

ACADEMIA NACIONAL DE BOMBEROS DE CHILE

Guía de Autoinstrucción N°1

El Fuego y los Incendios



ACADEMIA NACIONAL





ACADEMIA NACIONAL

Guía de Autoinstrucción N°1. El Fuego y los Incendios

Autores

Sergio Albornoz G.
Jean-Pierre Chereau M.
Simón Araya S.

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del "Copyright", bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución en ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo público.

© 2016, Academia Nacional de Bomberos de Chile
Avda. Bustamante 086, Providencia, Santiago, Chile.
Teléfonos: (56) 2 2816 0027 / (56) 2 2816 0000
E-mail: academia@bomberos.cl
Twitter: @ANB_Chile
www.anb.cl

Director editorial: Alonso Ségeur L.
Encargado metodológico: Felipe Cepeda del Río.
Diseño editorial: Félix López C.
Ilustraciones: Rodrigo Arnes V.
Fotografías: Archivo ANB

N° de registro: 266329
ISBN: 978-956-9682-09-4

1° edición, Mayo 2016.
Todos los derechos reservados.

Guías de Autoinstrucción para Bomberos

Estas **Guías de Autoinstrucción para Bomberos** se enmarcan en el compromiso que la Academia Nacional de Bomberos de Chile, tiene para actualizar y reforzar conocimientos esenciales sin barreras geográficas ni horarias. En el presente documento, presentaremos la primera de diez **Guías de Autoinstrucción** que todo Bombero de Chile debe conocer:

1 El Fuego y los Incendios

- 2 Uso básico de Mangueras y Pitones
- 3 Uso de Equipos de Protección Personal y Equipo de Respiración Auto-Contenido
- 4 Técnicas de Entrada Forzada a Estructuras
- 5 Técnicas de Ventilación Táctica en Incendios
- 6 Uso de Escalas y Cuerdas para el Control de Incendios
- 7 Técnicas de Búsqueda y Rescate en Incendios
- 8 Guía de Estandarización de Material Menor de Bomberos
- 9 Guía de Primera Respuesta a Accidentes con Materiales Peligrosos (PRIMAP)
- 10 Guía de aplicación de maniobras de Reanimación Cardio Pulmonar (RCP)



Objetivo

El objetivo de esta Guía es recordar los conceptos esenciales del fuego, su interacción y variables en los incendios, para que así, la instrucción dada en el cuartel, por el Oficial o Bombero más antiguo, tenga el respaldo de la ANB.



Definiciones

Para facilitar la comprensión de los contenidos de ésta guía se presentan las siguientes definiciones técnicas.

- **Combustión:** Una reacción química entre un cuerpo combustible con un comburente en presencia de una energía de activación. La combustión genera calor y gases y casi siempre llamas y humo.
- **Comburente:** Elemento que no arde, pero hace arder un combustible, sosteniendo la combustión, con y sin llama. El más común es el oxígeno del aire, pero también hay otros materiales que poseen oxígeno dentro de su estructura molecular o que no poseen oxígeno pero igual pueden iniciar o mantener la combustión como los cloratos, boratos, permanganatos, entre otros.
- **Combustible:** Cuerpo sólido, líquido o gaseoso que es susceptible de arder.
- **Energía de activación:** Fuente de calor necesaria para iniciar una combustión.
- **Fuego:** Producto de una combustión.
- **Hollín:** Partículas negras de carbón que se producen en una combustión incompleta.
- **Humo:** Partículas carbonosas en suspensión en el aire, derivadas de la combustión incompleta de combustibles.

- **Incendio:** Fuego fuera del control.
- **Punto de inflamación (Flash Point):** Temperatura mínima a la cual un combustible emite suficientes vapores, los cuales mezclados con la suficiente cantidad de comburente y ante una fuente de ignición, se encienden, pero no mantienen la combustión.
- **Punto de fuego (Fire Point):** Temperatura mínima a la cual un combustible emite suficientes vapores, los cuales mezclados con la suficiente cantidad de comburente y ante una fuente de ignición, se encienden, manteniendo la combustión.
- **Punto de auto-inflamación (Ignition Point):** Temperatura a la que una mezcla de gas combustible y

comburente puede incendiarse espontáneamente a causa de su calor (o el calor del medio ambiente) sin la presencia de llama o chispa directa.

También se conoce como “*punto de auto-ignición*” o “*punto de auto-combustión*”.

- **Reacción en cadena:** Cuando un combustible comienza arder en forma sostenida, esta reacción química produce calor que retroalimenta el combustible, aumentando la generación de gases y vapores. Este proceso se mantiene mientras exista calor en cantidad suficiente para poder continuar gasificando el combustible además de una cantidad de combustible capaz de desprender gases o vapores y comburente que lo alimente.

Triángulo del fuego

Cuando se mezcla un combustible con un comburente y recibe energía de una fuente de ignición, se inicia una combustión. La interdependencia de estos 3 elementos, definen esta como la teoría del “**Triángulo del fuego**”.



La energía de activación de un incendio puede ser de origen:

- **Eléctrica.** Por resistencia, inducción, dieléctrico, fuga, arco, estática o rayos.
- **Química.** Calor de combustión, espontáneo, descomposición, reacción y disolución.
- **Mecánica.** Calor por compresión, por fricción o chispas por fricción.
- **Nuclear.** Por fisión del núcleo del átomo o por fusión de núcleos de átomos diferentes.



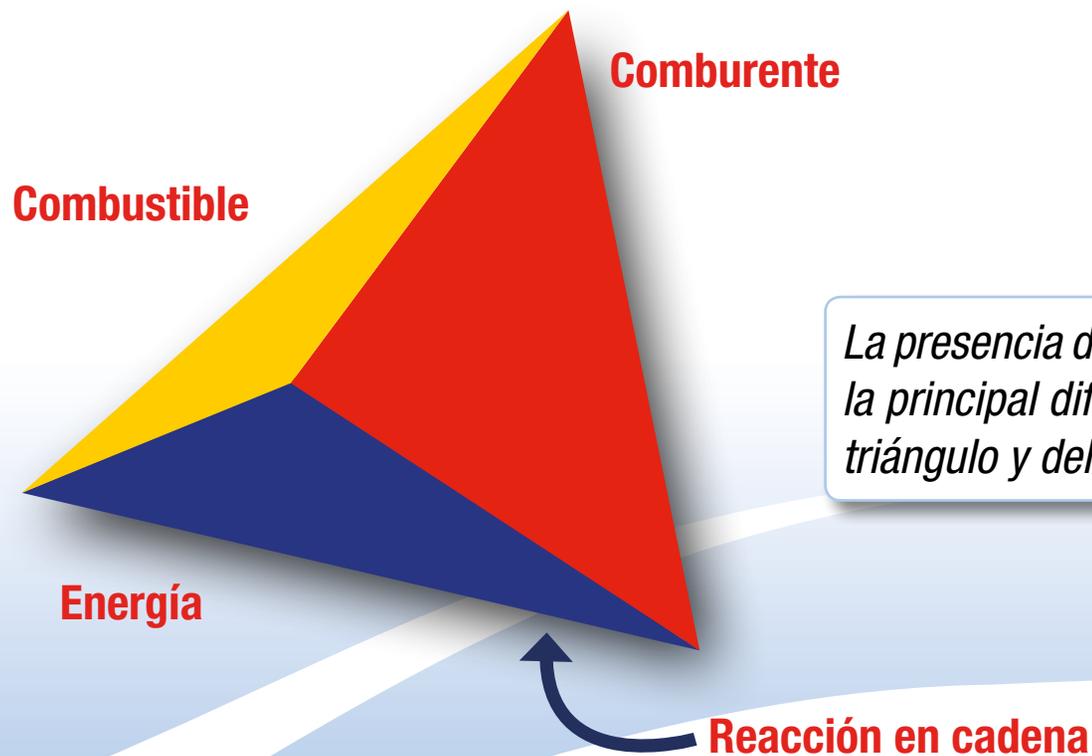
El comburente más común es el oxígeno del aire (aproximadamente 21%) habiendo otros como los cloratos, percloratos, permanganatos, peróxidos, halógenos, entre otros.

El **combustible** para un incendio puede ser **sólido, líquido o gaseoso** (o combinaciones de ellos) y pueden ser de origen:

- **Orgánico;** que contiene carbono.
Este es el caso de la madera, papel, gas natural, entre otros. Todo material orgánico se descompone sobre los 500°C.
- **Inorgánico;** que no contiene carbono.
Este es el caso de los metales, magnesio, aluminio, fósforo. Su combustión es más difícil porque requiere más calor.

Tetraedro del fuego

Cuando un **combustible** y un **comburente** se mezclan en la proporción adecuada y reciben **energía** de una fuente de ignición se inicia la **combustión**, generando a la vez suficiente energía para autoalimentarse y avanzar por el material. Aparecen las llamas y se ha iniciado una reacción en cadena. Los cuatro componentes forman un **tetraedro del fuego**.



La presencia de la reacción en cadena es la principal diferencia entre la teoría del triángulo y del tetraedro del fuego.

Formas de Extinción

Componente	Formas de extinción	Definición	Ejemplo
Calor	Enfriamiento	Aplicación de un agente como el agua que absorbe energía calórica para reducir o detener la combustión.	
Combustible	Segregación	Retirar o cortar el paso de combustible durante la combustión o dejar que se queme hasta que se agote el combustible.	
Comburente	Sofocación	Bajar la concentración del comburente del lugar de la combustión mediante la aplicación de un gas más pesado que el aire o generación de vapor de agua.	
Reacción en cadena	Inhibición	Detener la reacción o quitarle energía para que no continúe por el material aplicando inhibidores como el Polvo Químico Seco.	

La clases de fuego

Los fuegos se clasifican en las siguientes clases:

Clase A: Fuego en combustibles comunes

Son fuegos de combustibles comunes tales como la madera, papel, géneros, cauchos y diversos plásticos. En general son todos aquellos materiales que al arder dejan brasas o cenizas.



Clase B: Fuego en gases y líquidos combustibles e inflamables.

Son fuego en gases inflamables y líquidos combustibles e inflamables tales como petróleo, gasolina, alcoholes, solventes, pinturas, alquitranes, entre muchos otros. En general son todos aquellos materiales que al arder NO dejan brasas o cenizas.

Su capacidad para encender depende del “*punto de inflamación*” específico de cada producto, pero puede suceder un reencendido si la temperatura de la mezcla de gas alcanza la de “encendido”.

Generalmente, la extinción completa de un fuego de Clase B sólo se puede obtener después de una fase de enfriamiento. Sin embargo, los clasificamos en:

- **Los fuegos de líquidos inflamables inmiscibles con el agua (que no se mezclan con el agua)**

Fuego de líquidos de tipo esencias, aceites, éteres, petróleo y sus derivados, generalmente imposibles de extinguir con agua, excepto si son de pequeño tamaño. Los dos agentes de extinción más eficaces son el polvo químico seco y espuma para hidrocarburos.



- **Los fuegos de líquidos inflamables miscibles con agua (que se mezclan con el agua)**

Fuegos de líquidos de tipo alcohol pueden ser extinguidos con CO₂ y Polvo Químico Seco en envases pequeños y contenidos. Para fuego de mayor magnitud sólo el uso de espuma específica para alcoholes será efectiva, siempre que se cumplan las condiciones de contención del líquido.



- **Sólidos licuables:**

Fuegos de plástico, goma y alquitrán, que emiten una gran cantidad de calor y humo. Generalmente la extinción se obtiene con agua. Sin embargo, en algunos casos, su aplicación puede ser insuficiente. En ese caso se lleva a cabo la extinción usando espuma para poder llegar al interior de pilas de material compactas o fuego en profundidad.



Clase C: Fuego en equipos eléctricos o materiales energizados

Son fuegos que involucran equipos eléctricos o cualquier otro combustible (fuego clase A, B o D) energizado. Mientras se encuentre con energía eléctrica NO se debe utilizar agentes extintores conductores de la electricidad como el agua (sólo el agua destilada no es conductora) o la espuma que contiene agua. Una vez desenergizado y verificada la ausencia de electricidad por medios seguros (bastón eléctrico) se puede extinguir con agua. Si no es posible desenergizar, sólo usar agentes extintores no conductores de la electricidad como el Polvo Químico Seco o el Dióxido de Carbono (CO₂).



Clase D: Fuego en metales combustibles

Son fuegos en metales combustibles, tales como magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio y potasio, que al arder alcanzan temperaturas muy elevadas (2700°C a 3300°C).

La mayoría de estos metales reaccionan violentamente con el agua, causando una liberación de hidrógeno que crea un riesgo de explosión. Algunos, como el magnesio, el potasio o el fósforo blanco, pueden encender espontáneamente en presencia de aire o explotar. Otros, como el aluminio, por ejemplo, sólo pueden hacerlo cuando están en forma de polvo o virutas. Estos fuegos NO deben ser extinguidos con agua o espuma. Sólo usar Polvos Secos especiales, polvo de grafito o ceniza de soda.



Humo

El humo lo componen partículas visibles, sólidas y/o líquidas en suspensión en el aire. Es el resultado de la combustión y/o *pirolisis* incompleta. Muy a menudo, el humo de incendios, incluye partículas de carbono sin quemar arrastradas por las corrientes de circulación. Se comporta como un fluido.

El humo de incendios consisten principalmente en:

- Vapor de agua
- Hidrocarburos
- Dióxido de carbono
- Monóxido de carbono
- Hollín
- Otros gases (cianuro de hidrógeno, cloruro de hidrógeno, dióxido de azufre, fosgeno, fosfina, dióxido de nitrógeno, amoníaco, cloro, entre otros) que dependen de la composición del material que se quema.

El peligro del humo de incendios se debe a su carácter:

- Inflamable y explosivo, ya que se compone de gran cantidad de partículas semiquemadas o sin quemar, que contienen todavía mucha energía, resultantes de la combustión incompleta;
- Irritante porque su composición proviene de una reacción química de oxidación;
- Opaco por la presencia de partículas de hollín o aerosoles que causan una pantalla que reduce la visibilidad y no permite pasar la luz. En algunos casos, cuando los gases son muy densos, los sonidos están disminuidos;
- Calórico al irradiar gran cantidad de energía. Los gases de combustión también irradian mucha energía;
- Móvil, comportándose como un fluido tendiendo a llenar todos los espacios, incluso algunos muy lejanos al punto de origen del fuego, con una tendencia ascendente (convección).



Trasmisión de calor

Existen tres mecanismos de propagación del fuego (calor) los cuales ocurren generalmente en forma simultánea, o uno de ellos predominante sobre los otros dos.

- **Conducción**

Proceso mediante el cual un material transfiere calor desde una molécula a otra por dentro de sí mismo o por contacto directo con otro material. Existen materiales muy buenos conductores de temperatura como los metales y otros malos conductores como la fibra de vidrio. En el caso que dos materiales diferentes estén en contacto directo, el calor fluirá siempre desde el más caliente hacia el más frío.



• Convección

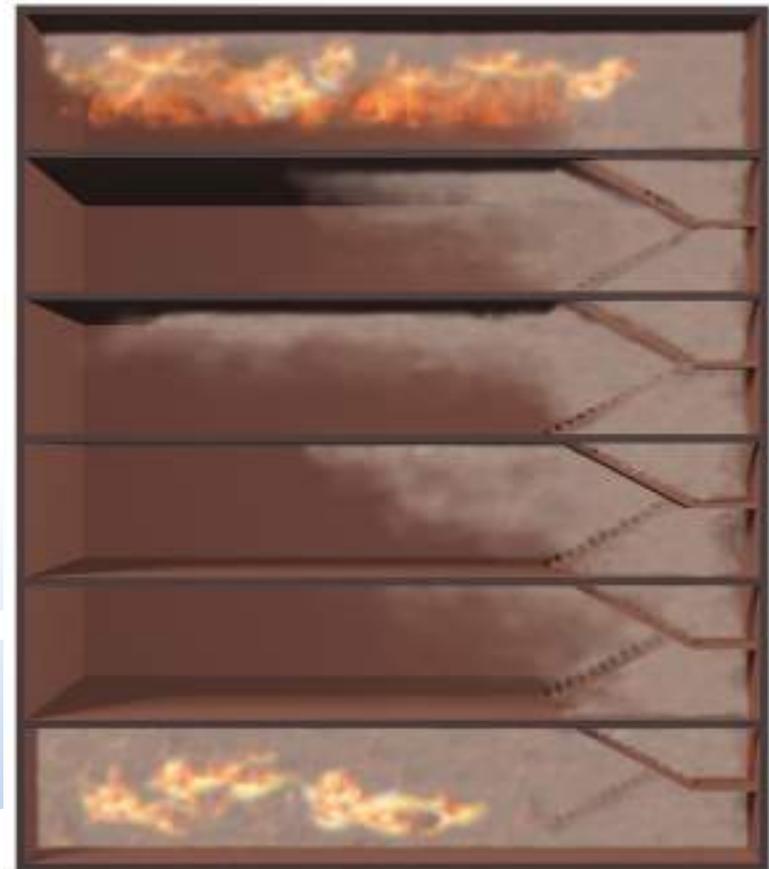
Este se define como el movimiento del calor a través de un fluido líquido o gaseoso. Estos fluidos tendrán siempre una tendencia ascendente tanto al aire libre como en recintos cerrados.

Al aire libre, estos gases súper calentados serán movidos por el viento propagando el fuego.

En recintos cerrados pero con libre disposición de aire, los gases llenarán el espacio desde arriba hacia abajo formando un “plano neutro”. Esto provocará que antes de llegar al suelo, irradien calor a todo el interior de la pieza, alcanzando en forma casi simultánea la temperatura de ignición de los contenidos de ella, produciéndose una “inflamación súbita generalizada” (*Flashover*).

Si el recinto no tiene ventilación libre (*recinto cerrado pero no hermético*), la capa térmica llegará casi hasta el suelo quedando en estado “latente” por falta de oxígeno. Las llamas se extinguen pero continúa la

combustión en estado de brasas y el calor se mantiene. Si se abre descuidadamente una puerta o ventana e ingresa oxígeno se producirá una “explosión por flujo reverso” (*Backdraft*).



- **Radiación**

En ésta la energía calórica se transmite por ondas electromagnéticas invisibles, rectilíneas y que pueden viajar por el vacío. El sol entrega su energía a la tierra mediante radiación.

A partir del punto de origen, el calor se transmite por radiación en todas direcciones y directamente proporcional a la distancia.



Fases de un incendio

Con libre disposición de aire

- **Fase inicial o encendido:** donde se pone en contacto uno o más combustibles con una fuente de energía lo suficientemente potente para iniciar la reacción química conocida como combustión y aparezcan llamas, con temperaturas por debajo de los 300°C, generación de humo por mala combustión (falta de oxígeno) y generalmente una magnitud pequeña cercana al punto de origen (a menos que el combustible sea gaseoso o vapores y esté muy extendido).
- **Fase de incremento de temperatura:** donde la temperatura se incrementa rápidamente, entre los 300°C y los 700°C, aumentando la cantidad de productos de la combustión. La cantidad de energía generada es mayor a la disipada por lo que el fuego se propaga a materiales cercanos y al ambiente circundante, incluida la estructura que empieza a debilitarse.



- **Fase de libre combustión:** se inicia con la “Inflamación Súbita Generalizada” o *Flashover*. En esta fase se alcanzan temperaturas superiores a 800°C con presencia de llamas y productos de la combustión y propagación principalmente por radiación y convección. La cantidad de energía generada sigue siendo mayor que la disipada, traspasándose gran parte de este diferencial a la estructura de la edificación que empieza a debilitarse con posibles colapsos. Dependiendo de la literatura de referencia, puede producirse a nivel de laboratorio desde los 483°C .



- **Fase de decaimiento:** se inicia cuando la cantidad de energía disipada es mayor a la generada, el combustible se agota y el ritmo de la combustión baja. Termina apagándose y la cantidad de gases emitidos son de alto riesgo, principalmente monóxido de carbono además de dioxinas, furanos y compuestos orgánicos persistentes (PCBs). La estructura puede estar dañada o colapsar en cualquier momento.



Sin libre disposición de aire

- **Fase inicial o encendido:** donde se pone en contacto uno o más combustibles con una fuente de energía lo suficientemente potente para iniciar la reacción química conocida como combustión y aparezcan llamas. En esta fase se desarrollan temperaturas por debajo de los 300°C con generación de humo por mala combustión (falta de oxígeno) y generalmente de una magnitud pequeña cercana al punto de origen (a menos que el combustible sea gaseoso y esté muy extendido).
- **Fase de incremento:** donde la temperatura aumenta rápidamente, entre los 300°C y los 700°C, aumentando la cantidad de productos de la combustión, apareciendo llamas, las que dependen del grado de ventilación, pudiendo propagarse a distancia desde el punto de origen, afectando a uno o más compartimientos. La cantidad de energía generada es mayor a la disipada por lo que el fuego se propaga a materiales cercanos y al ambiente circundante.



- **Fase Latente:** combustión en lugar semi cerrado acumulando calor, humo y gases de *pirolisis* en su interior. Si se abre una puerta o ventana podría producirse un *Backdraft* por el ingreso de comburente (oxígeno del aire) al reactivar la combustión con la generación de una onda expansiva.
- **Fase de libre Combustión:** en un lugar en fase latente, se inicia con la “explosión por flujo reverso” (Backdraft) alcanzando temperaturas superiores a 800°C con presencia de llamas y productos de la combustión y propagación principalmente por radiación y convección. La cantidad de energía generada sigue siendo mayor que la disipada, traspasándose gran parte de este diferencial a la estructura de la edificación que empieza a debilitarse provocando un eventual colapso.



- **Fase de decaimiento:** se inicia cuando la cantidad de energía disipada es mayor a la generada, el combustible se agota y el ritmo de la combustión baja. Termina apagándose y la cantidad de gases emitidos son de alto riesgo, principalmente monóxido de carbono además de dioxinas, furanos y compuestos orgánicos persistentes (PCBs). La estructura puede estar dañada o colapsar en cualquier momento.



Fenómenos termodinámicos

- **Inflamación súbita generalizada:** fase de transición en el desarrollo de un incendio en un recinto semi cerrado en la cual las superficies expuestas a la radiación térmica alcanzan su temperatura de ignición más o menos simultáneamente, lo que hace que el fuego se generalice rápidamente en todo el recinto. Ocurre al final de la Fase de Incremento de Temperatura y marca el inicio de la Fase de Libre Combustión. En inglés se conoce como **Flashover**.



- **Explosión por flujo reverso:** explosión producida por la entrada repentina de aire (oxígeno) en un espacio cerrado que contiene productos recalentados de una combustión incompleta pero en el que hay falta de oxígeno. Ocurre en la Fase Latente en recintos cerrados pero no herméticos. En inglés se conoce como **Backdraft**.



Tipos de incendios

- **Compartimental:** cuando el fuego involucra un solo compartimento (una pieza o cuarto), independiente de su tamaño o ubicación. Los productos de la combustión pueden salir de él, pero no afectan a otros compartimentos de la edificación.



- **Multicompartimental:** cuando el fuego involucra a más de un compartimento (más de una pieza o cuarto) de una edificación, pero todavía no afecta a partes fundamentales de la estructura como techos, pilares, cadenas o partes que podrían generar un colapso inmediato o potencial.



- **Estructural:** cuando el fuego afecta uno o más compartimentos pero involucra partes de la edificación que pueden generar colapsos inmediatos o potenciales.



Bibliografía

- BSPP. (2013). *Le Feu et les Incendies*. Paris, Francia.
- ANB. (2012). *Taller Fuego Básico*. Chile.
- NFPA: National Fire Protection Association; Organización Iberoamericana de protección contra incendios; International Association of Fire Chiefs; IFST: International Fire Safety Training. *Manual de protección contra incendios*, Quinta Edición, 2009. Quincy, Massachusetts E.U.A

Guía de Autoinstrucción N°1

El Fuego y los Incendios



ACADEMIA NACIONAL

