

APUNTES DEL MÓDULO 1

Teoría del fuego y clases de fuego

Uso y manejo de extintores portátiles bajo estándar NFPA 10

Material de estudio

Módulo 1

Contenido del módulo

- 1 El tetraedro del fuego: La esencia de la combustión
- 2 Mecanismos de extinción del fuego
- 3 Clases de fuego según NFPA 10: La clasificación esencial
- 4 Propagación y etapas del incendio
- 5 Amago de incendio vs. incendio declarado: La distinción clave
- 6 Marco normativo chileno y NFPA 10

Bienvenido al módulo **"Teoría del fuego y clases de fuego"**. En este curso, exploraremos los principios fundamentales que rigen la combustión y cómo se clasifican los diferentes tipos de fuego, según el estándar internacional NFPA 10. Comprender estos conceptos es crucial para cualquier brigadista de emergencia o trabajador, ya que le permitirá identificar rápidamente los riesgos, seleccionar el extintor adecuado y actuar de manera efectiva para controlar un amago de incendio, protegiendo así vidas y bienes en su lugar de trabajo.

1 El tetraedro del fuego: La esencia de la combustión

Para comprender cómo se inicia y se propaga el fuego, es fundamental conocer la teoría del tetraedro del fuego. Esta teoría, que ha evolucionado del clásico "triángulo del fuego", añade un cuarto elemento esencial para explicar la autosostenibilidad de la combustión. Cuando se controlan los cuatro elementos, se puede controlar o extinguir un incendio de manera efectiva.

- **Combustible:** Es cualquier material capaz de arder. Pueden ser sólidos (madera, papel, textiles, plásticos), líquidos (gasolina, diésel, aceites, solventes, pinturas) o gases (propano, metano, butano). La naturaleza del combustible determina la cantidad de calor que libera y la velocidad de propagación del fuego.
- **Comburente:** Generalmente es el oxígeno presente en el aire. Para la mayoría de los fuegos, se necesita una concentración de oxígeno de al menos el 16% para mantener la combustión. El aire ambiente, con aproximadamente un 21% de oxígeno, es suficiente para la mayoría de los fuegos.
- **Calor:** Es la energía de activación necesaria para elevar la temperatura del combustible hasta su punto de ignición, es decir, la temperatura mínima a la que el material comienza a arder y a mantener la combustión. Fuentes de calor pueden ser llamas abiertas, chispas eléctricas, fricción, superficies calientes o reacciones químicas.
- **Reacción química en cadena:** Es el proceso autosostenido de la combustión. Una vez que el combustible alcanza su punto de ignición en presencia de oxígeno y calor, se liberan vapores inflamables que reaccionan con el oxígeno, produciendo más calor y radicales libres que, a su vez, mantienen y aceleran la combustión. Es lo que permite que el fuego continúe ardiendo por sí mismo.

La eliminación de cualquiera de estos cuatro elementos es la base de todas las técnicas de extinción de incendios. Por ejemplo, al enfriar un fuego, se busca reducir el calor; al sofocarlo, se interrumpe el suministro de comburente; al remover el combustible, se elimina la fuente de ignición; y al usar ciertos agentes extintores, se interrumpe la reacción en cadena.



Brigadistas en una bodega explicando el tetraedro del fuego, crucial para entender cómo se inician y mantienen las combustiones.

✓ Puntos clave

- El fuego es una reacción química que requiere combustible, comburente, calor y una reacción en cadena.
- El tetraedro del fuego explica la autosostenibilidad de la combustión.
- Eliminar cualquiera de los cuatro elementos extingue el fuego.
- Comprender el tetraedro es fundamental para seleccionar la estrategia de extinción adecuada.

Para reflexionar

- En la bodega de su empresa, ¿qué materiales identificaría como combustibles y por qué?
- ¿Cómo se relaciona la ventilación de un espacio con el comburente en el tetraedro del fuego?
- Si un equipo eléctrico empieza a generar chispas, ¿qué elemento del tetraedro estaría aportando principalmente?
- ¿Por qué se considera la reacción en cadena como un elemento clave y no solo un resultado de los otros tres?

2 Mecanismos de extinción del fuego

Una vez que comprendemos los elementos del tetraedro del fuego, el siguiente paso es saber cómo podemos interrumpir esa reacción. Los mecanismos de extinción son las acciones específicas que buscan eliminar uno o más de los componentes del fuego, deteniendo así la combustión. Cada agente extintor está diseñado para actuar sobre uno o varios de estos mecanismos.

Mecanismo de Extinción	Elemento Afectado	Descripción y Ejemplo
Enfriamiento	Calor	Reduce la temperatura del combustible por debajo de su punto de ignición. El agua es el agente más común, absorbiendo grandes cantidades de calor al evaporarse. <i>Ejemplo: Rociar agua sobre madera ardiendo para bajar su temperatura.</i>
Sofocación	Comburente (Oxígeno)	Reduce la concentración de oxígeno en el área del fuego por debajo del 16% (o el nivel crítico para el combustible específico), desplazándolo o creando una barrera. <i>Ejemplo: Usar una manta ignífuga sobre un sartén con aceite ardiendo o aplicar CO₂ para desplazar el aire.</i>
Separación del Combustible	Combustible	Consiste en eliminar o retirar el material combustible del alcance del fuego, o aislar el fuego de su fuente de combustible. <i>Ejemplo: Cerrar la válvula de suministro de gas a un quemador, o retirar cajas y pallets de una zona cercana a un fuego incipiente.</i>
Inhibición Química de la Reacción en Cadena	Reacción en Cadena	Interrumpe la formación de radicales libres que mantienen la reacción química autosostenida de la combustión. Este mecanismo es exclusivo de ciertos agentes extintores. <i>Ejemplo: El polvo químico seco (PQS) actúa interrumpiendo esta reacción a nivel molecular.</i>

Es importante destacar que muchos agentes extintores pueden combinar varios mecanismos. Por ejemplo, el Polvo Químico Seco (PQS) no solo inhibe la reacción en cadena, sino que también tiene un efecto de sofocación al crear una barrera entre el combustible y el oxígeno. El agua, además de enfriar, puede sofocar en espacios confinados al producir vapor que desplaza el aire.

✓ Puntos clave

- Los mecanismos de extinción eliminan uno o más elementos del tetraedro del fuego.
- El enfriamiento reduce el calor, generalmente con agua.
- La sofocación limita el comburente, por ejemplo, con CO₂ o mantas.
- La separación del combustible retira la fuente de material inflamable.
- La inhibición química interrumpe la reacción en cadena, como lo hace el PQS.

 Para reflexionar

- Si un derrame de solvente se incendia en su área de trabajo, ¿qué mecanismo de extinción sería el más adecuado y por qué?
- ¿Puede el agua ser contraproducente en algún tipo de fuego y por qué? ¿Qué mecanismo estaría fallando o causando un efecto negativo?
- ¿Qué precauciones tomaría al intentar separar el combustible en un escenario de fuego real?
- ¿Cómo cree que un extintor de espuma actúa sobre los elementos del tetraedro del fuego?

3 Clases de fuego según NFPA 10: La clasificación esencial

La correcta identificación de la clase de fuego es el paso más crítico para seleccionar el agente extintor adecuado y garantizar la seguridad de quien intenta controlarlo. El estándar NFPA 10 (National Fire Protection Association) clasifica los fuegos en cinco categorías principales, basadas en el tipo de combustible involucrado. Esta clasificación es universalmente aceptada y fundamental en la prevención y control de incendios.

- **Clase A:** Involucran combustibles sólidos comunes, de naturaleza orgánica, que al quemarse dejan cenizas. Ejemplos típicos en un entorno laboral son la madera de los pallets, el papel de oficina, cartones, textiles y ciertos plásticos. Para estos fuegos, el enfriamiento con agua es generalmente muy efectivo.
- **Clase B:** Implican líquidos inflamables (como gasolina, diésel, aceites lubricantes, pinturas, solventes) y gases combustibles (propano, gas natural, acetileno). Estos fuegos no dejan residuos sólidos. La extinción suele basarse en la sofocación y/o la inhibición de la reacción en cadena. Nunca se debe usar agua a presión directamente, ya que puede dispersar el líquido inflamable.
- **Clase C:** Son fuegos que involucran equipos o instalaciones eléctricas que se encuentran **energizadas**. La peligrosidad principal aquí es el riesgo de electrocución. Una vez que el equipo eléctrico es desenergizado, el fuego se reclasifica automáticamente a Clase A o B, dependiendo del material que esté ardiendo (ej: cables plásticos, aceites de transformadores). Los agentes extintores deben ser no conductores de electricidad, como el CO₂ o el PQS.
- **Clase D:** Se refieren a fuegos de metales combustibles. Ejemplos incluyen el magnesio, titanio, sodio, potasio, litio o circonio, que se encuentran a menudo en procesos industriales especializados o laboratorios. Estos metales reaccionan violentamente con el agua y requieren extintores de polvo especial (polvo químico Clase D) que actúan por sofocación y enfriamiento.
- **Clase K:** Es una clase específica para fuegos en aceites y grasas de origen vegetal o animal, típicamente presentes en cocinas comerciales e industriales (freidoras, planchas). Estos fuegos alcanzan temperaturas extremadamente altas y tienen un gran potencial de re-ignición. El uso de agua es sumamente peligroso por el riesgo de explosión de vapor. Se requieren agentes extintores especiales a base de acetato de potasio, que saponifican la grasa y enfrían.

En su lugar de trabajo, es fundamental realizar un análisis de los posibles combustibles presentes para determinar la clase de fuego predominante y, de esta manera, asegurar la disponibilidad de los extintores adecuados.



Demostración de uso de un extintor Clase K para fuegos de aceites y grasas en una cocina industrial, enfatizando la importancia de la clasificación.

✓ **Puntos clave**

- NFPA 10 clasifica los fuegos en Clase A, B, C, D y K.
- Clase A son sólidos combustibles, Clase B líquidos y gases inflamables.
- Clase C son fuegos eléctricos energizados; requieren agentes no conductores.
- Clase D involucra metales combustibles y necesita polvos especiales.
- Clase K es para aceites y grasas de cocina, con agentes específicos.

 Para reflexionar

- En un área de mantenimiento con herramientas eléctricas y aceites lubricantes, ¿qué clases de fuego podrían presentarse y qué implica esto para la selección de extintores?
- Si un fuego comienza en un motor eléctrico, ¿qué acción inicial podría cambiar su clasificación de fuego y por qué?
- ¿Por qué el agua es inadecuada para la mayoría de los fuegos Clase B, Clase C, Clase D y Clase K?
- Imagine un almacén de papel y cartón con estanterías metálicas. ¿Qué clase de fuego sería la principal preocupación y por qué?

4 Propagación y etapas del incendio

Un amago de incendio puede escalar rápidamente a un incendio declarado si no se controla a tiempo. Comprender cómo el calor se transfiere y las diferentes etapas por las que pasa un incendio es vital para evaluar la situación y determinar si es seguro intervenir con un extintor o si la evacuación es la única opción.

El fuego transfiere calor por tres mecanismos principales:

- **Conducción:** Es la transferencia de calor a través del contacto directo entre materiales sólidos. Por ejemplo, el calor de un fuego en una pared de madera se transfiere a través de los clavos metálicos o las tuberías empotradas, encendiendo materiales en habitaciones adyacentes.
- **Convección:** Es la transferencia de calor a través del movimiento de gases o líquidos. En un incendio, los gases calientes y el humo ascienden, calentando los techos, las estructuras superiores y otros objetos suspendidos, lo que puede provocar la ignición de materiales a distancia en un nivel superior.
- **Radiación:** Es la transferencia de calor en forma de ondas electromagnéticas, sin necesidad de un medio físico. El calor radiante puede precalentar y encender materiales combustibles cercanos sin que haya contacto directo con las llamas o los gases calientes. Por ejemplo, el calor intenso de un incendio puede encender la vegetación o una construcción vecina.

Un incendio evoluciona a través de varias etapas:

1. **Etapas Incipiente:** Es el comienzo del fuego. Pequeña cantidad de humo, llamas localizadas, poco calor radiante. Es la fase ideal para la intervención con un extintor portátil. Los sistemas de detección de humo suelen activarse en esta etapa.
2. **Etapas de Crecimiento:** La temperatura y la producción de humo aumentan considerablemente. Las llamas se propagan activamente, y la visibilidad comienza a reducirse. El calor se irradia y se convecciona rápidamente. La intervención con extintores portátiles puede ser posible, pero con mayor riesgo.
3. **Etapas de Desarrollo Pleno (Flashover):** Es un evento crítico donde todos los materiales combustibles en un recinto se encienden casi simultáneamente debido a la acumulación de calor radiante. La temperatura alcanza su punto máximo, la visibilidad es nula y la supervivencia es casi imposible. En esta etapa, la única acción es la evacuación inmediata.
4. **Etapas de Decaimiento:** Ocurre cuando el combustible se agota o la concentración de oxígeno disminuye. Las llamas disminuyen, pero el calor y los gases tóxicos (monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno, etc.) persisten. El riesgo de re-ignición sigue siendo alto.

El **humo** no solo reduce la visibilidad, sino que es la principal causa de muerte en incendios, debido a la inhalación de gases tóxicos y la irritación de las vías respiratorias. La densidad y color del humo pueden dar pistas sobre el tipo de combustible y la etapa del incendio.

✓ Puntos clave

- El calor se transfiere por conducción, convección y radiación.
- El incendio pasa por etapas: incipiente, crecimiento, desarrollo pleno (flashover) y decaimiento.
- La etapa incipiente es la única segura para usar un extintor portátil.
- El flashover es la ignición súbita y simultánea de todos los materiales combustibles.
- El humo es la principal causa de muerte en incendios por toxicidad y reducción de visibilidad.

Para reflexionar

- Si ve humo saliendo de un conducto de ventilación, ¿qué mecanismo de transferencia de calor podría estar activo y qué implicaciones tiene?
- ¿Por qué es crucial identificar la etapa incipiente del fuego para un brigadista de emergencia?
- Si se encuentra en un pasillo con humo denso que impide la visibilidad, ¿qué etapa del incendio podría ser y cuál debería ser su prioridad?
- ¿Cómo podría la radiación de un incendio afectar a materiales combustibles que no están en contacto directo con las llamas en su lugar de trabajo?

5 Amago de incendio vs. incendio declarado: La distinción clave

La capacidad de diferenciar entre un "amago de incendio" y un "incendio declarado" es una habilidad crítica para cualquier persona en un entorno laboral, especialmente para los brigadistas. Esta distinción determina si es seguro y efectivo intentar extinguir el fuego con un extintor portátil, o si la única acción apropiada es la evacuación y la llamada a los servicios de emergencia.

- **Amago de Incendio:** Se refiere a un fuego de pequeña magnitud, en su etapa incipiente, que puede ser controlado y extinguido de forma segura con un extintor portátil por personal capacitado. Es crucial que no ponga en riesgo la vida o la integridad física de la persona que interviene.

Las características de un amago incluyen:

- **Llamas localizadas:** Generalmente de tamaño reducido, menores a un metro de altura.
- **Humo leve:** La cantidad de humo es limitada, no impide la visibilidad ni dificulta la respiración.
- **Sin propagación activa:** El fuego está contenido y no se extiende rápidamente a otras estructuras o materiales.
- **Vía de escape clara y cercana:** El operador del extintor debe tener una ruta de escape segura y accesible en todo momento.
- **Incendio Declarado:** Es un fuego que ha superado la etapa incipiente y se ha desarrollado a una escala que excede las capacidades de un extintor portátil y representa un riesgo significativo para la vida y la propiedad.

Las características de un incendio declarado incluyen:

- **Propagación rápida:** Las llamas son altas, se extienden rápidamente, o hay múltiples focos de fuego.
- **Humo denso y calor intenso:** La visibilidad es nula o muy reducida, y el calor es insostenible.
- **Compromiso estructural:** El fuego afecta la integridad de la edificación o hay riesgo inminente de un flashover.
- **Peligros adicionales:** Posibles explosiones, presencia de materiales tóxicos o colapso de estructuras.

Regla de Oro: Ante cualquier duda sobre la posibilidad de controlar un fuego de manera segura, ¡no lo intente! La prioridad siempre es la vida. Active la alarma de incendio, cierre puertas si es seguro hacerlo para contener el fuego y evacúe inmediatamente siguiendo los planes de emergencia. Los extintores portátiles son herramientas de primera respuesta, no sustitutos de los bomberos.

✓ Puntos clave

- Un amago es un fuego incipiente, pequeño y controlable con extintor.
- Un incendio declarado es grande, se propaga y es peligroso de combatir sin equipo especializado.
- Las llamas menores a un metro y humo leve son indicativos de amago.
- La visibilidad nula, calor intenso y propagación rápida indican un incendio declarado.
- Ante la duda, la prioridad es evacuar y activar la alarma, no combatir el fuego.

 Para reflexionar

- En su puesto de trabajo, ¿cómo identificaría si un fuego es un amago o un incendio declarado?
- ¿Qué precauciones adicionales tomaría si decidiera intervenir un amago de incendio en un espacio cerrado?
- ¿Cómo afectaría la falta de visibilidad por humo a su decisión de usar un extintor o evacuar?
- Si ve un fuego pequeño que se está extendiendo rápidamente, ¿cuál debería ser su primera acción según la "regla de oro"?

6 Marco normativo chileno y NFPA 10

La prevención y control de incendios en el ámbito laboral no es solo una buena práctica, sino una obligación legal y ética. En Chile, diversas normativas regulan la seguridad contra incendios, y la NFPA 10 se consolida como el estándar técnico de referencia internacional para el uso y manejo de extintores portátiles. El cumplimiento de estas normativas es fundamental para garantizar la seguridad de los trabajadores y la continuidad operativa de las empresas.

El marco normativo chileno incluye:

- **Ley N° 16.744:** Establece el seguro obligatorio contra accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Esta ley impone al empleador la responsabilidad de implementar todas las medidas necesarias para prevenir riesgos laborales, incluyendo la provisión de medios de extinción de incendios adecuados y la capacitación del personal.
- **D.S. N° 594 del MINSAL:** Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Este decreto es fundamental, ya que exige la disponibilidad de extintores en cantidad y tipo suficientes, distribuidos según la carga combustible de cada área y la superficie a proteger. También establece requisitos de señalización y mantenimiento.
- **NCh 1430:** Norma chilena que especifica los requisitos para la selección, instalación y mantenimiento de extintores portátiles. Proporciona directrices detalladas para asegurar que los extintores sean los correctos para los riesgos existentes y que se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento.
- **NCh 1433:** Norma chilena que regula la ubicación y señalización de extintores portátiles. Asegura que los extintores sean fácilmente visibles y accesibles en caso de emergencia, indicando su posición con señalética clara y estandarizada.
- **D.S. N° 44 del MINSAL:** Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas. Contiene disposiciones específicas sobre la prevención de incendios y los medios de extinción requeridos para el almacenamiento seguro de materiales inflamables y combustibles.

El estándar internacional **NFPA 10 (Standard for Portable Fire Extinguishers)** es adoptado en Chile como una referencia técnica clave. Este estándar detalla aspectos como las clases de fuego, los agentes extintores, las distancias máximas de traslado para acceder a un extintor, la altura de montaje correcta y los procedimientos de inspección y mantenimiento periódicos. La observancia de NFPA 10 complementa y refuerza la normativa nacional, ofreciendo un nivel de detalle técnico que asegura la eficacia de los sistemas de extinción.

El cumplimiento de esta normativa no es solo una obligación legal, sino una inversión en la seguridad y protección de la vida de los trabajadores y de los activos de la empresa, creando ambientes laborales más seguros y resilientes.

✓ Puntos clave

- La Ley N° 16.744 y el D.S. N° 594 establecen obligaciones para los empleadores sobre extintores.
- Las NCh 1430 y NCh 1433 regulan la selección, instalación, mantenimiento, ubicación y señalización de extintores.
- El D.S. N° 44 aborda la prevención de incendios en el almacenamiento de sustancias peligrosas.
- NFPA 10 es un estándar internacional clave para el diseño y uso de extintores, adoptado como referencia en Chile.
- El cumplimiento normativo garantiza equipos adecuados y operativos, protegiendo vidas y bienes.

Para reflexionar

- ¿Cómo asegura su empresa el cumplimiento del D.S. N° 594 en relación con los extintores?
- Si su empresa manipula sustancias peligrosas, ¿qué normativa adicional, además de la NFPA 10, debería considerar?
- ¿Por qué es importante que la normativa chilena adopte un estándar internacional como NFPA 10?
- ¿Qué rol juega usted, como trabajador, en el cumplimiento de estas normativas sobre seguridad contra incendios?

Esquema del Módulo: Teoría del Fuego y Clases de Fuego

El Tetraedro del Fuego	Elementos esenciales: Combustible, Comburente, Calor y Reacción en Cadena.
Mecanismos de Extinción	Enfriamiento, Sofocación, Separación del Combustible, Inhibición Química.
Clases de Fuego (NFPA 10)	Clase A (sólidos), B (líquidos/gases), C (eléctricos), D (metales), K (aceites de cocina).
Propagación y Etapas del Incendio	Conducción, Convección, Radiación. Etapas: Incipiente, Crecimiento, Flashover, Decaimiento.
Amago vs. Incendio Declarado	Criterios para diferenciar un fuego controlable de uno que requiere evacuación.
Marco Normativo	Leyes chilenas (Ley 16.744, D.S. 594) y estándar internacional NFPA 10.



Para repasar

¿Qué clase de fuego es?

Concepto	Respuesta
Cajas de cartón y papeles ardiendo en una bodega	Clase A: combustibles sólidos comunes que dejan cenizas.
Derrame de diésel encendido en el piso	Clase B: líquido inflamable que no deja residuos sólidos.
Tablero eléctrico en llamas y aún bajo tensión	Clase C: equipo eléctrico energizado; existe riesgo de conducción eléctrica.
Motor ya desenergizado cuya aislación sigue ardiendo	Se reclasifica como clase A o B, según el material que arde.
Virutas de magnesio ardiendo en un taller	Clase D: metal combustible. Requiere polvos especiales; el agua reacciona violentamente.
Freidora de una cocina comercial con aceite en llamas	Clase K: no uses agua por el riesgo de explosión de vapor.

Etapas del incendio: qué observar y qué hacer

Incipiente. Ignición local, poco humo y llama pequeña. Es el momento de usar el extintor.

Crecimiento. Temperatura en aumento, humo denso y propagación activa. Requiere intervención profesional.

Desarrollo pleno (flashover). Ignición súbita de todos los combustibles del recinto. Evacúa de inmediato.

Decaimiento. El combustible se consume, pero persisten el calor intenso y los gases tóxicos.

Regla de oro ante un fuego

1. **Evalúa.** Pregúntate si puedes controlar el fuego. Si tienes dudas, no lo intentes.
2. **Activa la alarma.** Da aviso de inmediato para alertar a las demás personas.
3. **Cierra puertas.** Hazlo solo si es seguro.
4. **Evacúa.** Sal del lugar. Los extintores portátiles están diseñados exclusivamente para amagos.

En síntesis. Hemos llegado al final de este módulo sobre la teoría y clasificación del fuego. Esperamos que haya comprendido a fondo los elementos que dan origen a la combustión, los mecanismos para extinguirla, las diferentes clases de fuego según NFPA 10, cómo se propaga y las etapas de un incendio, y la crucial diferencia entre un amago y un incendio declarado. Esta base de conocimientos es indispensable para tomar decisiones correctas y seguras al enfrentar una emergencia de fuego. Continúe fortaleciendo estas habilidades en los próximos módulos, donde abordaremos el uso práctico de los extintores.