Incendios**

El formato de inspección proporciona un método lógico y ordenado para realizar informes de los resultados de la inspección. Este formato recuerda al inspector de los riesgos que debe buscar en la instalación y ayuda a la brigada a clasificar las áreas de riesgo de incendio en la fábrica.

Este formato estandarizado describe las condiciones encontradas, y sirve para documentar la inspección. Al terminar la inspección, el inspector entregará el formato lleno al gerente de la fábrica, con quien deberá discutir y revisar los resultados de la inspección. Luego de discutir y revisar el formato, ambos deberán firmarlo y adicionalmente se debe enviar una carta o un memo que quede como respaldo.

A continuación se presenta un formato general que puede servir de ejemplo para un formato de inspección de incendio. Sin embargo, el formato de inspección debe ajustarse a los requerimientos específicos de cada planta para desarrollar una mejor inspección.

**Tabla 6.1, Formato General de Inspección de Incendios**

ESTABLECIMIENTO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 INSPECTOR: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

Area de la Planta	1	2	.....	n
<b>FACTORES A INSPECCIONAR</b>				
<b>DETECTORES DE INCENDIO</b>				
Operacionales				
Sin pintura				
Despejados				
<b>EXTINTORES</b>				
En su lugar				
Inspeccionados y sellados				
Cargados				
<b>SISTEMA DE ALARMA</b>				
Operacional				
Visible				
<b>MANGUERAS DE HIDRANTES</b>				
Secas				
Longitud Correcta				
Accesibles				

Continuación de Tabla 6.1...

Area de la Planta	1	2	.....	n
<b>FACTORES A INSPECCIONAR</b>				
<b>SEGURIDAD HUMANA</b>				
Puertas de salida despejadas				
Salidas bien señalizadas				
Iluminación adecuada en salidas				
Iluminación de Emergencia				
<b>PUERTAS CONTRA HUMO Y CALOR</b>				
No obstruidas				
Operacionales				
Fusibles de acción limpios				
<b>ROCIADORES AUTOMATICOS</b>				
Válvula abierta				
Presión del agua correcta				
Cabezas limpias y sin pintura				
<b>ALMACENAJE DE LIQUIDOS INFLAMABLES</b>				
Se usan canecas de seguridad				
Se usan armarios de almacenaje				
Tambores conectados a tierra				
Ventilación adecuada				
<b>ALMACENAJE DE GASES INFLAMABLES</b>				
Localizados en áreas seguras				
Cilindros encadenados				
<b>SISTEMAS DE PROTECCION AUTOMATICOS</b>				
Se siguen recomendaciones del fabricante				
<b>RIESGOS ELECTRICOS</b>				
Extensiones en buen estado				
Sin cortos circuitos				
Sin arcos				
Sin generación de calor				
Sin alambres pelados				
Sin cajas abiertas				
<b>FUENTES DE CALOR</b>				
Operaciones de corte y soldadura controladas				
Fuentes de calor por fricción controladas				
<b>POLITICA DE FUMAR</b>				
Permiso para fumar únicamente en área autorizada				
Área autorizada claramente demarcada				
<b>ORDEN Y LIMPIEZA</b>				
Puertas de salida libres de basura				
Basura en contenedores cerrados				
Suficientes drenajes en el piso				

## **Seguimiento**

Una vez realizada la inspección, puede ser necesario que se le de seguimiento a las recomendaciones hechas en la inspección acerca de correcciones de alguna violación encontrada. Si se requiere seguimiento de este tipo, se debe poner fecha a una inspección de seguimiento lo antes posible para verificar que las violaciones se han corregido.

## **IX. Planes de Acción**

Para facilitar la extinción de un incendio en la instalación industrial, la brigada debe planificar con antelación los pasos a seguir cuando se presente la emergencia, de modo que se pueda actuar con rapidez y exactitud.

En la planeación previa, se debe aprender todo lo posible sobre el incendio potencial en un área determinada, antes de que el fuego ocurra. Se debe desarrollar un plan de combate que detalle las acciones del personal de la brigada y despliegue el equipo. Todas estas acciones se deben planificar para las distintas áreas de la planta.

El plan previo al incendio debe ser desarrollado entre el jefe de la brigada, el gerente de la planta y un representante del cuerpo de bomberos local.

### **El Proceso de Planeación**

La planeación previa se divide en cinco pasos: (1) Obtención de información, (2) Desarrollo de escenarios de situaciones de emergencia, (3) Listar las acciones prioritarias que cubran las contingencias, (4) Distribución de la lista de acciones y realización de prácticas de incendio, y (5) Poner en vigencia el plan.

#### **Obtención de Información**

Para obtener información se requerirá de una inspección a la planta o reconocimiento, el cual tiene como objetivo agrupar la mayor información posible para planificar las operaciones de combate contra incendios. Ya que se ha obtenido toda la información posible, ésta se debe agrupar en los rubros descritos a continuación.

##### **Información Estructural.**

Es la información relativa al edificio. Esta incluye tipo de construcción, tipo de techo, divisiones del edificio, tipo de acceso a la planta, paredes sin puertas y ventanas, áreas de seguridad, espacios verticales como ductos de ascensores, etc.

##### **Información Geográfica.**

Aquí se incluye el tiempo de respuesta del cuerpo de bomberos más cercano, y describe cómo las condiciones atmosféricas y el tráfico afectan el tiempo de respuesta. Se debe tomar en cuenta si la planta está aislada o si tiene colindancias que representen riesgos.



### **Información de Materiales Peligrosos.**

Incluye información sobre materiales peligrosos almacenados o utilizados en los procesos de la fábrica, su identificación, el lugar donde se almacenan, las cantidades en las que se almacenan y el equipo de protección disponible para manipularlos.

### **Información del Proceso.**

Incluye la información sobre el proceso de manufactura, el cual se describe muy bien con un diagrama de flujo de actividades del proceso. Se deben identificar las máquinas de la línea que presenten riesgos de incendio.

### **Información de los Controles de Servicios.**

Incluye la localización y acceso de los controles del flujo eléctrico, flujo de combustibles, sistemas de ventilación y flujos de agua.

### **Información de Seguridad Humana.**

Es la información sobre la ubicación de salidas de emergencia, iluminación de emergencia, localización de ventanas, localización de escapes de incendio, áreas de refugio dentro del edificio, localización del personal inválido, y la localización de las áreas de reunión fuera del edificio.

### **Información sobre Sistemas de Protección contra Incendios.**

Toda la información acerca de los sistemas automáticos de alarma, detección y supresión de incendios. Es importante conocer la duración que tendrá el suministro de agua.

### **Información sobre Equipo contra Incendios.**

Información acerca de tipos de extintores y su disponibilidad en el área de fuego determinada, así como información sobre la localización de los sistemas de hidrantes y suministros de agua.

### **Información de Propiedad a Salvar.**

Incluye la identificación de la propiedad, y menciona lo que se debe proteger o remover en caso de emergencia.

### **Información de la Brigada.**

Incluye la cantidad de personas disponibles, sus turnos, sus trabajos y responsabilidades y sus capacidades como miembros de la brigada.

## **Desarrollo de Escenarios de Situaciones de Emergencia**

Toda la información recolectada en el paso anterior se debe dividir de acuerdo a las áreas de la fábrica, y luego hacer un listado igual al paso anterior para cada área. Cuando se terminan los listados para todas las áreas de la planta se pueden determinar las fallas, las situaciones de riesgo y los actos

inseguros. En esta etapa del planeamiento previo al incendio se debe cuestionar acerca de todas las situaciones de emergencia que podrían surgir.

## **Listado de Acciones para Controlar las Contingencias**

Luego de evaluar los escenarios en los que las cosas podrían fallar en determinadas áreas de la planta, se pueden determinar las operaciones de combate de la brigada y realizar los cambios que ameriten. Estas operaciones de la brigada se pondrán en una lista de pasos a realizar en orden de prioridades.

## **Distribución del Listado de Acciones y Realización de Prácticas o Simulacros de Incendio**

Después de que todo el personal de la brigada ha sido informado de todos sus deberes y responsabilidades, se debe de practicar el listado de acciones desarrollado. En estas prácticas, el personal de la brigada se familiarizará con las áreas de la planta y sus diferentes riesgos. Cuando la brigada ya esté bien familiarizada con los pasos a tomar para combatir el incendio, se debe involucrar al cuerpo de bomberos local para que observe y critique el plan de acción. Luego de la intervención del cuerpo de bomberos, el plan se revisará hasta que quede lo más perfecto posible en la práctica.

## **Puesta en Vigencia del Plan**

Luego de la última revisión al plan, el cual ha sido practicado en varias ocasiones, éste se debe repartir a todo el personal de la brigada, a los bomberos, y a la gerencia de la fábrica. Es necesario que todas las personas involucradas conozcan el plan y lo sepan ejecutar perfectamente.

## **X. Mantenimiento del Equipo contra Incendios**

La mayoría del equipo contra incendios de la brigada se debe mantener en perfecto estado, ya que si el equipo no está funcionando adecuadamente, la vida de los miembros de la brigada se puede comprometer. En este capítulo se presentarán algunas normas generales para el cuidado y mantenimiento del siguiente equipo: extintores, mangueras, herramientas, escaleras, y linternas.

### **Extintores**

Una vez se adquiere y se instala un extintor, éste se debe mantener funcionando en óptimas condiciones. Para cumplir con esta responsabilidad, la gerencia debe establecer una política que incluya la inspección, el mantenimiento y el servicio de todos los extintores. A continuación se discutirán los procedimientos básicos de inspección, mantenimiento y servicio para extintores.

#### **Inspección.**

En caso de incendio el miembro de la brigada que se encuentre a punto de utilizar el extintor debe revisarlo rápidamente antes de intentar usarlo. Este chequeo rápido es necesario, ya que puede proteger al miembro de la brigada. Si el extintor se encuentra en buenas condiciones, el operador lo puede utilizar para combatir el incendio. Esta inspección rápida antes de usar el extintor se compone de: chequeo de condiciones externas del cilindro, chequear que la manguera y la boquilla se encuentren en su lugar, chequear el peso del extintor para corroborar que contenga agente extintor, y por último un chequeo de la válvula de presión (si la tiene).

Adicionalmente al chequeo rápido antes de su uso, el extintor debe ser inspeccionado por lo menos una vez al mes. En esta inspección mensual, la cual es más detallada, se debe verificar lo siguiente:

- El extintor se encuentra en el lugar correcto.
- El extintor es fácilmente visible.
- El acceso al extintor no está bloqueado.
- El rótulo del extintor está legible.
- El sello o marchamo de seguridad no está roto.
- El peso del extintor determina que está lleno.
- No existen signos de daño, corrosión o boquilla tapada.
- Tanto la manguera como la boquilla no presentan daños ni rajaduras.
- La válvula de presión se observa en el rango de operación del extintor.
- La prueba hidrostática se ha realizado en el intervalo especificado.

Si el extintor se encuentra en condiciones satisfactorias, se debe anotar en la tarjeta de servicios que presenta el extintor o en otro récord que se lleve. Si se encuentran problemas en la inspección, el extintor se debe relevar de servicio por un extintor en buenas condiciones hasta que el extintor original se haya reparado.

### **Mantenimiento.**

Adicionalmente a la inspección mensual, a los extintores de una instalación industrial se les debe dar mantenimiento preventivo por lo menos una vez al año. Este mantenimiento lo debe efectuar un técnico especializado, de preferencia un técnico del distribuidor a quien se compró el extintor. En el mantenimiento anual, el extintor es accionado para observar la forma en que descarga. El agente extintor es inspeccionado, y la válvula y otras partes mecánicas se desensamblan y se inspeccionan.

### **Servicios.**

Todo extintor debe ir a servicio después de usarse, sin importar la cantidad de agente que se descargó. Una vez se rompe el marchamo de seguridad, la unidad se debe ir a servicio antes de ser puesta en servicio de nuevo.

### **Extintores Dañados.**

Extintores que presentan corrosión, fugas, o daños en el cilindro metálico, deben ser descartados o devueltos a su distribuidor autorizado para una reparación mayor. Extintores dañados pueden fallar en cualquier momento y pueden arriesgar la vida de los miembros de la brigada y los empleados.

### **Extintores Obsoletos.**

Los extintores que contienen agentes como tetracloruro de carbono o clorobromoetano y aquellos con cilindro soldado o remachado de bronce deben ser removidos y descartados, ya que comprometen la salud de los empleados de la fábrica.

## **Mangueras**

### **Inspección.**

Las mangueras contra incendio se pueden deteriorar al permanecer guardadas por mucho tiempo, así como por su uso normal. Las mangueras se deben inspeccionar periódicamente para asegurar su funcionalidad y así proteger la seguridad de los miembros de la brigada. Cada vez que se usa una manguera, ya sea para combatir un incendio o para entrenamiento, se debe inspeccionar para asegurar que la misma está libre de contaminación o daños. Si los miembros de la brigada encuentran alguna deficiencia de las que se citan

a continuación, tienen la obligación de corregir el problema antes de que la manguera se guarde y se ponga de vuelta en servicio:

- Polvo o basura en los acoples o boquilla de la manguera.
- Daño en los acoples de la manguera.
- Acoples flojos a punto de zafarse de la manguera.
- Roscas gastadas.
- Evidencia de que la manguera ha estado en contacto con químicos peligrosos.
- Abrasión en el forro de la manguera.
- Moho presente en la manguera.

### **Cuidado y Mantenimiento.**

Aunque el buen trato minimice los daños a la manguera, ésta se encuentra susceptible al daño durante su uso. Dicho daño puede resultar de su exposición a calores extremos, químicos abrasivos y objetos contundentes. En su almacenamiento, una manguera se puede deteriorar debido al moho y la deshidratación. Para mantener la integridad de la manguera y prolongar su vida útil, se requiere de un lavado apropiado, un secado apropiado y buenas prácticas de almacenaje. Después de su utilización, una manguera se debe limpiar minuciosamente. Generalmente una lavada con agua y jabón suave son suficientes para el lavado de cualquier manguera.

Cuando una manguera se expone a altas temperaturas, su recubrimiento se puede derretir, se puede volver quebradizo y su forro interior se puede deshidratar. Por ésto, no es aconsejable que la manguera se ponga cerca de llamas o calores intensos de secado.

Agentes químicos pueden dañar la manguera. El petróleo, la pintura, los ácidos y otros agentes la pueden debilitar mucho. Cuando la manguera se contamina con ácidos, ésta se debe neutralizar con bicarbonato de soda antes de efectuar el lavado de limpieza.

### **Escaleras**

Las escaleras brindan a la brigada un acceso rápido a aquellas áreas a donde no se podría llegar de otro modo. Cuando las escaleras fallan, pueden causar muertes o inhabilitar al usuario. Por lo tanto, los programas de inspección y mantenimiento de escaleras que utiliza la brigada contra incendios son esenciales.

#### **Inspección.**

Las escaleras se deben mantener en excelentes condiciones mientras estén en servicio. El siguiente listado presenta algunos puntos claves para el mantenimiento de las escaleras:

- Mantener la escalera libre de humedad.
- No guardar o descansar la escalera en una posición donde quede cerca de un escape o el calor de un motor.
- No guardar la escalera a la intemperie.
- No pintar la escalera (excepto 12 pulgadas en cada extremo para identificarla).

### **Mantenimiento.**

Las escaleras se deben chequear después de cada uso y periódicamente cada mes. Las instrucciones del fabricante deben seguirse en todo momento para reparar una escalera. Ciertas partes de las escaleras como las poleas necesitan lubricación periódica y las escaleras de madera se deben mantener bien barnizadas y libres de polvo.

Es importante mencionar que cuando una escalera metálica ha sido sometida a calores intensos, ésta se debe chequear y poner fuera de servicio hasta que se verifique su buen funcionamiento.

## **Herramientas Manuales**

Las herramientas de mano ayudan al personal de la brigada contra incendios, por ejemplo, para lograr el acceso a sitios cerrados o con llave y liberar a una víctima atrapada. Entre las herramientas comunes de la brigada se incluyen hachas, picas, palancas, sierras, martillos y llaves de todo tipo.

### **Inspección.**

Se debe hacer un inventario de toda la herramienta de mano de la brigada. Todas las herramientas se deben inspeccionar después de su uso y periódicamente cada mes. Si se encuentra una herramienta con defectos, esta debe ser puesta fuera de servicio y ser reemplazada hasta que sea compuesta. La herramienta con mango de madera se debe inspeccionar para ver si no tiene fisuras o astillas que puedan dañar la mano del operario.

### **Mantenimiento.**

Las herramientas metálicas se deben mantener libres de óxido. El óxido se puede remover con un esmeril y una capa delgada de aceite. Las manijas o mangos de las herramientas deben ajustarse o reemplazarse cuando se aflojan y no deben pintarse ni barnizarse, sino se deben lijar y aplicar una capa de aceite de linaza. Las herramientas que tienen filo como las hachas y las picas se deben mantener afiladas para que su uso sea efectivo.

## **Linternas**

Una función importante de la brigada contra incendios es desconectar la electricidad en el área de fuego. En algunos casos, ésto incluye la iluminación. Cuando ésto sucede, se hace necesario el uso de linternas para combatir eficazmente el fuego. Las linternas pueden ser de pilas desechables o recargables. El tipo de iluminación que se utilice debe ser seguro en cualquier ambiente de la planta, ya que algunas linternas generan chispas, las cuales pueden causar la ignición de vapores combustibles.

### **Inspección y Mantenimiento**

Todas las linternas se deben revisar periódicamente. Se debe chequear que las pilas estén cargadas y que la bombilla funcione. Las linternas se deben mantener secas y limpias. Una limpieza regular de las terminales de las baterías reduce la posibilidad de corrosión.

## **XI. Seguridad de la Brigada**

El trabajo de los miembros de la brigada contra incendios es muy peligroso y puede causar pérdidas irreparables. Para prevenir estas pérdidas, es necesario prevenir los accidentes que las causan. Los miembros de brigadas contra incendios aceptan estos riesgos como parte de su vocación. Sin embargo, la mayoría de los daños que sufren los miembros de la brigada son un resultado directo de accidentes que se pueden prevenir. El miembro de la brigada debe ser extremadamente profesional para no tomar riesgos innecesarios. Los miembros de la brigada deben estar convencidos que su seguridad personal y la de sus compañeros es su función primordial. La seguridad significa desarrollar un constante estado de alerta hacia condiciones y actos inseguros, y prevenir accidentes.

El centro de la seguridad personal de la brigada es el entrenamiento, y los elementos adicionales son: reconocer las condiciones peligrosas, las aptitudes físicas y el equipo de protección que se utiliza.

### **Entrenamiento**

Es fundamental que los miembros de la brigada reciban entrenamiento, para conocer su trabajo y poderlo desarrollar de una manera más segura. Mientras mejor entrenada está la brigada, será mayor la capacidad de llevar a cabo sus tareas de combate contra incendios y menor la cantidad de accidentes que se registrarán. El entrenamiento dará las bases a los miembros de la brigada para reconocer las condiciones peligrosas de un incendio, los ayudará a conocer sus aptitudes físicas y las limitaciones que poseen.

Las sesiones de entrenamiento deben ser supervisadas minuciosamente, para prevenir condiciones peligrosas en el área de entrenamiento y para evitar que actos inseguros ocurran durante las mismas.

### **Reconocimiento de Condiciones Peligrosas**

Existen riesgos que el personal de la brigada deben reconocer cuando combate un incendio. Los miembros de la brigada debe saber cuándo combatir el fuego y cuándo no combatirlo. Los riesgos o condiciones peligrosas a las que se enfrenta la brigada son: productos de la combustión, electricidad, explosiones, trampas, y espacios confinados.



## **Combustión.**

El humo tiene tres propiedades que afectan al cuerpo humano: reducción del oxígeno en el aire, irritantes suspendidos en el humo y gases tóxicos. En un incendio, el oxígeno es utilizado por el fuego para continuar la combustión. A medida que el oxígeno disminuye en el aire que se respira, la cantidad de oxígeno que llega al cerebro también disminuye, llevando a las personas al estado de inconsciencia. Los irritantes que contiene el humo pueden causar daños en los mecanismos de defensa de los pulmones, haciendo que los tejidos se inflamen, lo que puede llevar al bloqueo de las vías respiratorias. Los gases tóxicos como monóxido y dióxido de carbono son los responsables de muchas muertes en los incendios.

Algunos gases entran al cuerpo por medio de ingestión o absorción de la piel. Estos gases tóxicos tienen efectos nocivos en el cuerpo humano. Cuando un miembro de la brigada rescata a una víctima que ha inhalado gases tóxicos, debe darle atención médica cuando ya se encuentre en un lugar seguro y sin humo. El calor se puede transmitir al cuerpo humano en un incendio por conducción, convección o radiación. El calor produce quemaduras, agotamiento y problemas respiratorios. Cuando el calor del fuego es tan intenso que se requiere de equipo personal de protección para combatir el incendio, éste se ha vuelto estructural, y los miembros de la brigada contra incendios en su etapa inicial se deben retirar de inmediato.

## **Electricidad.**

Cuando la electricidad pasa a través del cuerpo humano, éste sufre quemaduras y daños en los órganos vitales. Los factores que determinan el daño que la electricidad produce al cuerpo humano son: el amperaje (magnitud de la corriente eléctrica), la resistencia que nuestro cuerpo ofrece a la electricidad (a menor resistencia mayor amperaje), el recorrido de la corriente a través del cuerpo (qué órganos toca) y la cantidad de tiempo que se está en contacto con la electricidad. La electricidad hace que los músculos del cuerpo se contraigan creando incapacidad muscular e incluso paros cardíacos.

La brigada contra incendios debe evitar cualquier contacto con la electricidad cuando combate un incendio. El personal de la brigada no se debe acercar a dispositivos eléctricos en las zonas de poca visibilidad. Siempre que se va a usar agua como agente extintor, la brigada deberá verificar que no existan riesgos eléctricos en el área. Cuando en el incendio estén involucrados dispositivos eléctricos, se deben usar agentes extintores tipo C, como el halón 1211 o el CO<sub>2</sub>.

## **Explosiones.**

La explosión de gases ocurre cuando el oxígeno llega a un incendio latente. Cuando en un incendio de un espacio cerrado el fuego ha consumido todo el oxígeno, pero en el cuarto persisten las condiciones de calores intensos y gases combustibles, una inyección de oxígeno que puede venir de la apertura de una ventana o una puerta pueden causar una explosión o combustión espontánea. Cuando en el incendio se encuentra un humo denso color café que

se eleva rápidamente y las paredes, puertas y ventanas están muy calientes, la brigada contra incendios debe evacuar de inmediato.

### **Trampas.**

Las trampas son zonas donde los miembros de la brigada pueden caerse accidentalmente, lesionándose o quedando atrapados sin salida. Las trampas son condiciones peligrosas que generalmente se pueden detectar y corregir en las inspecciones.

### **Espacios Confinados.**

Un espacio confinado es un área con medios de salida muy limitados, la cual puede estar sujeta a la acumulación de contaminantes tóxicos o inflamables y/o a bajas concentraciones de oxígeno. Ejemplos de espacios confinados son: calderas, tanques de almacenaje, depósitos, ductos de aire acondicionado, túneles y pequeños compartimentos. Los mayores riesgos que el personal de la brigada encuentra en los espacios confinados son: deficiencias de oxígeno, gases tóxicos, calores extremos, acumulación de sustancias tóxicas y acumulación de agua que proviene del combate del incendio. Los incendios que involucran espacios confinados son considerados como incendios estructurales, por lo que los miembros de la brigada incipiente deberán evacuar de inmediato.

## **Aptitudes Físicas y Médicas de los Miembros de la Brigada**

Las condiciones físicas y médicas de los miembros de la brigada deben ser excelentes debido a las condiciones tan estresantes a las que se enfrentan al combatir un incendio. Las condiciones médicas de una persona incluyen las aptitudes mentales y emocionales que el miembro de la brigada necesita para responder a una crisis. Un requisito médico mínimo para poder participar como un miembro de la brigada contra incendios es no tener enfermedades del corazón, epilepsia, o enfisema pulmonar. Para que una brigada sea efectiva, su personal debe estar capacitado para llegar rápidamente al sitio de la emergencia totalmente equipado y trabajar por largos períodos de tiempo en un ambiente agotador.

## **Equipo de Protección**

El equipo de protección personal para una brigada contra incendios en su etapa inicial, debe ser como mínimo, el equipo que se usa en las áreas de mayor riesgo de la planta. Además hay ciertos elementos básicos de equipo que la brigada incipiente debe tener, los cuales se mencionan a continuación.

### **Protección para la Cabeza.**

Los miembros de la brigada deberán utilizar cascos de protección en todas las operaciones que realicen. Los cascos no deben absorber agua, ni quemarse y deben ser aislantes de la electricidad. Los cascos de seguridad se deben reemplazar una vez al año. Adicionalmente, el personal de la brigada debe usar una protección adecuada para los ojos mientras realiza operaciones de combate.

### **Protección Corporal.**

Un requisito para los miembros de la brigada incipiente es llegar a la planta con camisa de manga larga y pantalones largos. Una alternativa es el uso de overoles de algodón, los cuales resisten el fuego, o incluso fibras especiales no combustibles que protegen de una mejor manera al operario.

### **Protección de Pies.**

Para los miembros de la brigada es obligatorio el uso de botas protectoras antideslizantes con punteras de acero, las cuales protegerán los pies contra aplastamientos de dedos y cortaduras.

### **Protección de Manos.**

El personal de una brigada contra incendios incipiente, deberá usar guantes de protección contra cortaduras y pinchazos.

### **Otros Dispositivos.**

Actualmente se utiliza un sistema personal de alarma, el cual se coloca adherido al vestido del miembro de la brigada. Cuando el usuario mueve un interruptor o permanece inmóvil por 30 segundos el dispositivo se enciende y suena una alarma que permite localizar al miembro de la brigada que se encuentra en problemas. Otro dispositivo que se utiliza en la actualidad es el detector de monóxido de carbono, el cual avisa al usuario cuando las concentraciones del gas letal son inapropiadas para su presencia. Este dispositivo se usa cuando el fuego ya ha sido extinguido y se inicia la operación de salvamento.

## **XII. Evaluación del Incendio y Evacuación**

La evaluación del incendio se basa en el conocimiento de la naturaleza y química del fuego, la naturaleza de la estructura de la fábrica y otros factores que ayudan a predecir la reacción del fuego y de las personas en el incendio. La evaluación es un inventario mental de las condiciones del terreno que se efectúa al llegar al lugar del incendio. La evacuación de las personas que estén en peligro es la primera acción que se toma, después de la evaluación del incendio.

### **Evaluación del Incendio**

Durante la evaluación se determina el curso de acción a tomar para combatir el incendio, tomando en cuenta factores como: tiempo, localización, riesgo humano, suministro de agua disponible, naturaleza y extinción del fuego, etc. Todas las decisiones relacionadas con la organización del personal y el equipo se basan en la evaluación.

La evaluación del incendio debe ser realizada por el primer miembro de la brigada que llegue al lugar, por lo cual es importante que cada miembro de la brigada tenga la capacidad de realizar una evaluación. El aspecto más crítico en la evaluación de un incendio es tomar la decisión de evacuar al personal y combatir el incendio, o evacuar al personal y todos los miembros de la brigada. La evaluación se debe basar en la información recopilada en el planeamiento. La evaluación es un proceso continuo durante todo el desarrollo del incendio.

### **Factores de Evaluación**

La mayoría de la información de la evaluación se obtiene en el desarrollo de los planes de acción previo al incendio, y el resto se obtiene durante el proceso mental de evaluación de ciertos factores:

- Localización del incendio (áreas de la fábrica que afecta).
- La naturaleza del incendio (cómo comenzó el fuego, qué combustible se está quemando).
- Los riesgos que el incendio presenta para la vida humana.
- Datos cronológicos como fecha y hora (estos datos facilitan información adicional sobre personas en la fábrica).
- Sistemas de protección disponibles en la planta (regaderas, hidrantes y mangueras, extintores).
- Disponibilidad de miembros de la brigada y bomberos locales (disponibilidad y tiempo de respuesta).
- Propiedad y valores a salvar.

## **Toma de Decisiones**

La información recopilada por el miembro de la brigada que efectúa la evaluación debe ser ordenada en cinco categorías que facilitan la evaluación mental.

### **Hechos.**

Es necesario conocer tantos hechos como sea posible acerca del incendio que se está dando como la localización, naturaleza y riesgos que presenta.

### **Probabilidades.**

Con base en los hechos reales, el miembro de la brigada debe estimar lo que puede suceder.

### **Capacidad de Combate.**

El miembro de la brigada debe establecer la capacidad con que la brigada cuenta para combatir el incendio, esto incluye la cantidad y capacidad del personal de brigada, así como el equipo contra incendios del cual se dispone. Adicionalmente, se debe establecer la disponibilidad y el tiempo de respuesta de los cuerpos de bomberos locales.

### **Tomar la Decisión.**

Con base en los hechos reales, las probabilidades y la capacidad de combate con la que se cuenta, el miembro de la brigada que realiza la evaluación debe tomar una decisión. La decisión tomada puede cambiar según las circunstancias evolucionen. Como se mencionaba, la principal decisión de la brigada es la de combatir o no combatir el incendio.

### **Instrucciones Operativas.**

El último paso será girar las instrucciones adecuadas para llevar a cabo las decisiones tomadas.

## **Evacuación del Incendio**

Inmediatamente después o paralelamente a la evaluación del incendio, se debe proceder a la evacuación del personal y visitantes de la fábrica. Si en la evaluación se tomó la decisión de que la brigada combatirá el incendio, entonces iniciará la extinción, pero si se tomó la decisión de no combatirlo, entonces el personal de la brigada también deberá evacuar. Los dos objetivos principales de la brigada contra incendios son la preservación de la vida y la propiedad. La prioridad principal de la brigada es evacuar a quien esté en peligro inminente, y luego evacuar al resto del personal que se encuentra bajo menor riesgo.

## **Evacuación de Personas en Peligro Inminente**

Para que se realice una evacuación en peligro inminente se deben dar tres cosas:

- que una persona necesite ayuda para salir de una situación de peligro inmediato porque está herida, desorientada, inhabilitada o simplemente no puede salir por sí misma,
- que haya riesgo inminente de lesiones para esa persona,
- y que el personal de la brigada esté calificado para prestar ayuda a la víctima.

Es importante que las condiciones de riesgo sean las de un incendio en su etapa inicial, para que los miembros de la brigada puedan ayudar a la víctima. Si el incendio está en su etapa inicial, es una buena idea usar equipos de rescate de dos personas, para que mientras uno ayuda a la víctima, el otro pueda combatir el fuego o remover obstáculos.

### **Víctimas en llamas.**

Si se descubre una víctima que está en llamas, no se deben usar extintores ni mangueras para extinguir el fuego, sino se debe envolver a la víctima con una manta de fibra de vidrio, cortina o toalla, para sofocar las llamas. En caso no se disponga de algo para envolver a la víctima, se le debe hacer rodar sobre el piso hasta que el fuego se apague, asegurándose de que sus manos cubran su cara para protegerla de las llamas.

### **Víctimas con Daños Severos.**

Cuando la víctima haya recibido lesiones en la columna vertebral u otro tipo de lesión grave, es importante usar un método para mover al herido que limite su movimiento para no agravar su condición. Al arrastrar por medio de la ropa a una víctima, es un método de evacuación que limita el movimiento del herido y mantiene a todos agachados por debajo del humo. Este arrastre se efectúa llegando por detrás de la cabeza de la víctima con ambas manos bajo los omóplatos agarrándole la camisa. Los antebrazos del miembro de la brigada deben servir de apoyo para la cabeza de la víctima. Una vez se tiene el agarre necesario, el miembro de la brigada se inclina y hala arrastrando la cabeza primero, hasta llevar a la víctima a un lugar seguro para que se le preste atención médica.

## **Evacuación Normal**

Una brigada contra incendios en una evacuación, debe reducir el temor y la confusión, brindando su ayuda y su guía a todo el personal que está siendo evacuado. El miembro de la brigada que está a cargo de la evacuación debe mantener al personal lejos de los materiales peligrosos y del área del fuego.

Los tres pasos del proceso de evacuación normal en caso de incendio son planeación, evacuación y búsqueda.

### **Planeación.**

Se deben hacer planes de emergencia para todas las áreas de la planta, los cuales incluyen información relativa a la evacuación de la planta. El plan debe incluir quién es el encargado de la evacuación y dos rutas de evacuación (primaria y secundaria) para cada área de la planta. Este plan debe describir claramente las funciones que la brigada contra incendios debe desempeñar durante la evacuación.

### **Desarrollo de la Evacuación.**

En este paso lo más importante es la ayuda que el personal de la brigada presta a todo el personal para que éste mantenga la calma y no entre en pánico. Para evitar el alboroto, se deben determinar los medios de salida, se debe dirigir el tráfico de personas en los corredores y se debe realizar un conteo de personas al final de la evacuación. Los incapacitados deberán recibir ayuda especial para la evacuación y el uso de los elevadores quedará prohibido.

El primer paso después que suena la alarma, será la revisión de las rutas de escape por medio de los miembros de la brigada. Se debe revisar si no hay obstáculos en la ruta de evacuación primaria. Si se encuentran obstáculos, se debe establecer una ruta de escape alterna (secundaria), la cual se debe usar hasta que la ruta primaria no haya sido restaurada.

El segundo paso será conducir a la gente fuera del peligro. Cuando un miembro de la brigada es quien guía a las personas por la ruta de evacuación, el pánico se minimiza. Si se atraviesa un área con mucho humo y baja visibilidad, se debe indicar a todas las personas que gateen a nivel del piso para disuadir el humo. Se deben tomar en cuenta las personas discapacitadas. El planeamiento antes del incendio deberá indicar dónde se encuentran personas incapacitadas, y a las mismas se les debe asignar un miembro de la brigada para que ayude en su evacuación.

Por último, después que todo el personal ha sido evacuado a un área segura, el miembro de la brigada que designe el plan de acción deberá realizar un conteo de todo el personal. Este conteo se realiza contra un listado de personas que han ingresado a las instalaciones. Si faltara alguien, se deberá avisar a los miembros de la brigada responsables y si es factible, se deberán buscar en el incendio.

### **Búsqueda.**

Esta es la última etapa del proceso de evacuación. Consiste en una búsqueda de personas que pudieran estar perdidas o heridas, mediante una revisión rápida para asegurar que todas las personas han evacuado. La búsqueda la deben efectuar equipos de dos miembros de brigada equipados con radios de comunicación y sistemas de seguridad personal.

## **XIII. Extinción de Incendios**

Cuando ocurre un incendio generalmente se da la siguiente serie de acciones:

- La brigada contra incendios activa la alarma y evacua a toda persona que se encuentra en peligro inmediato.
- Un miembro de la brigada contra incendios avisa al cuerpo de bomberos local sobre el incendio en la planta.
- La brigada contra incendios dirige la evacuación del personal y los visitantes de la planta.
- La brigada contra incendios controla los servicios de la planta.
- La brigada contra incendios supervisa el funcionamiento de los sistemas automáticos de protección contra incendios, si los hay.
- La brigada contra incendio inicia el combate del incendio con extintores y mangueras, mientras el incendio esté en su etapa inicial.

En este capítulo se explica el control de los servicios en la planta, la supervisión de los sistemas de rociadores automáticos, y la forma de controlar el incendio por medio del uso de extintores portátiles y mangueras.

### **Control de los Servicios en la Planta**

El control de los servicios en la planta incluye además de varios cierres del flujo de electricidad y de combustibles como gas propano, diesel o gasolina; el establecimiento de la electricidad para mantener la iluminación en la planta, y el establecimiento del suministro eléctrico para los sistemas de protección contra incendio. Es importante que varios miembros de la brigada tengan conocimientos en electricidad y plomería, para poder llevar a cabo este control de servicios en la planta. Todos los sistemas de servicios se deben tomar en cuenta a la hora de realizar el plan de acción para cada área de la planta.

### **Supervisando los Sistemas de Rociadores Automáticos**

Si algunas áreas de la planta están protegidas por sistemas de rociadores automáticos, es importante que la brigada se asegure que dicho sistema funcionará en perfectas condiciones. Es importante que la válvula que suministra el agua al sistema de rociadores se mantenga abierta para permitir el flujo del agua. Esta tarea debe ser incluida en el control de servicios de la planta.

Al llegar al sitio donde se encuentra la válvula principal del sistema de rociadores se debe chequear que la presión del agua en la válvula es la correcta



y luego se procede a abrir la válvula. Mientras dure el combate del incendio, alguien deberá permanecer junto al control de la válvula para vigilar que la misma se mantenga abierta. Además, uno o dos miembros de la brigada deberán chequear el funcionamiento de la bomba que suministra el sistema de rociadores para verificar que no tenga problemas durante el incendio. Una vez el incendio ha sido controlado y el sistema de rociadores apagado, se debe proceder a una revisión de las cabezas de los rociadores para verificar su estado. Se deben cambiar todas aquellas cabezas que presenten problemas para futuros usos de las mismas.

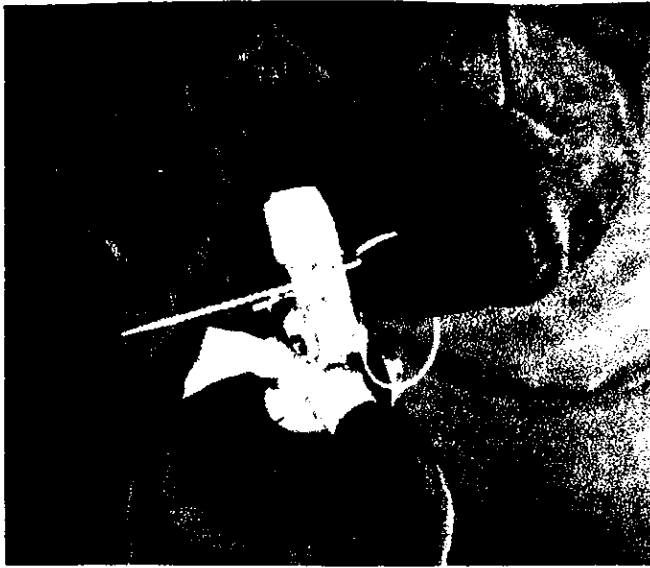
## Utilización de Extintores Portátiles

Los extintores portátiles vienen en varios tamaños y estilos. Si bien es cierto que el procedimiento operativo para cada tipo de extintor es similar, los miembros de la brigada deben aprender el uso de todos los tipos de extintores portátiles con los que cuenta su brigada. En una emergencia cada segundo cuenta, por lo que cada miembro de la brigada debe conocer y practicar las instrucciones generales que se presentan a continuación, las cuales se aplican a la mayoría de los extintores portátiles del mercado.



**Paso 1:**

**Seleccione el extintor apropiado de acuerdo con el tipo de fuego y el tamaño del incendio.**



**Paso 2:**  
Hale el pin situado en la parte superior del extintor, rompiendo el marchamo de seguridad plástico en el proceso.



**Paso 3:**  
Dirija la boquilla del extintor en una dirección segura y descargue un poco de agente extintor para probar el buen funcionamiento del extintor.

**Nota:** Si la manguera del extintor está fijada al cilindro, ésta se debe soltar antes de efectuar la descarga.



**Paso 4:**

Trasladar el extintor hasta una distancia prudente para descargar el agente.

**Paso 5:**

Apuntar la boquilla hacia el material que se está quemando.

**Precaución:** La boquilla de extintores de Halón y CO<sub>2</sub> se congelan durante la descarga.

**Paso 6:**

Apretar la manija contra el mango del extintor para iniciar la descarga del agente. Suelte la manija para detener la descarga.

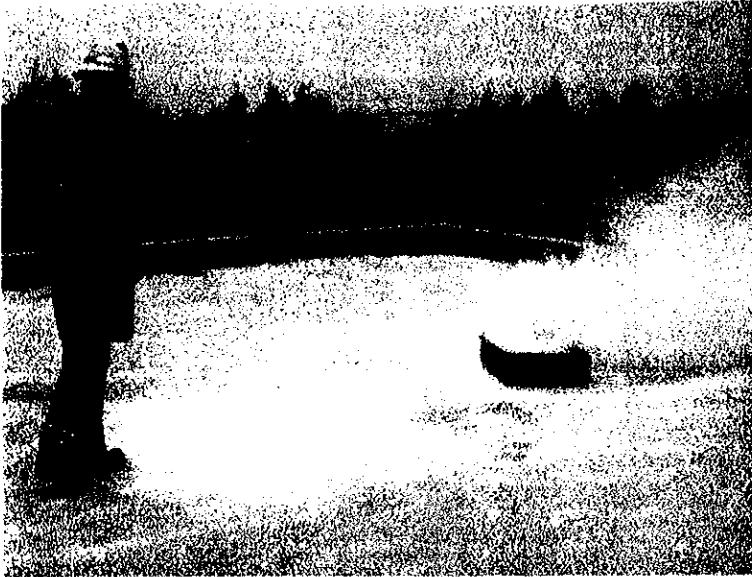


**Paso 7:**

Mueva la boquilla de arriba hacia abajo apuntado a la base de las llamas, asegurando que el agente extintor cubra por completo las llamas hasta que el fuego se extinga.

**Notas:**

- No aplique bruscamente químico seco a un incendio de líquidos inflamables.
- Cuando se usa Halón o CO<sub>2</sub> como agente extintor, la aplicación debe continuar hasta después que las llamas hayan sido extinguidas para reducir la posibilidad de una reignición.



**Paso 8:**

Busque posibles puntos calientes que puedan causar reignición en incendios de líquidos inflamables. Asegúrese que el fuego está extinguido.

**Paso 9:**

Aléjese del lugar del incendio.

Si el fuego no se puede extinguir por una persona con extintor, debe intentarse combatir con dos o más extintores simultáneamente. Si el fuego se extiende rápidamente y se pone fuera de control, el personal de la brigada debe retroceder y evacuar.

## **Utilización de Mangueras**

Existen tres sistemas de aplicación de agua en los incendios: rociadores, extintores de agua y mangueras. Cuando los rociadores automáticos no pueden penetrar el fuego o simplemente no se cuenta con rociadores, o donde se necesita un volumen grande de agua que no se puede obtener con el uso de extintores, el sistema de elección debe ser el de mangueras.

Combatir incendios con mangueras demanda un conocimiento especial. Como el agua es conductora de la electricidad, un chorro directo de agua lanzado sobre una caja eléctrica energizada devuelve la corriente al operario de la manguera. Un chorro de agua también esparce y propaga el fuego en líquidos inflamables. Mientras mayor sea la presión de agua en la manguera, más difícil será controlarla. Si se pierde el control de la manguera, ésta podría herir y hasta matar a algún miembro de la brigada, ya que golpea con la fuerza de la presión.



Típico gabinete contra incendios.

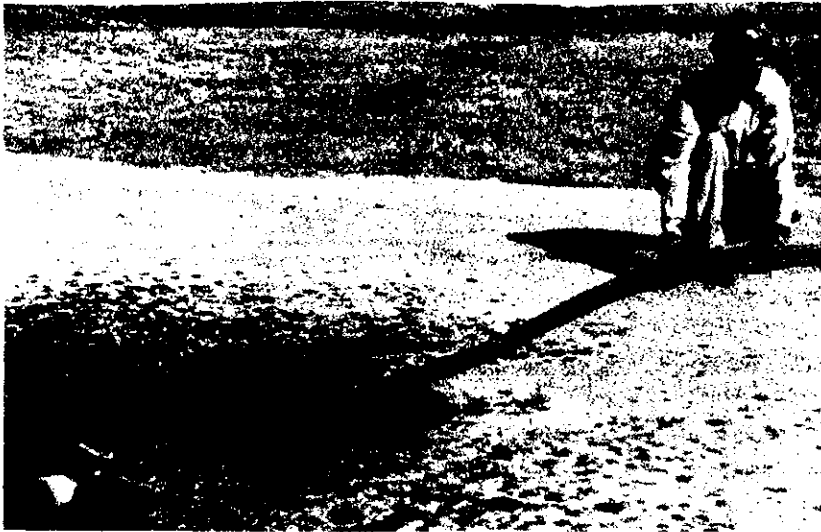
Es importante mencionar que una brigada contra incendios en su etapa inicial no debe utilizar mangueras con un flujo mayor a 125 galones por minuto (500 L/min).

## **Métodos para el Uso de Mangueras**

Para manipular mangueras con un flujo de 500 L/min., se pueden utilizar una o dos personas, ambos métodos se presentan a continuación.

### **Método de Una Persona.**

Aunque siempre es recomendable que por lo menos dos miembros de la brigada manejen las mangueras, las circunstancias muchas veces crean la necesidad de que la manguera sea operada sólo por una persona. Este método provee una posición relajada para el operario, la cual le permitirá operar la manguera por un largo período de tiempo.



**Paso 1:**  
Dirigir la manguera  
en la dirección del  
incendio.

**Paso 2:**  
Extender por lo  
menos 3 metros de  
manguera por detrás  
de la boquilla.



**Paso 3:**  
Agarre la boquilla con una mano,  
coloque la manguera contra la parte  
interna de alguna pierna, presione la  
manguera contra la parte frontal del  
cuerpo y cadera, y abra la llave de la  
manguera.



**Paso 4:**  
Ancle la manguera al piso poniéndole un pie encima.



**Paso 5:**  
Ajuste el chorro según las necesidades del fuego. Compacto si se necesita penetración y alcance, y suelto si se necesita mayor absorción de calor.

**Paso 6:**  
Mueva o dirija en otra dirección el flujo de la manguera solamente después de cerrar la llave y volver a extender la manguera en la nueva dirección.

### **Método de Dos Personas.**

Este método es más seguro que el método de una persona, y debe utilizarse siempre que sea posible.

#### **Paso 1: (operador de boquilla)**

Sostenga la boquilla de la manguera con una mano y la manguera contigua a la boquilla con la otra mano. Dirija la manguera en la dirección del incendio.

#### **Paso 2: (operador de ayuda)**

Extienda por lo menos 3 metros de manguera detrás del operador de boquilla.

#### **Paso 3: (operador de ayuda)**

Tome posición a 1 metro y en el mismo lado del operador de boquilla.



**Paso 4:**  
(operador de boquilla)  
Sostenga la manguera entre el brazo y el cuerpo.

#### **Paso 5: (operador de ayuda)**

Agarre la manguera con ambas manos y descánsela contra la cintura y alrededor de la cadera.





Paso 6:(operador de boquilla)  
Abra la llave de la boquilla despacio y ajuste el chorro según sea necesario.

### **Tipos de Chorro.**

El tipo de chorro se refiere a un patrón de agua necesario para cierto tipo de fuego. Para extinguir un incendio con agua se necesita un volumen adecuado para que el agua absorba calor más rápido de lo que el fuego produce calor. El chorro será de poca utilidad si el agua no llega a alcanzar el fuego. Un combate con manguera efectivo requiere el uso del tipo de chorro correcto, la posición correcta del chorro y el uso de la manguera en el tiempo correcto para controlar el fuego sin dañar la propiedad. Existen tres tipos de chorro: el sólido o compacto, el suelto o fogoso y el intermedio.

El chorro sólido o compacto, no pierde su continuidad antes de que choque con el fuego. Este chorro tiene mayor alcance y penetración que otros tipos de chorro, pero tiene las desventajas de una menor eficiencia en términos de cantidad de calor absorbida por galón de agua y una conductividad eléctrica peligrosa.

El chorro suelto o fogoso está compuesto por gotas de agua muy finas y alcanza la base del fuego en forma de spray. El chorro fogoso tiene menor alcance y penetración que otros tipos de chorro, y es muy susceptible a los efectos del viento. Sin embargo, el agua en forma de spray que alcanza las llamas absorbe mucho más calor por galón. Otra ventaja del chorro fogoso es que no tiene la continuidad necesaria para conducir la electricidad.

El chorro intermedio está entre el sólido y el fogoso. El chorro intermedio posee mayor penetración y alcance que el chorro fogoso y una mayor absorción de calor por galón que el chorro sólido.

## **XIV. Protección de la Propiedad**

Las operaciones de protección a la propiedad consisten en métodos y procedimientos asociados al combate contra incendios que minimizan los daños primarios y secundarios mientras se extingue el fuego. Los daños primarios son causados por el fuego, mientras los daños secundarios son causados por las operaciones de supresión del incendio. Ambos daños se pueden minimizar por medio de las operaciones de salvamento.

Para poder realizar el salvamento o protección de la propiedad se necesita planificar, conocer procedimientos y conocer el equipo que se utiliza en dicha actividad. Otra parte importante de las operaciones de salvamento es proteger la propiedad del clima exterior.

### **Planificación**

Para que las operaciones de salvamento sean eficientes, se requiere de planeación y entrenamiento para los miembros de la brigada. El plan requiere un listado de los archivos, computadoras y máquinas costosas que se tienen que proteger para no perjudicar la continuidad de las operaciones de la planta.

Los archivos que se deben proteger, se deben marcar con anticipación, para que los miembros de la brigada los identifiquen con facilidad. El plan debe indicar qué objetos se pueden sacar y cuáles no. Puede que haya máquinas muy costosas, pero si son extremadamente pesadas no podrán moverse, sólo cubrirse. En esta planificación es muy importante la identificación de desagües para no tener problemas de inundaciones en las operaciones de combate contra incendios.

### **Procedimientos de Salvamento**

Las operaciones de salvamento generalmente se inician paralelamente a la extinción del incendio. Por ejemplo, la propiedad que se encuentra en el piso justamente abajo del incendio se puede cubrir.

Cuando la fábrica posee grandes volúmenes de producto terminado, la cantidad de productos que se pueden cubrir será limitado. Por esta razón, el producto terminado se debe colocar en pallets para separarlo del piso y por ende del agua o agente extintor involucrado. En estos casos donde los volúmenes de productos a salvar son muy grandes, la brigada debe concentrar sus esfuerzos en crear resbaladeros de agua y pequeñas presas para desviar el cauce de las aguas y proteger más efectivamente el producto.

Para remover grandes cantidades de agua se deben localizar los desagües y se debe verificar que no estén tapados.

## **Cubiertas de Salvamento**

Las cubiertas de salvamento son fabricadas con telas impermeables en una gran variedad de tamaños. Las cubiertas sintéticas son livianas, fáciles de manipular, económicas y muy prácticas. Como un sustituto de la cubierta de salvamento, la brigada puede contar con rollos de plástico, los cuales se pueden cortar en el tamaño deseado y utilizarse de una manera versátil.

Para extender la vida de las cubiertas de salvamento, se recomienda una limpieza con agua y una escoba para sacar la suciedad. Luego del lavado, las cubiertas se deben secar a la intemperie antes de ser dobladas y almacenadas. Las cubiertas deben ser examinadas para verificar que no tengan hoyos, y si se encuentran daños, estos se deben reparar con cintas adhesivas especiales o parches.

Las cubiertas de salvamento se usan principalmente para cubrir máquinas o mobiliario para protegerlo del agua o el agente extintor que se usa en el combate del incendio. Adicionalmente, estas cubiertas se pueden usar para almacenar agua o desviar el flujo del agua proveniente de las operaciones de combate. Para desviar el flujo de agua, las cubiertas se pueden convertir en resbaladeros. Para el almacenaje de pequeñas cantidades de agua, las cubiertas se pueden convertir en presas por medio de dobleces y abultamientos en las orillas para prevenir que el agua se salga.

## **Equipo de Salvamento**

Adicionalmente a las cubiertas de salvamento, la brigada contra incendios deberá tener cierto equipo básico para ayudarse en las operaciones de salvamento.

### **Kit para Mantenimiento de Rociadores.**

Estos kits contienen herramientas que permiten controlar el flujo de agua de las cabezas de los sistemas de rociadores cuando éstos no han terminado de drenar posteriormente a su cierre de válvula. El flujo de agua de los rociadores pueden causar grandes daños en la fábrica si éste no se controla cuando el incendio ya ha terminado.

### **Alfombras Plásticas.**

Estas alfombras plásticas proveen de protección para el piso del lodo y suciedad que los miembros de la brigada puedan entrar al edificio.

### **Equipo para Remoción de Agua.**

Los equipos de remoción de agua son usados para remover el agua de lugares donde se ha estancado, por ejemplo, ductos de elevador o sótanos. Para

bombear grandes cantidades de agua sucia, se recomienda contar con una bomba de achique o una aspiradora industrial de agua para menores volúmenes.

## **Protección y Preservación de la Evidencia**

Los miembros de la brigada deberán proteger la evidencia que podrá servir para determinar las posibles causas del incendio. Conocer las causas del incendio será de mucha utilidad para protegerse contra esas mismas causas y evitar incidentes en el futuro.

## **Salvamento Después del Incendio**

Estas operaciones deben garantizar que las instalaciones de la planta quedan en condición de operar. Para poder garantizar esta condición, los miembros de la brigada deberán restablecer los sistemas automáticos de protección de incendios, remover los residuos del incendio, proteger el edificio de aberturas ocasionadas por el incendio, restaurar los servicios, restaurar la maquinaria y establecer la seguridad en todas las áreas de la planta.

## **XV. Anexo A: Requerimientos para una Brigada contra Incendios.**

En este anexo se tratará de presentar algunos requerimientos para la organización, operación, entrenamiento y equipamiento de las brigadas contra incendios para la industria. Estos requerimientos son un extracto parcial de las normas NFPA (National Fire Protection Association) 600, las cuales comprenden los estándares para las brigadas industriales contra incendios.

### **Administración General**

#### **Gerencia General de la Fábrica.**

La gerencia general de la fábrica es responsable de:

- (a) Evaluar las condiciones y peligros específicos que presenta cada fábrica.
- (b) Asignar las tareas específicas (propias de cada fábrica) a cada miembro de la brigada.
- (c) Establecer, revisar y mantener por escrito el Estatuto Organizacional de la brigada.
- (d) Establecer los límites de autoridad y asignar responsabilidades cumpliendo con el Estatuto Organizacional.
- (e) Establecer una política acerca de la seguridad y salud ocupacional de los miembros de la brigada.
- (f) Establecer una política acerca del desempeño físico y los requerimientos de salud para cada miembro de la brigada.
- (g) Desarrollar o adoptar normas que establezcan una base mínima de requerimientos teóricos y prácticos para cada miembro de la brigada.
- (h) Desarrollar, revisar y mantener por escrito las normas de procedimientos operacionales para condiciones específicas de la fábrica.

- (i) Establecer una política que asegure suficientes fondos en el presupuesto para equipo, entrenamiento y educación, evaluaciones médicas y todo lo que sea necesario para mantener a la brigada funcionando en óptimas condiciones.
- (j) Elaborar y revisar un documento acerca de la organización de la brigada (Estatuto Organizacional) que incluya lo siguiente:
  - Organigrama de la brigada
  - El tipo, la cantidad y la frecuencia del entrenamiento para la brigada
  - El número de miembros en la brigada
  - Las tareas específicas de la brigada, las cuales deben definir el límite de las responsabilidades de la brigada
  - Los turnos durante los cuales la brigada estará disponible
- (k) Designar a un individuo para que se responsabilice de la administración de la brigada (Jefe de Brigada).
- (l) Establecer responsabilidad para la iniciación, mantenimiento y cumplimiento de los procedimientos operacionales para garantizar el bienestar de los miembros de la brigada.
- (m) Establecer una política que asegure la cooperación, participación y cumplimiento del Estatuto Organizacional para cada miembro de la brigada.
- (n) Toda la información asociada con la operación de la brigada contra incendios se debe mantener en un lugar donde sea fácilmente accesible para su inspección por las autoridades.

## **Operación General**

- (a) Se debe establecer un sistema de administración de incidentes con procedimientos escritos y se debe usar para administrar todas las operaciones de emergencia y entrenamiento.
- (b) El sistema de administración de incidentes debe identificar los roles y las responsabilidades que se relacionan con la seguridad de la operación de la brigada contra incendios.

- (c) Se debe implementar un sistema de identificación y conteo de todos los miembros de la brigada contra incendios que se presentan en una emergencia.
- (d) El sistema de administración de incidentes debe asegurar que el riesgo para los miembros de la brigada es evaluado antes de tomar acción. Sin importar el riesgo, las acciones tomadas no deben exceder los límites de responsabilidad trazados en el Estatuto Organizacional.
- (e) Se debe establecer una política de administración de riesgos, la cual debe basarse en los siguientes tres principios:
  - Cierta riesgo a la seguridad de los miembros de la brigada es aceptable cuando existen posibilidades de salvar vidas humanas
  - Un mínimo de riesgo a la seguridad de los miembros de la brigada, de una forma calculada, es aceptable cuando hay posibilidades de salvar propiedad en peligro
  - Ningún riesgo a la seguridad de los miembros de la brigada es aceptable cuando no existen posibilidades de salvar vidas humanas o propiedad privada

## **Educación General, Entrenamiento y Simulacros**

- (a) Se debe establecer un programa de entrenamiento para todos los miembros de la brigada contra incendios, para asegurar que cada uno es capaz de realizar las tareas asignadas de una manera segura que no pone en peligro ni su vida ni la de sus compañeros. Todos los miembros deben ser entrenados a un nivel acorde a sus funciones en el campo de acción.
- (b) Miembros de la brigada no deben realizar ninguna tarea en la que no hayan sido instruidos.
- (c) Debe haber un coordinador de entrenamiento que provea la instrucción de la brigada, o que verifique la calificación de otros instructores que provean el entrenamiento a los miembros.
- (d) Los líderes de la brigada contra incendios deberán recibir una instrucción más completa que los otros miembros de la brigada.
- (e) Los simulacros se deben efectuar tan seguido como sea necesario para evaluar la efectividad del programa de entrenamiento y educación general. Las lecciones enseñadas deben ser evaluadas y documentadas, y se debe proveer entrenamiento adicional cuando sea necesario.

- (f) Se debe mantener un historial de los entrenamientos a los que han sido sometidos cada uno de los miembros. Este historial debe incluir:
- Cursos ganados
  - Tópicos estudiados
  - Historial de asistencia a los simulacros
  - Liderazgo y otras hazañas realizadas en la brigada.

## **Organización de la Brigada contra Incendios**

La gerencia de la Brigada es responsable de:

- (a) Establecer los programas necesarios para cumplir con los requerimientos del Estatuto Organizacional.
- (b) Establecer el tamaño y la estructura de la brigada contra incendios.
- (c) Coordinar las sesiones de trabajo de la brigada.
- (d) Establecer y mantener programas de inspección del equipo contra incendios de la brigada.
- (e) Mantener una relación de trabajo estrecha con los cuerpos de bomberos de la región.
- (f) Hacer del conocimiento de los miembros de la brigada un listado de los materiales peligrosos que se encuentran en la fábrica.
- (g) Establecer los requerimientos físicos y de salud para poder ser miembro de la brigada.

### **Jefe de Brigada.**

El jefe de la brigada debe:

- (a) Establecer una línea de mando dentro de la brigada que permita actuar en la ausencia del jefe de la brigada.
- (b) Ayudar en el proceso de selección de los miembros de la brigada.
- (c) Seleccionar los subjefes de la brigada según el tamaño de la misma y mantenerlos informados de todas las operaciones.



- (d) Seleccionar y dar mantenimiento al equipo de la brigada.
- (e) Entregar un reporte anual a la gerencia general, que contenga el estatus de la brigada.
- (f) Ayudar en las investigaciones de incendios.

### **Subjefes de Brigada.**

Los subjefes de brigada deben ejecutar todas las órdenes que indique el jefe, y deben sustituir al jefe en su ausencia.

### **Miembros de la Brigada contra Incendios.**

- (a) Los miembros de la brigada deberán ser seleccionados entre los empleados de la fábrica. Estos deben cumplir con todos los requisitos establecidos para los miembros de brigada y deben representar tantas áreas y departamentos de la fábrica como sea posible.
- (b) Todo miembro de la brigada debe cooperar, participar y cumplir con lo que impone el Estatuto Organizaciones, así como con el programa de entrenamiento.
- (c) Los miembros de la brigada deben portar un documento que los identifique como tales.
- (d) Se deben establecer vías de comunicación entre los miembros de la brigada (Ej. Aparatos de radio), para reportar incidentes y para comunicarse durante una emergencia.

### **Requerimientos Físicos y de Salud para Miembros de la Brigada contra Incendios**

- (a) Para que un empleado de la fábrica sea aceptado como miembro de la brigada contra incendios, deberá pasar un examen médico y físico que demuestre que posee las condiciones necesarias para formar parte de la brigada.
- (b) Miembros de la brigada que estén bajo la influencia de drogas o alcohol no podrán participar en ninguna operación contra incendios.

- (c) Los miembros de la brigada están obligados a comunicar a la gerencia de la brigada si han sufrido algún cambio en sus capacidades físicas, que puedan afectar su desempeño.

### **Equipo de la Brigada contra Incendios**

- (a) La brigada contra incendios debe ser equipada con el equipo apropiado que le permita realizar las tareas descritas en el Estatuto Organizacional.
- (b) El equipo seleccionado debe ir acorde a la naturaleza de la fábrica y a los peligros específicos que ésta pueda presentar.
- (c) Se debe asignar un espacio de almacenamiento dentro de la fábrica para guardar el equipo de la brigada. El equipo se debe almacenar en un lugar accesible rápidamente.
- (d) Se debe mantener por escrito un listado del equipo de la brigada. El listado debe incluir la localización del equipo dentro de la fábrica, como también los procedimientos para la obtención del equipo cuando éste se requiera. Esta lista se debe actualizar por lo menos una vez al año.
- (e) Manuales de operación y mantenimiento del equipo, se deben poner a la disposición de la brigada contra incendios.
- (f) Se debe mantener un historial de servicios de mantenimiento del equipo. Este historial debe estar por escrito y a la disposición de la brigada.

### **Especificaciones para Brigadas contra Incendios en su Etapa Inicial**

Un incendio se dice que se encuentra en su etapa inicial cuando los miembros de la brigada contra incendio:

- (a) Tienen la capacidad de luchar contra el incendio de una manera segura usando ropa normal de trabajo.
- (b) No necesitan gatear o realizar otro tipo de acción evasiva para evitar el calor y el humo.
- (c) No requieren del uso de ropa protectora o equipo especial de respiración.
- (d) Pueden luchar contra el incendio de una manera efectiva con extintores portátiles o mangueras con un flujo menor o igual a 500 litros por minuto.

## **XVI. Anexo B: Primeros Auxilios**

Este anexo presenta algunos conceptos básicos de primeros auxilios que serán de gran utilidad para los miembros de la brigada contra incendios. Habrá que recordar que el objetivo primordial de la brigada contra incendios es la preservación de la vida, por lo cual es necesario que todo miembro de la misma tenga por lo menos conocimientos básicos en primeros auxilios. El conocimiento de primeros auxilios puede evitar muertes y/o incapacidad causada por accidentes que generalmente se dan en caso de incendio.

### **Principios Generales**

Cuando un miembro de la brigada se percata que hay personas heridas que necesitan los primeros auxilios, lo primero que debe hacer es solicitar una ambulancia de paramédicos al lugar del incendio. Para poder prestar los primeros auxilios al herido, el miembro de la brigada debe verificar que el ambiente en el que se encuentra el herido es un ambiente seguro para suministrar los primeros auxilios. Si el ambiente no es seguro, se deberá sacar al herido a un ambiente seguro donde se le pueda dar tratamiento, teniendo el cuidado de moverle lo menos posible para evitar complicaciones en posibles fracturas de columna.

### **Valoración del Herido**

Luego que el herido ha sido llevado a un lugar seguro, se deberá verificar si está consciente o no. Si la persona no contesta, se deberán seguir los pasos de valoración primaria. Si la persona está consciente, se le deberá preguntar qué le pasa y qué dolores siente, pasando directamente a una valoración secundaria.

#### **Valoración Primaria.**

Si el herido se encuentra inconsciente, se deberán realizar los pasos que se describen a continuación.

#### **Paso 1:**

Verifique que el herido está respirando. Coloque el oído cerca de la nariz y boca del herido y al mismo tiempo observe el pecho. Si el herido no está respirando se le debe suministrar respiración de boca a boca. Para ésto, coloque su mano en la frente del paciente y la otra bajo su cuello, meciendo la cabeza suavemente hacia atrás. Cierre la nariz del herido con una mano, selle con su boca la del herido y sople hasta que el pecho del herido se infle. Repetir cuatro veces y verificar respiración.

**Paso 2:**

Verifique el pulso del herido. Localice la manzana de adán del herido, deslice sus dedos hacia la tráquea y sienta si el herido tiene pulso. Si el herido no tiene pulso, se deberá suministrar una RCP (Reanimación Cardio Pulmonar) de inmediato.

**Paso 3: (Reanimación Cardio Pulmonar)**

Localice el reborde costal (orilla de las costillas), luego encuentre la punta inferior del esternón y mida dos dedos arriba de éste. Coloque el talón de su mano con los dedos levantados en el punto anteriormente localizado y entrelace los dedos de las manos. Comprima el pecho hacia abajo y con suavidad. Este procedimiento expulsa la sangre del corazón. Luego realice 15 compresiones torácicas seguidas de dos ventilaciones. Repita el ciclo hasta que el herido recupere el pulso. Si el herido recupera el pulso, continúe solamente con las respiraciones boca a boca hasta que recupere la respiración.

**Paso 4:**

Verifique si el herido tiene hemorragias severas. Si presenta hemorragias severas, aplique presión directa con una gasa estéril sobre la herida. Si no se cuenta con una gasa estéril, lo puede realizar solo con la mano. Luego eleve la herida por encima del nivel del corazón. Si la presión directa y la elevación de la herida no controlan la hemorragia se recurrirá a la presión directa sobre la arteria. Si la herida se encuentra en los miembros superiores, haga presión en la arteria braquial, que se encuentra en la cara interna del tercio del brazo presionando con las yemas de los dedos la arteria contra el hueso. Si la herida se encuentra en los miembros inferiores, la presión se hace en la ingle sobre la arteria femoral. Esto se hace presionando con la palma de la mano la parte media del pliegue de la ingle. Si la hemorragia se detiene, suelte levemente la arteria. Si la hemorragia vuelve, regrese la presión.

Con ésto termina la valoración primaria del herido, donde se buscan los problemas que amenazan la vida del paciente. Terminada la valoración primaria donde se restablece la respiración y los latidos del corazón, se pasa a una valoración secundaria del herido.

**Valoración Secundaria.**

Restablecidos los signos vitales del herido se procede a una valoración secundaria, que se resume a continuación.

**Paso 1:**

Haga un examen rápido del cuerpo del herido de la cabeza hacia abajo. Si se hace necesario rompa la ropa del herido para poder apreciar mejor las heridas. Primero debe revisar la cara. Esto incluye la nariz y oídos, en donde la presencia de sangre y líquido cefalorraquídeo puede indicar fractura craneal.

**Paso 2:**

Revise la cabeza la cual debe palpar suavemente para encontrar posibles traumatismos en los huesos del cráneo.

**Paso 3:**

Revise el tórax del herido, comenzando por una palpación con los dedos de la columna vertebral (sin mover al herido) y de la caja torácica. Durante este examen se debe poner atención a la simetría de los huesos para poder determinar posibles heridas.

**Paso 4:**

Revise el abdomen y la pelvis para posibles daños viscerales. Busque masas, vísceras expuestas y dolor, todos indicadores de la región donde existen órganos comprometidos.

**Paso 5:**

Revise todos los huesos de las extremidades. Si no se encuentran quebraduras, conviene movilizar las extremidades para excluir posibles dislocaciones.

## **Lesiones Comunes**

### **Quemaduras.**

Las quemaduras se clasifican en primero, segundo y tercer grado, según las capas de la piel y los tejidos que se han lesionado. Se considera quemadura de primer grado a la que lesiona la capa superficial de la piel. La de segundo grado lesiona la capa superficial y la capa intermedia de la piel. La quemadura de tercer grado es la más seria, ya que lesiona los tejidos que se encuentran por debajo de la piel como vasos sanguíneos, nervios, músculos e incluso pueden llegar a lesionar el hueso.

Para tratar una quemadura se deben seguir varios pasos. Primero, valore el tipo de quemadura y su gravedad. Retire con cuidado las prendas ajustadas que compriman la zona lesionada antes de que ésta comience a inflamarse. No debe romper las ampollas para evitar infecciones y mayores traumatismos. Luego debe enfriar el área quemada durante varios minutos, aplicando una solución salina fisiológica o agua fría sobre la lesión (no aplique hielo, ni pomadas, ni ungüentos). Cubra el área quemada con una gasa estéril húmeda en solución salina y sujete la gasa con una venda para evitar contaminación de gérmenes (no aplique presión). Si el herido está consciente, suministrar líquidos abundantes por vía oral.

### **Lesiones en Huesos y Articulaciones.**

Este tipo de lesión es dolorosa pero raramente mortal. Sin embargo debe ser atendida adecuadamente para evitar problemas serios e incapacidades al herido. Las principales lesiones que afectan a los huesos, tendones, ligamentos, músculos y articulaciones son: fracturas, esguinces, luxaciones, calambres y desgarros. Si el herido presenta lesiones graves en un músculo, hueso o articulación, se deberá inmovilizar la parte lesionada mientras el herido se traslada a un centro asistencial. Para inmovilizar el área afectada se necesitan: férulas rígidas (tablas y cartón), férulas blandas (mantas dobladas y almohadas) y vendas (tiras de tela, pañuelos, corbatas).

### **Botiquín de Primeros Auxilios**

El botiquín de primeros auxilios es un recurso básico para las personas que prestan un primer auxilio, ya que en él se encuentran los elementos indispensables para dar atención satisfactoria a las víctimas de un accidente o enfermedad repentina y en muchos casos pueden ser decisivos para salvar vidas .

Los elementos esenciales de un botiquín de primeros auxilios se pueden clasificar así:

- Antisépticos (Bactroderm, Yovidona, Isodine, Alcohol, Jabón, etc.).
- Material de curación (Gasas, Compresas, Apósitos, Vendas, Algodón).
- Instrumental y elementos adicionales (Pinzas, Tijeras, Guantes, Termómetro, Lupa, Gotero, etc.).
- Medicamentos (Analgésicos, Sobres de Suero Oral, Antihistamínicos).

## **XVII. Bibliografía**

### **Libros y Manuales**

1. NFPA (National Fire Protection Association). 1993. Manual de Protección contra Incendios. 4ta. Edición, Editorial MAPFRE, España.
2. IFSTA (International Fire Service Training Association). 1998. Essentials of Fire Fighting. 4ta. Edición, Fire Protection Publication (Oklahoma State University), Estados Unidos de América.
3. Craighead, Geoff. 1995. High Rise Security and Fire Life Safety. Primera Edición, Editorial Butterworth-Heinemann, Estados Unidos de América.
4. Gold, David T. 1982. Fire Brigade Training Manual. Primera Edición, Editorial NFPA, Estados Unidos de América.
5. Mckinnon, Gordon P. 1981. Fire Protection Handbook. 15a Edición, Editorial NFPA, Estados Unidos de América.
6. Mckinnon, Gordon P. 1979. Industrial Fire Hazards Handbook. Primera Edición, Editorial NFPA, Estados Unidos de América.
7. Tuck, Charles A. 1982. Fire Inspection Manual. 5a Edición, Editorial NFPA, Estados Unidos de América.
8. Walsh, Charles V. 1963. Fire Fighting Strategy and Leadership. Primera Edición, Editorial McGraw-Hill, Estados Unidos de América.
9. IFSTA (International Fire Service Training Association). 1995. Industrial Brigade Training Incipient Level. Primera Edición, Fire Protection Publication (Oklahoma State University), Estados Unidos de América.
10. Bugbee, Percy. 1978. Principles of Fire Protection. Primera Edición, Editorial NFPA, Estados Unidos de América.
11. Granito, Anthony. 1977. Company Leadership and Operations. Primera Edición, Editorial NFPA, Estados Unidos de América.
12. NFPA (National Fire Protection Association). 1990. Industrial Fire Hazards Handbook. 3a Edición, Editorial NFPA, Estados Unidos de América.

### **Normas y Códigos NFPA (National Fire Protection Association)**

1. NFPA 600, Standard on Industrial Fire Brigades.
2. NFPA 704, Identification of the Fire Hazards of Materials.
3. NFPA 101, Life Safety Code.
4. NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code.
5. NFPA 10, Portable Fire Extinguishers.
6. NFPA 11, Foam Extinguishing Systems.
7. NFPA 12, Carbon Dioxide Extinguishing Systems.
8. NFPA 12A, Halon 1301 Systems.
9. NFPA 13, Installation of Sprinkler Systems.
10. NFPA 17, Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems.
11. NFPA 1961, Standard for Fire Hose.

## Entrevistas

1. Mayor Oscar Morales Rossil (Encargado de Entrenamiento de Brigadas Industriales), Benemérito Cuerpo de Bomberos Municipales, Guatemala, Febrero 1999.
2. Lic. Juan Mansilla, F. Mansilla y Cia. S.A. (Distribuidores de Extintores y Equipo contra Incendios), Guatemala, Marzo 1999.
3. Lic. Julio Fernández, Seguros El Roble, Guatemala, Marzo 1999.

## Direcciones en Internet

1. [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org) (National Fire Protection Association)
2. [www.firefighting.com](http://www.firefighting.com)
3. [www.nfrmag.com](http://www.nfrmag.com) (National Fire and Rescue Magazine)
4. [www.emergencygrapevine.com](http://www.emergencygrapevine.com)
5. [www.wces.net](http://www.wces.net) (Community of Emergency Services)
6. [www.femsa.org](http://www.femsa.org) (Fire and Emergency Manufacturers and Services Association)
7. [www.salud-latina.com/primeros-auxilios/index1.htm](http://www.salud-latina.com/primeros-auxilios/index1.htm) (Manual de Primeros Auxilios On-line).