

Fourth Edition

**ESSENTIALS OF FIRE FIGHTING**



**CURRICULUM**

**PRESENTATION**

**TRANSFERENCIA DEL CALOR**

**BOMBERO I • LECCION 2**



**Fire Protection Publications  
Oklahoma State University**

# SISTEMAS DE MEDICION

- Estados Unidos — Sistema Inglés o Acostumbrado
- Otros países — Sistema internacional de unidades (SI)

# DEFINICIONES DE ENERGIA Y TRABAJO <sup>TS 2-2</sup>

- Energía — Capacidad para realizar trabajo
- Trabajo — Transformación de energía de una forma a otra

# ENERGIA Y TRABAJO



Energía = la capacidad de realizar trabajo.

50 pies (15m)



Trabajo = fuerza aplicada a un objeto a través de una distancia.

# TIPOS DE ENERGIA

- Química — Reacción química
- Mecánica — Objeto en movimiento
- Eléctrica — Flujo de electrones a través de un conductor
- Calor — Transferencia entre dos objetos con temperatura diferente
- Luz — Radiación visible a nivel atómico
- Nuclear — División (fisión) o unión (fusión) de átomos

# ESTADOS DE LA ENERGIA

- Cinética — La energía que posee un objeto en movimiento
- Potencial — La energía que posee un objeto, la cual puede ser liberada en el futuro

# DEFINICION DE POTENCIA

- Cantidad de energía transferida en un periodo de tiempo dado
- Unidades de potencia
  - Sistema Inglés o Acostumbrado — Caballos de potencia
  - Sistema Internacional de Unidades (SI) — Vatios

# POTENCIA



30 seg.



50 pies (15m)



Potencia = una cantidad de energía transferida en un periodo de tiempo dado.



# TERMINOS DE CALOR Y TEMPERATURA

- Calor — Energía transferida de un cuerpo a otro cuando las temperaturas de los cuerpos son diferentes
- Temperatura — Medida de calidez o frialdad de un objeto en base a algún estándar (generalmente puntos de congelamiento o de ebullición)
- Grados Celsius — Unidad del SI para la medición de temperatura
  - $0^{\circ}\text{C}$  = punto de congelamiento del agua
  - $100^{\circ}\text{C}$  = punto de ebullición del agua

# TERMINOS DE CALOR Y TEMPERATURA (cont.)

- Grados Fahrenheit — Unidad acostumbrada para la medición de la temperatura
  - $32^{\circ}\text{F}$  = punto de congelamiento del agua
  - $212^{\circ}\text{F}$  = punto de ebullición del agua
- Joule — Unidad aprobada del SI para todas las formas de energía, incluyendo calor
- Caloría — Cantidad de calor que se requiere para elevar 1 grado Celsius la temperatura de 1 gramo de agua

# TERMINOS DE CALOR Y TEMPERATURA (cont.)

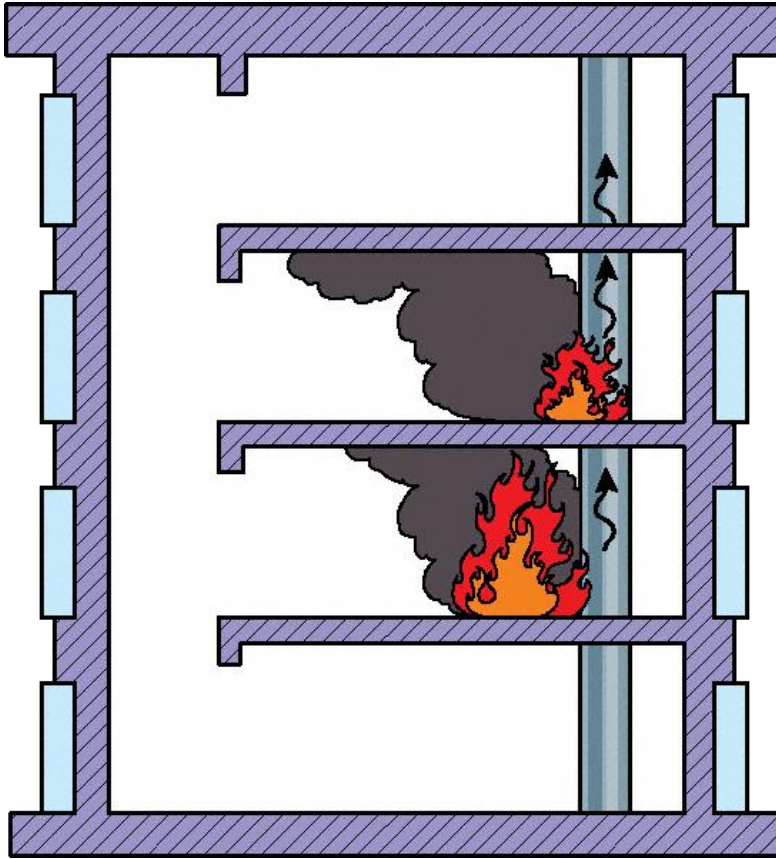
- Unidad térmica Británica — Cantidad de calor que se requiere para elevar en 1 grado Fahrenheit la temperatura de 1 libra de agua
- Equivalente mecánico del calor
  - 1 caloría = 4.187 joules
  - 1 Btu = 1,055 joules

# METODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

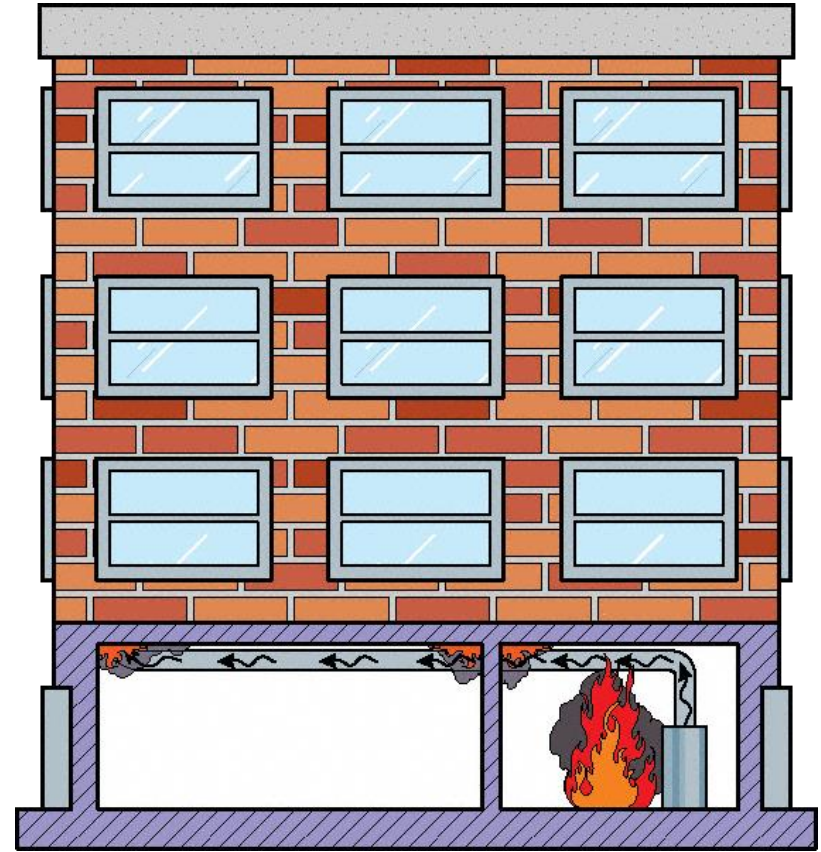
- Conducción — Transmisión de punto a punto de la energía calorífica
- Convección — Transferencia de energía calorífica por el movimiento de líquidos o gases calentados
- Radiación — Transmisión de energía en forma de onda electromagnética sin un medio intermedio

# CONDUCCION

Vertical

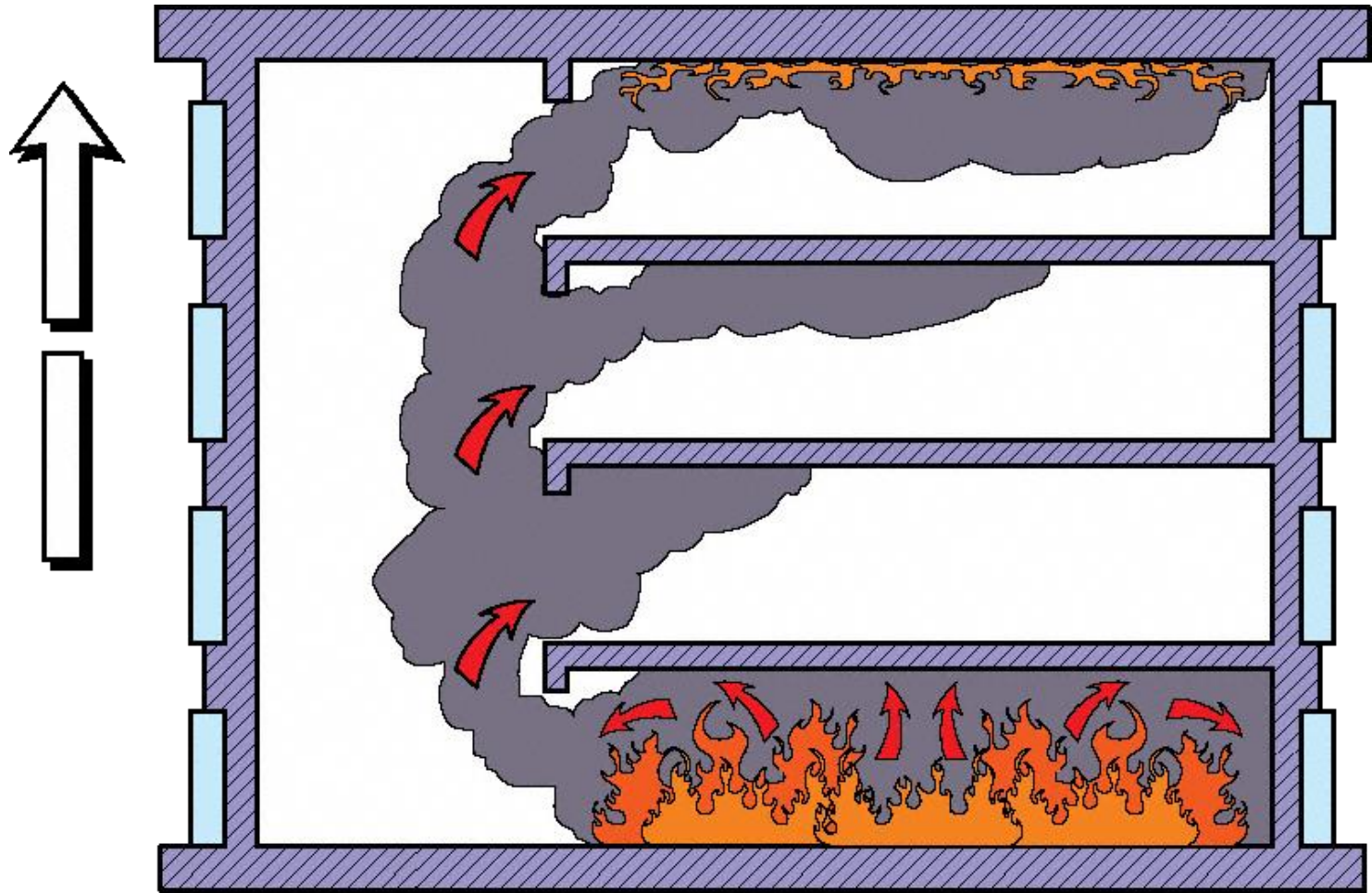


Horizontal



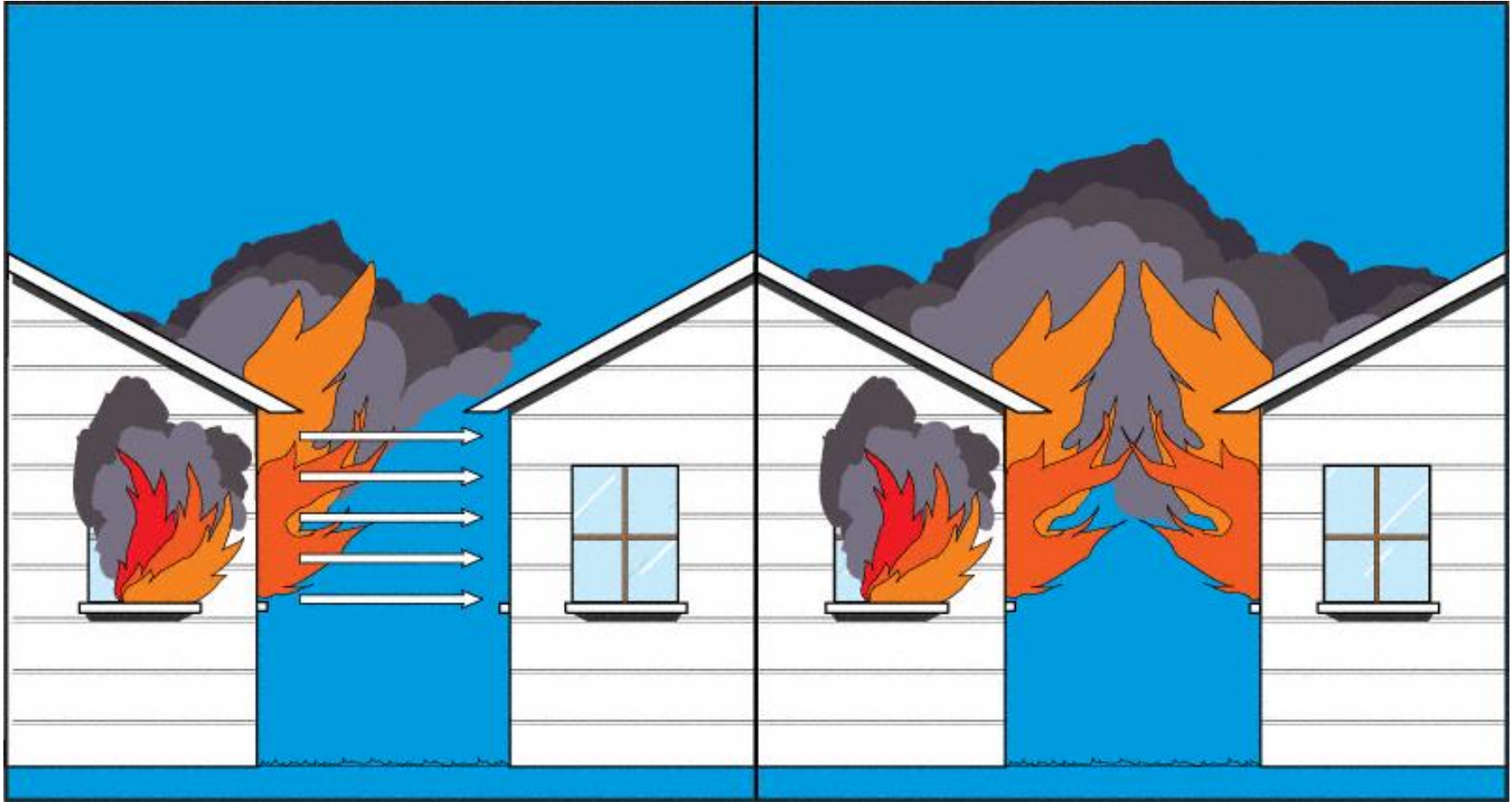
Transferencia de Punto a Punto de Energía Calorífica de Un Cuerpo a Otro a Través de un Medio Conductor de Calor

# CONVECCION



Calor Transferido por el Movimiento de  
Líquidos o Gases Calentados

# RADIACION



Las Ondas Electromagnéticas Viajan por el Espacio Hasta que Alcanzan un Objeto Sólido

# PROPIEDADES DE LA MATERIA

- Materia — Cualquier cosa que ocupe espacio y tenga masa
- Presión atmosférica — Presión ejercida por nuestra atmósfera en todos los objetos
- Densidad — Medida que cuantifica que tan apretadamente están juntas las moléculas de una sustancia sólida
- Gravedad específica — Relación de la masa de un volumen dado de un líquido comparada con la masa de un volumen de agua equivalente
- Densidad de vapor — Densidad de gas o vapor en relación con el aire



# LEY DE CONSERVACION DE MASA Y ENERGIA

*La masa y la energía ni se crean ni se destruyen.*

*La masa puede convertirse en energía y la energía en masa, pero nunca existe una pérdida neta de la masa-energía total.*

# REACCIONES QUIMICAS

*Materia transformada de un estado a otro*

- Cambio físico — No altera la composición química de una sustancia; cambio de estado
- Cambio Químico — Altera la composición química de una sustancia
- Reacción exotérmica — Emite energía a medida que ocurre
- Reacción endotérmica — Absorbes energía a medida que ocurre

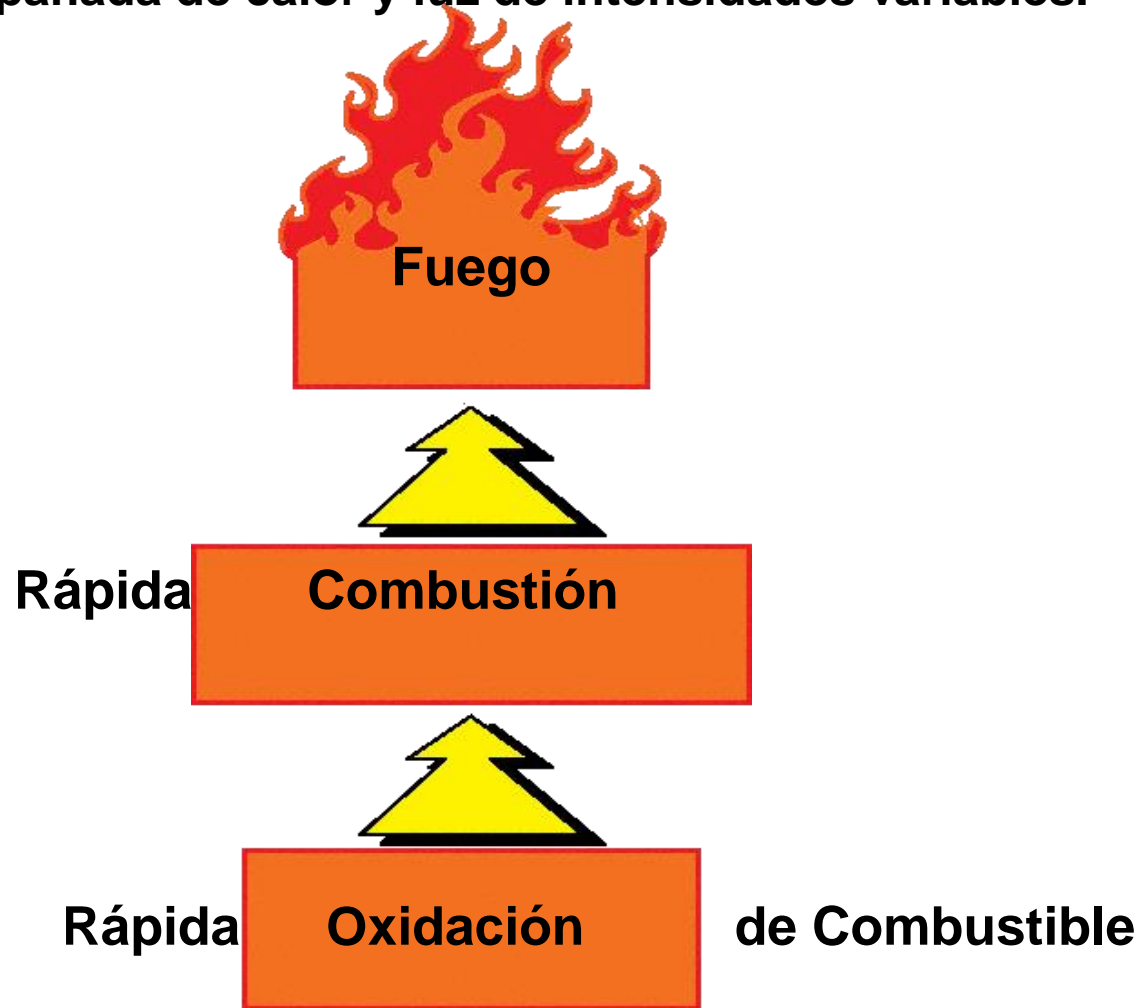
# REACCIONES QUIMICAS

## (cont.)

- Oxidación — Formación de un enlace químico entre el oxígeno y otro elemento
  - Oxidación instantánea = Explosión
  - Oxidación rápida = Fuego (estado estable o quema libre)
  - Oxidación muy lenta = Oxido

# FUEGO

El fuego es una oxidación rápida auto sustentable acompañada de calor y luz de intensidades variables.



# TIPOS DE OXIDACION

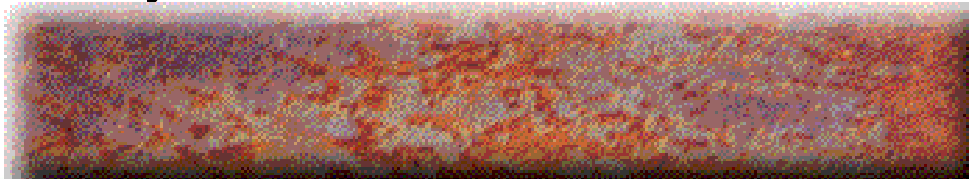


- Oxidación instantánea — Explosión



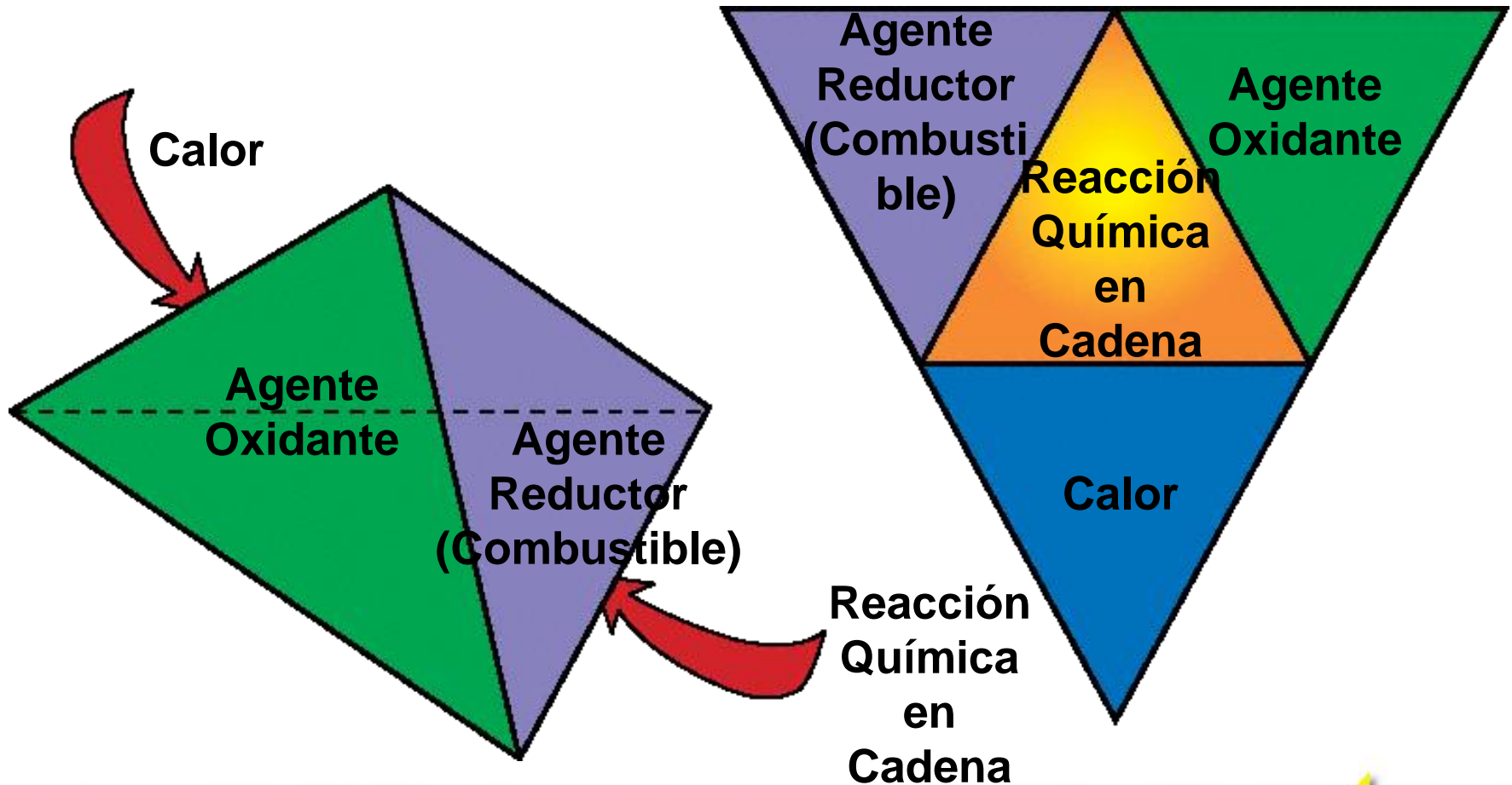
- Oxidación rápida — Fuego (estado estable o quema libre)

- Oxidación muy lenta — Oxido



# COMBUSTION

## El Tetraedro del Fuego



# AGENTES OXIDANTES

- Aquellos materiales que liberan oxígeno u otros gases oxidantes durante el curso de una reacción química
- Atmósferas ricas en oxígeno — Aquellas con concentraciones de oxígeno que exceden el 21%
  - Instalaciones para el cuidado de la salud
  - Lugares de ocupación industrial
  - Casas particulares (donde los ocupantes utilizan equipo para respiración de oxígeno líquido)

# AGENTES OXIDANTES

## (cont.)

TS 2-12b

- Atmósferas deficientes en oxígeno — Aquellas con concentraciones de oxígeno menores al 21%
  - Tanques de almacenamiento
  - Silos
  - Tuberías y bóvedas
  - Otros espacios confinados
  - Altitudes altas



# CARACTERISTICAS DEL COMBUSTIBLE

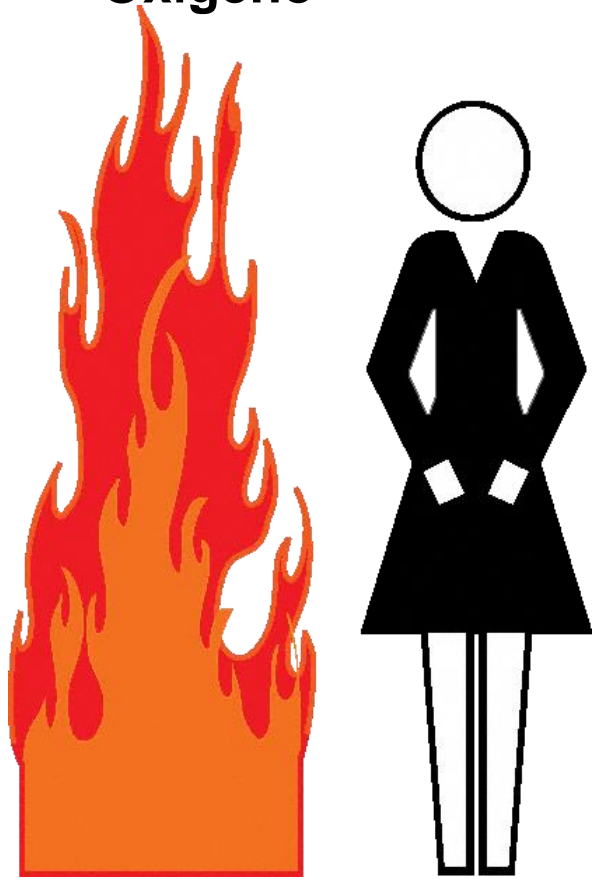
- Combustible — Material o sustancia que se oxida o se quema en el proceso de combustión
- Pirólisis — Descomposición química de una sustancia mediante la acción del calor
- Relación superficie-a-masa — Area de superficie del combustible en relación a su masa
- Vaporización — Transformación de un líquido a su estado de vapor o gaseoso

# CARACTERISTICAS DEL COMBUSTIBLE (cont.)

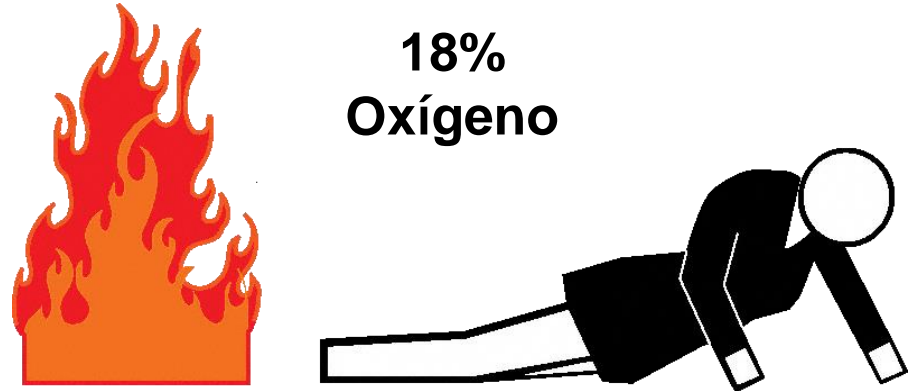
- Rango inflamable — Rango de concentraciones de vapor de combustible y aire en el cual ocurrirá la combustión
  - Límite inflamable inferior (LFL) — Concentración mínima de vapor de combustible y aire que soporta la combustión
  - Límite inflamable superior (UFL) — Concentración de vapor de combustible y aire más allá de la cual no puede ocurrir la combustión

# OXIGENO Y COMBUSTION

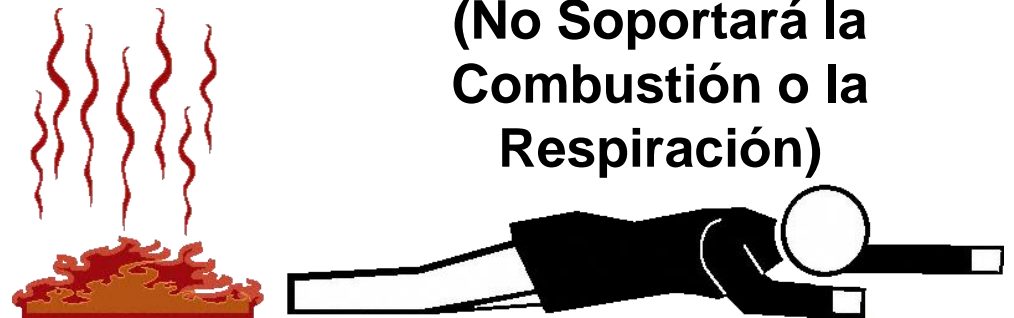
21%  
Oxígeno



18%  
Oxígeno



14% Oxígeno  
(No Soportará la  
Combustión o la  
Respiración)



# FUENTES DE COMBUSTIBLE



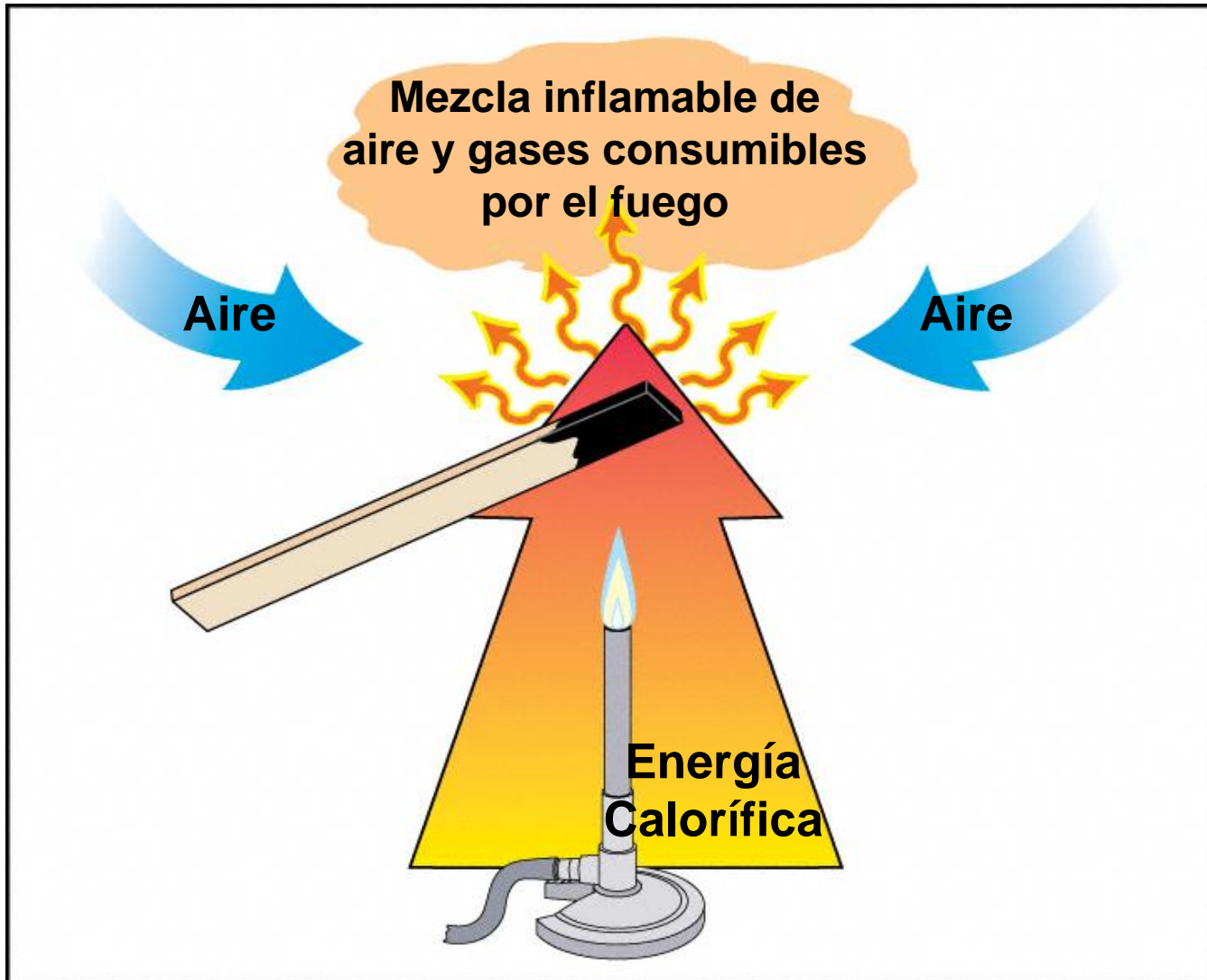
**Solo se Quemam Gases**

**Materia Sólida + Pirólisis = Gas Combustible**

**Materia Líquida + Vaporización = Gas Combustible**

**Materia Gaseosa = Gas Combustible**

# PIROLISIS



# VAPORIZACION



# ENERGIA DE CALOR QUIMICO

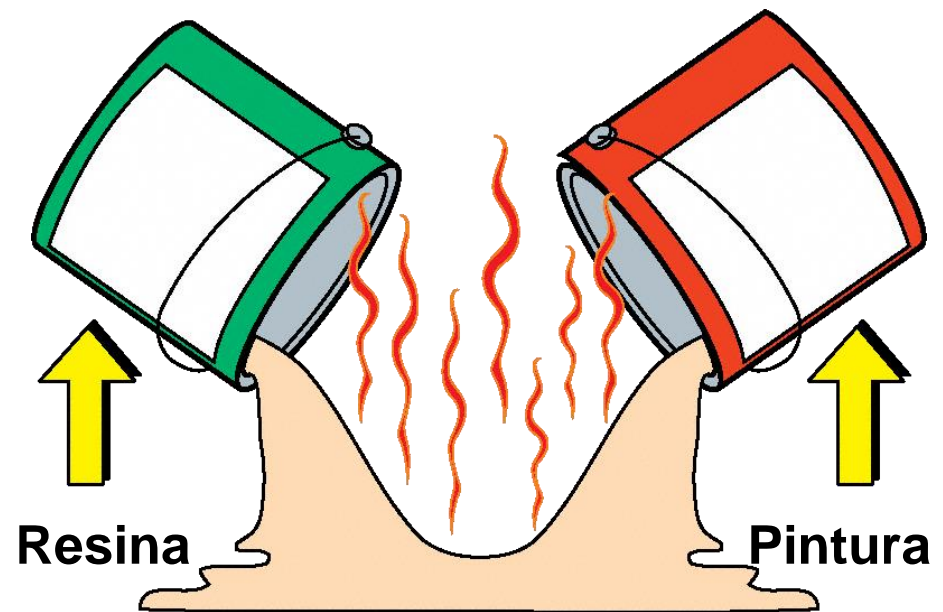
- Fuente más común de calor en las reacciones de la combustión
- Auto-calentamiento (calentamiento espontáneo) — Energía química que ocurre cuando un material incrementa su temperatura sin la adición de calor externo
- Condiciones que deben estar presentes para que ocurra la combustión espontánea
  - Suficiente producción de calor
  - Suficiente suministro de aire
  - Suficiente aislamiento

# ENERGIA DE CALOR QUIMICO

Calor de Combustión  
(Incineración)



Calentamiento Espontáneo  
(Sin Fuente Externa de Calor)



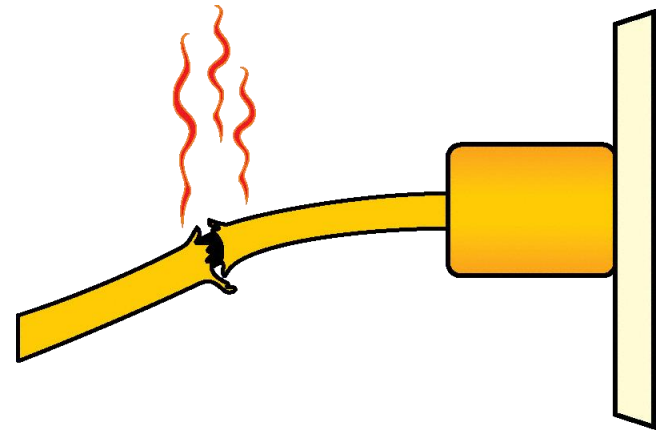
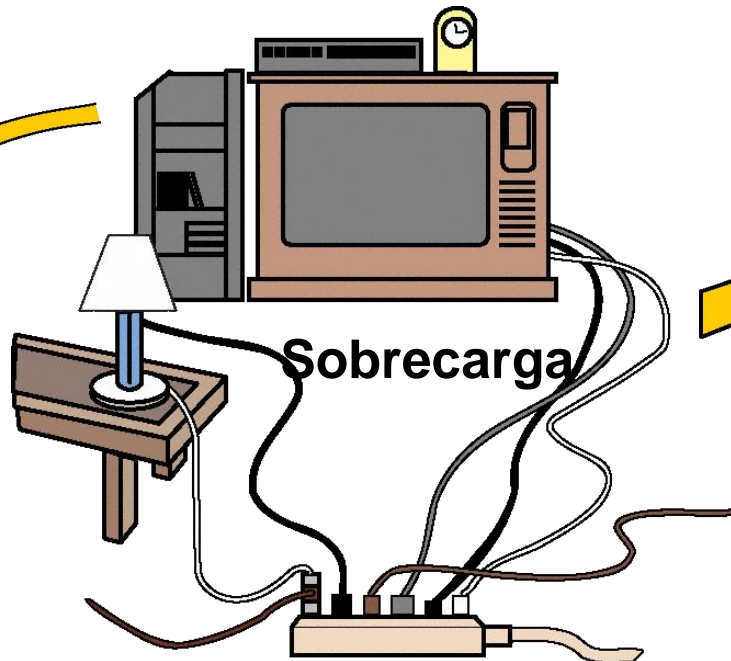


# ENERGIA DE CALOR ELECTRICO

Calentamiento de Resistencia

Fuga de Corriente

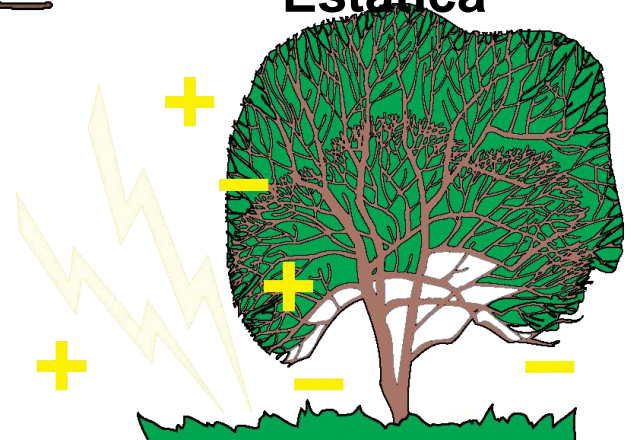
(Corriente a Través de un Conductor) (Conductor Insuficientemente Aislado)



Soldadura de Arco



Electricidad Estática

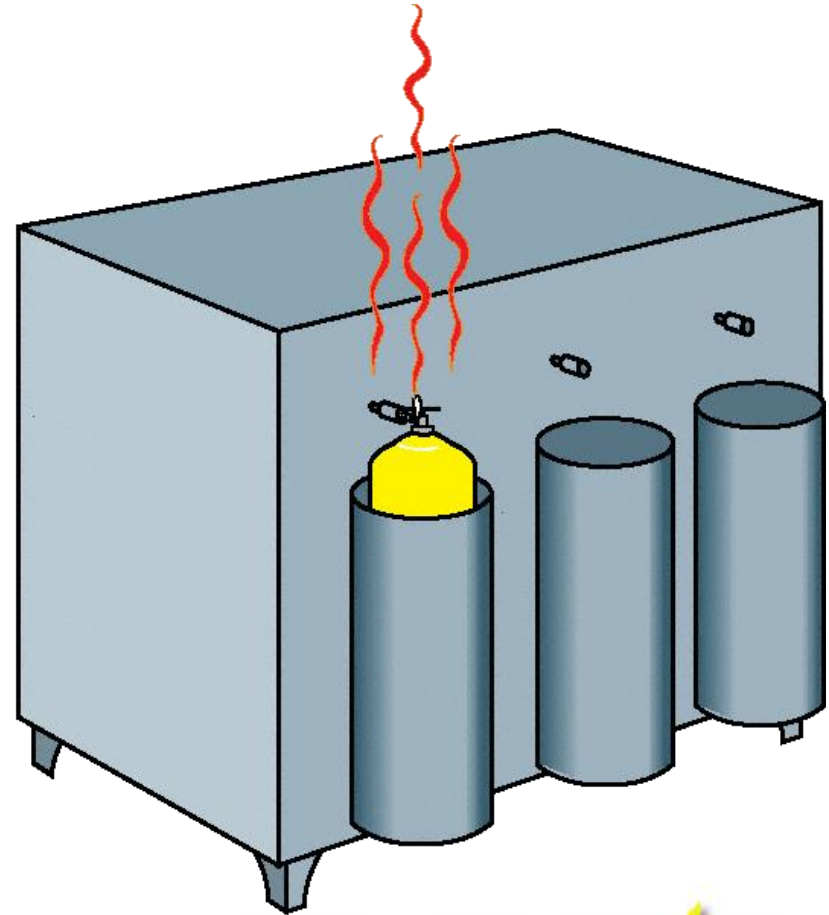


# ENERGIA DE CALOR MECANICO

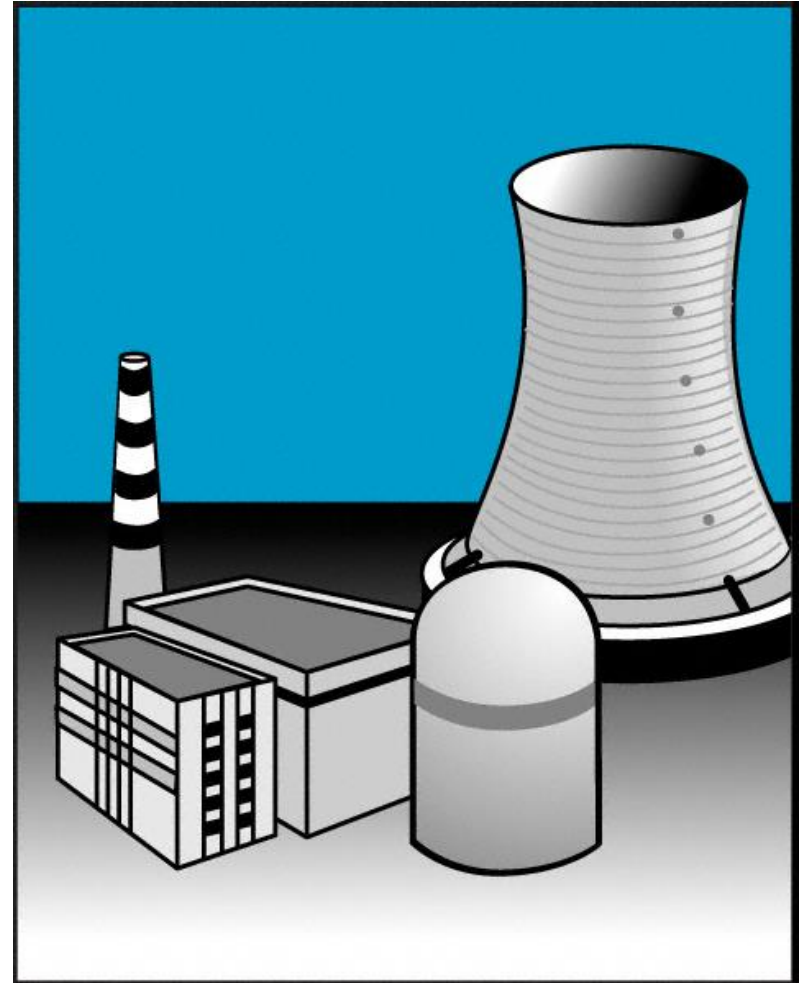
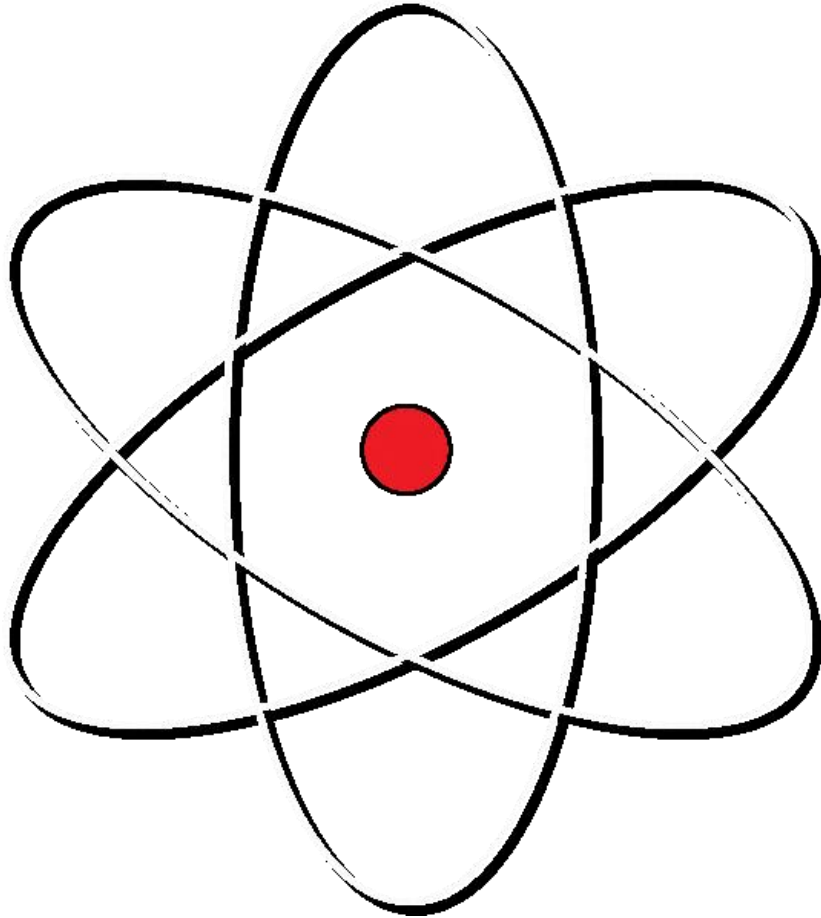
Fricción



Compresión



# ENERGIA DE CALOR NUCLEAR



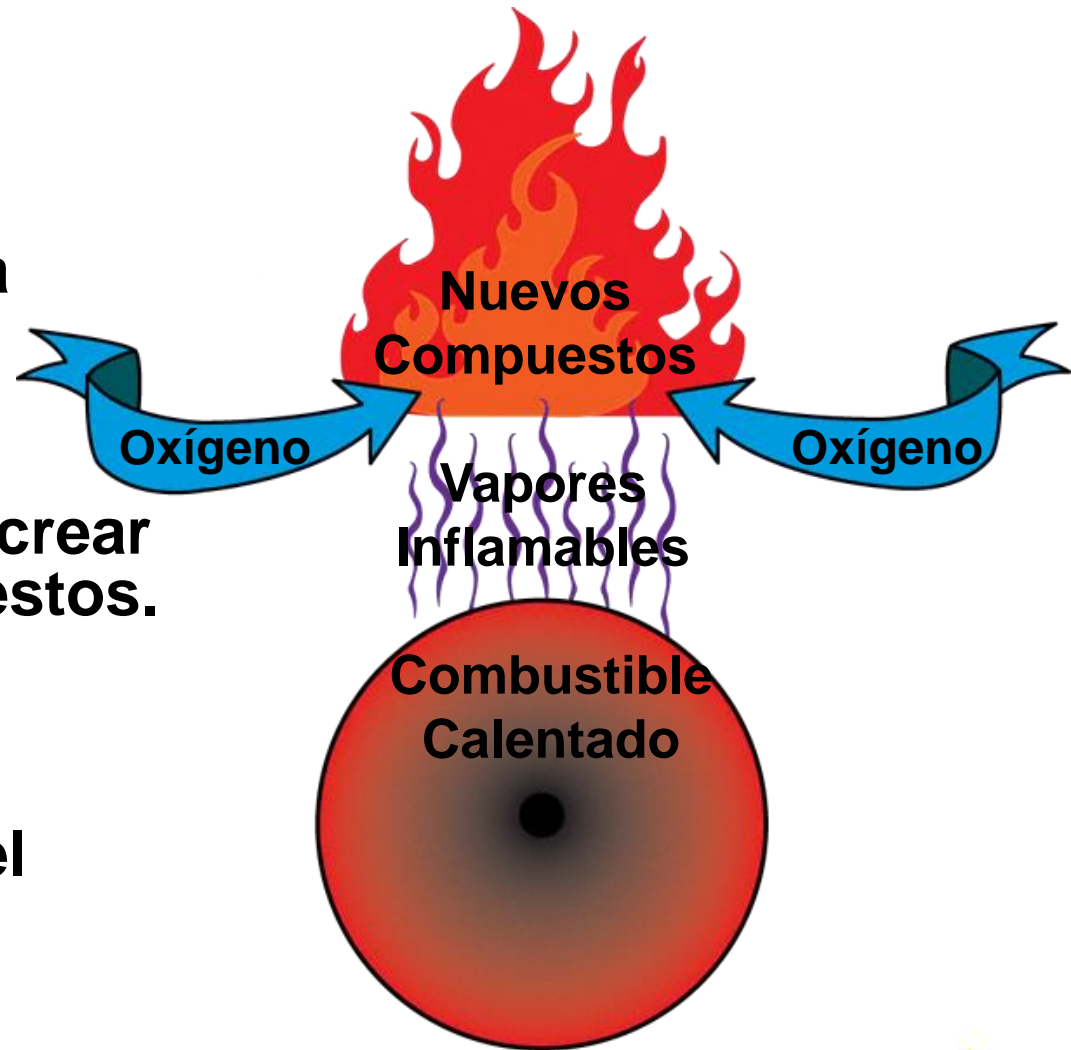
# ENERGIA DE CALOR NUCLEAR

Fisión — División de átomos

Fusión — Combinación de átomos

# REACCION QUIMICA EN CADENA

1. El combustible calentado libera vapores.
2. Los vapores se combinan para crear nuevos compuestos.
3. Los nuevos compuestos se combinan con el oxígeno y se encienden.



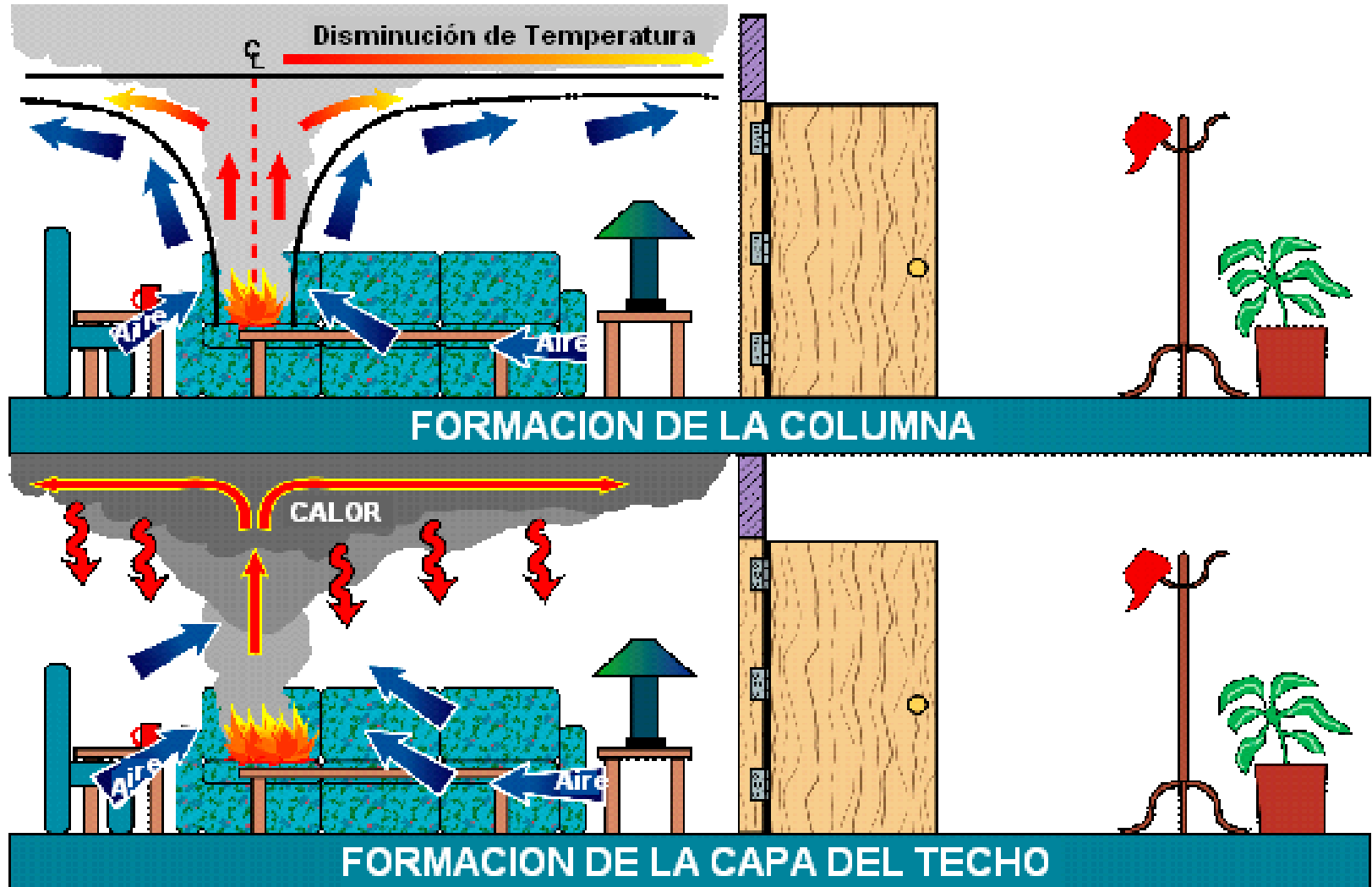
# TERMINOS DE LA FORMACION DE FUEGO EN COMPARTIMIENTO

- Compartimiento — Cuarto o espacio cerrado dentro de un edificio
- Fuego en compartimiento — Fuego que ocurre dentro de un compartimiento
- Combustible controlado — La cantidad de combustible disponible para quemarse es limitada
- Ventilación controlada — La cantidad de oxígeno disponible es limitada

# ETAPA DE ENCENDIDO

- Con piloto (causado por una chispa o llama) o sin piloto (autocalentamiento)
- Generalmente pequeño y confinado al material que se encendió primero

# DESARROLLO DEL FUEGO



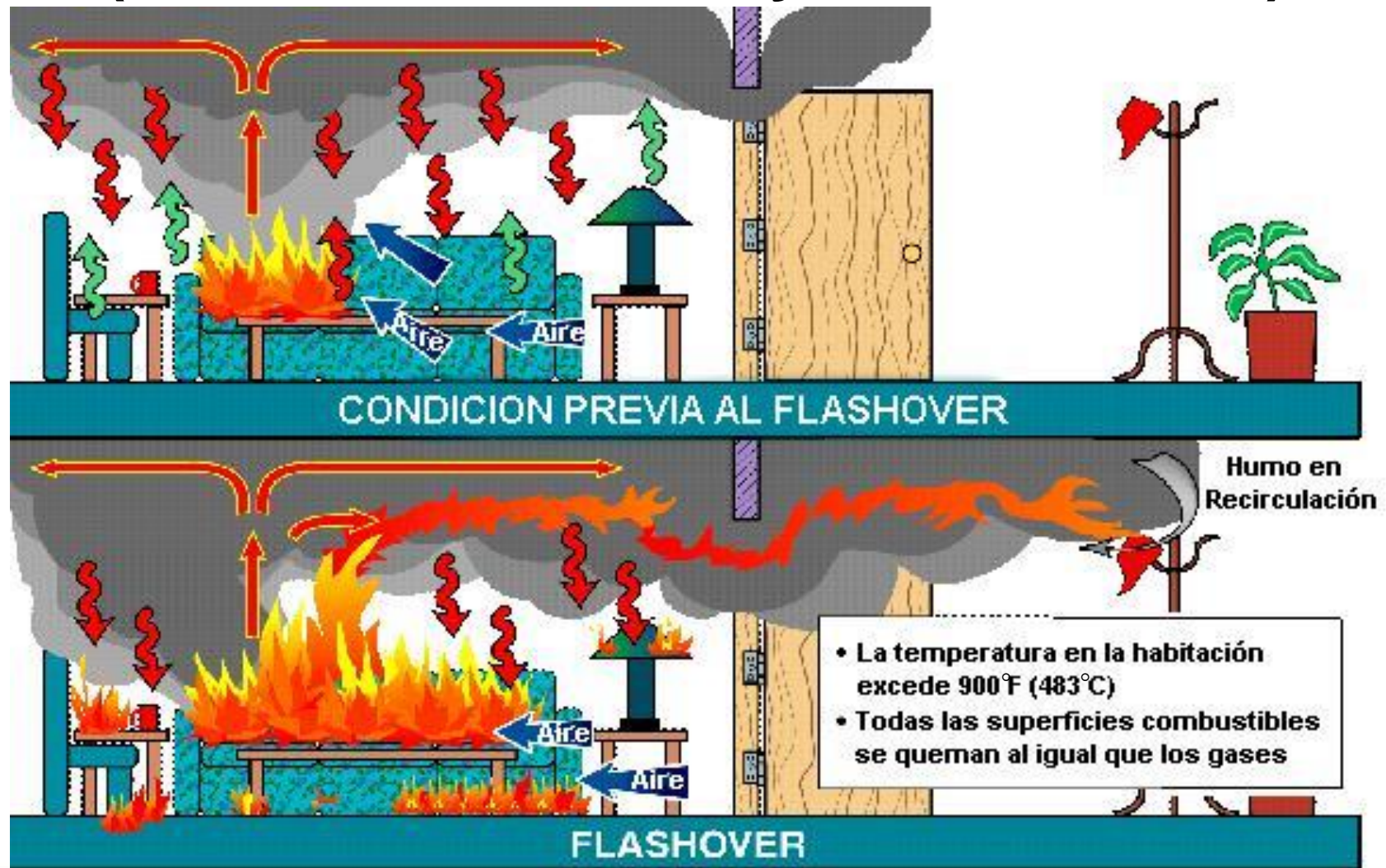


# ETAPA DE CRECIMIENTO

- Desarrollo de la columna
  - La columna empieza a desarrollarse
  - La temperatura de los gases del fuego disminuye a medida que estos gases se alejan de la línea central de la columna
- Desarrollo de la capa del techo
  - Se incrementa la temperatura general en el compartimiento
  - Aumenta la temperatura de la capa de gases en el techo

# FLASHOVER

## (Inflamación Súbita y Generalizada)



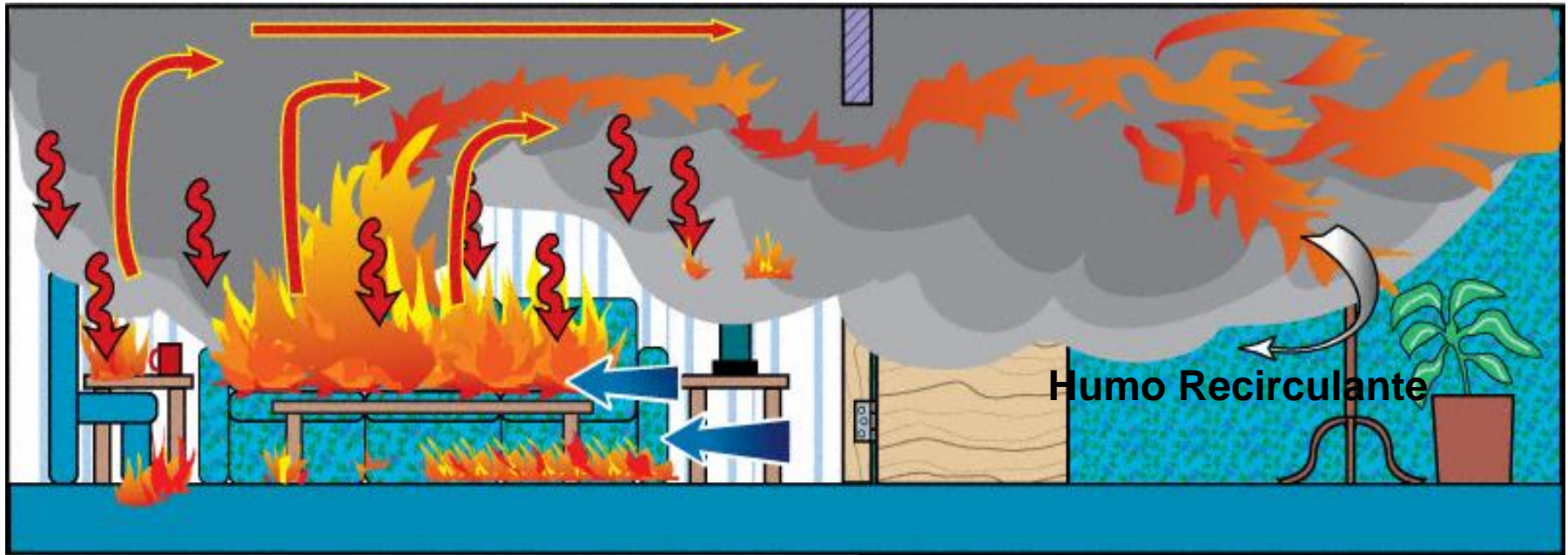
# ETAPA DE FLASHOVER

- Transición entre la etapa de crecimiento y la etapa del fuego completamente desarrollado; no es un evento específico
- Condición previa al flashover — El calor radiante (*flechas rojas en el visual*) que se desprende de la capa de gas caliente del techo calienta los materiales combustibles, produciendo vapores (*flechas verdes*)

# ETAPA DE FLASHOVER (cont.)

- Justo antes del flashover —
  - Las temperaturas se incrementan rápidamente
  - Se involucran paquetes de combustible adicionales
  - Los paquetes de combustible liberan gases combustibles
- El flashover ocurre cuando la temperatura en el compartimiento excede los 900°F (483°C) y todas las superficies combustibles y gases se queman

# FUEGO TOTALMENTE DESARROLLADO



# ETAPA TOTALMENTE DESARROLLADA

- Todos los materiales combustibles se involucran en el fuego
- Los combustibles en llamas liberan una máxima cantidad de calor; el fuego produce grandes volúmenes de gases
- Si se controla la ventilación en el fuego, es probable que grandes volúmenes de gases no quemados que el fuego produce fluyan en espacios adyacentes donde pueden inflamarse si el aire allí es más abundante

# ETAPA DE DEBILITAMIENTO

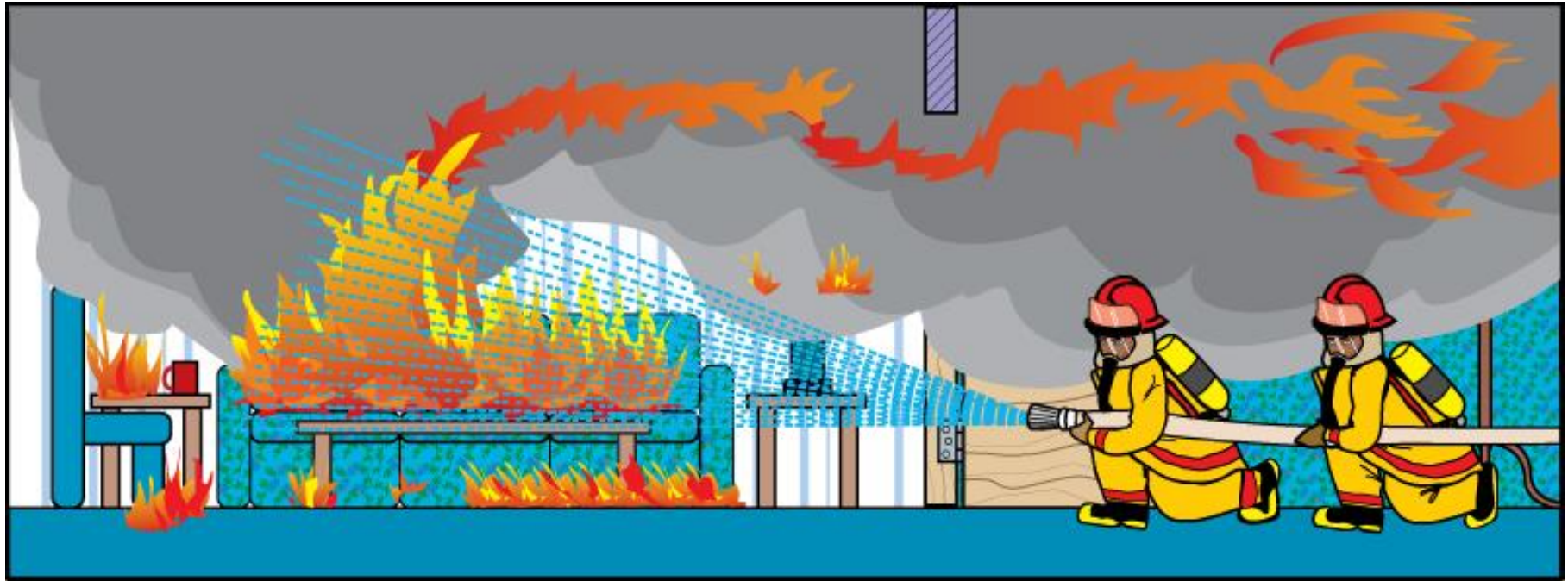
- La liberación de calor disminuye a medida que se consume el combustible disponible
- Disminuye la cantidad de fuego
- Las temperaturas dentro del compartimiento empiezan a disminuir
- El combustible se reduce a una masa de brasas incandescentes

# FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DEL FUEGO

- Aberturas de ventilación
  - Tamaño
  - Cantidad
  - Distribución
- Volumen del compartimiento
- Propiedades térmicas del compartimiento
- Altura del techo
- Paquete combustible inicial
  - Tamaño
  - Composición
  - Ubicación
- Combustibles objetivo adicionales
  - Disponibilidad
  - Ubicación



# FLAMEOVER/ROLLOVER

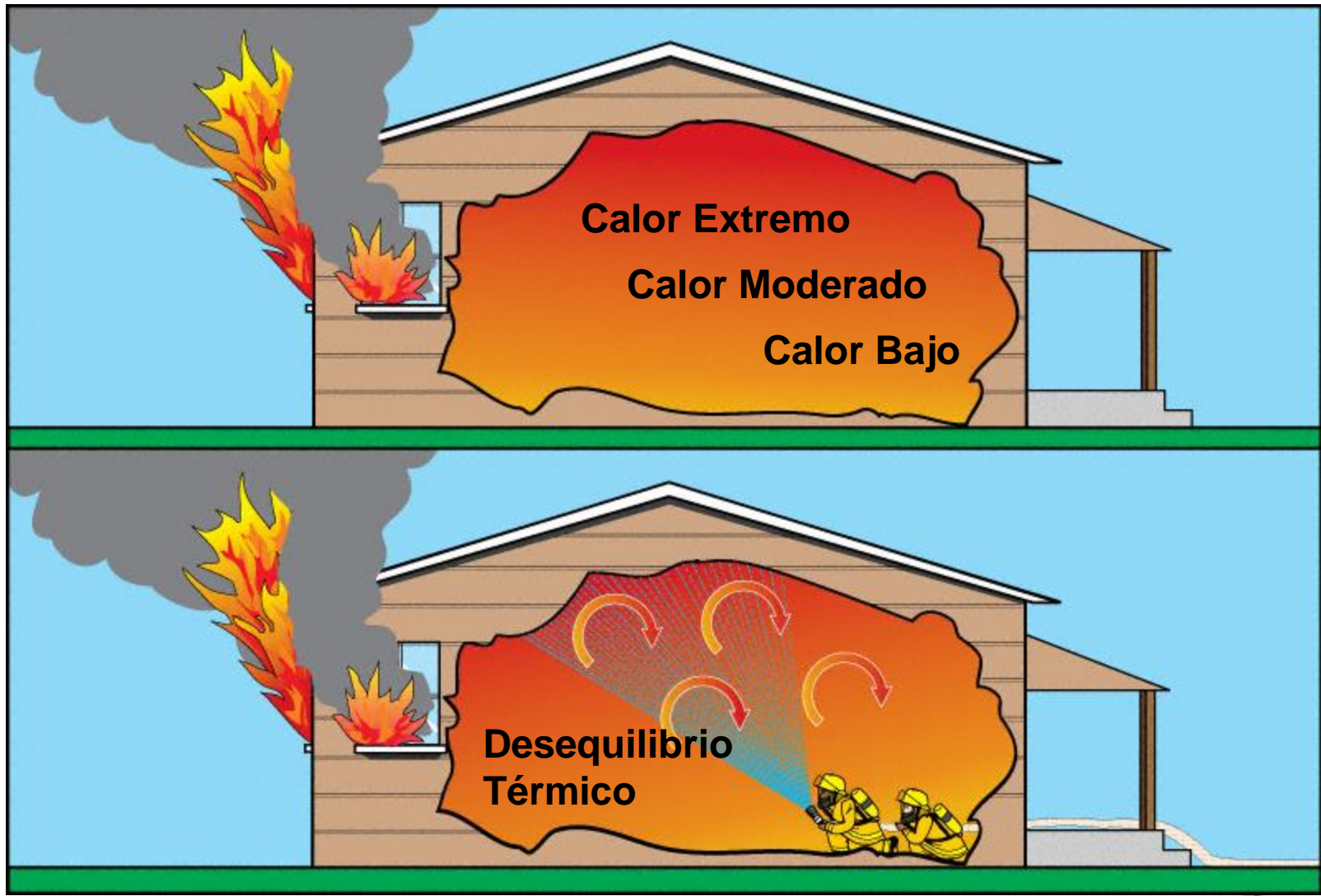


- Los vapores supercalentados se encienden
- El frente de fuego se desplaza a través del techo

# FLAMEOVER / ROLLOVER

- Condición donde las llamas se mueven dentro o a través de los gases no incendiados durante la progresión de un incendio y avanzan por el techo
- Involucra solamente los gases del fuego, no las superficies u otros paquetes combustibles (flashover)

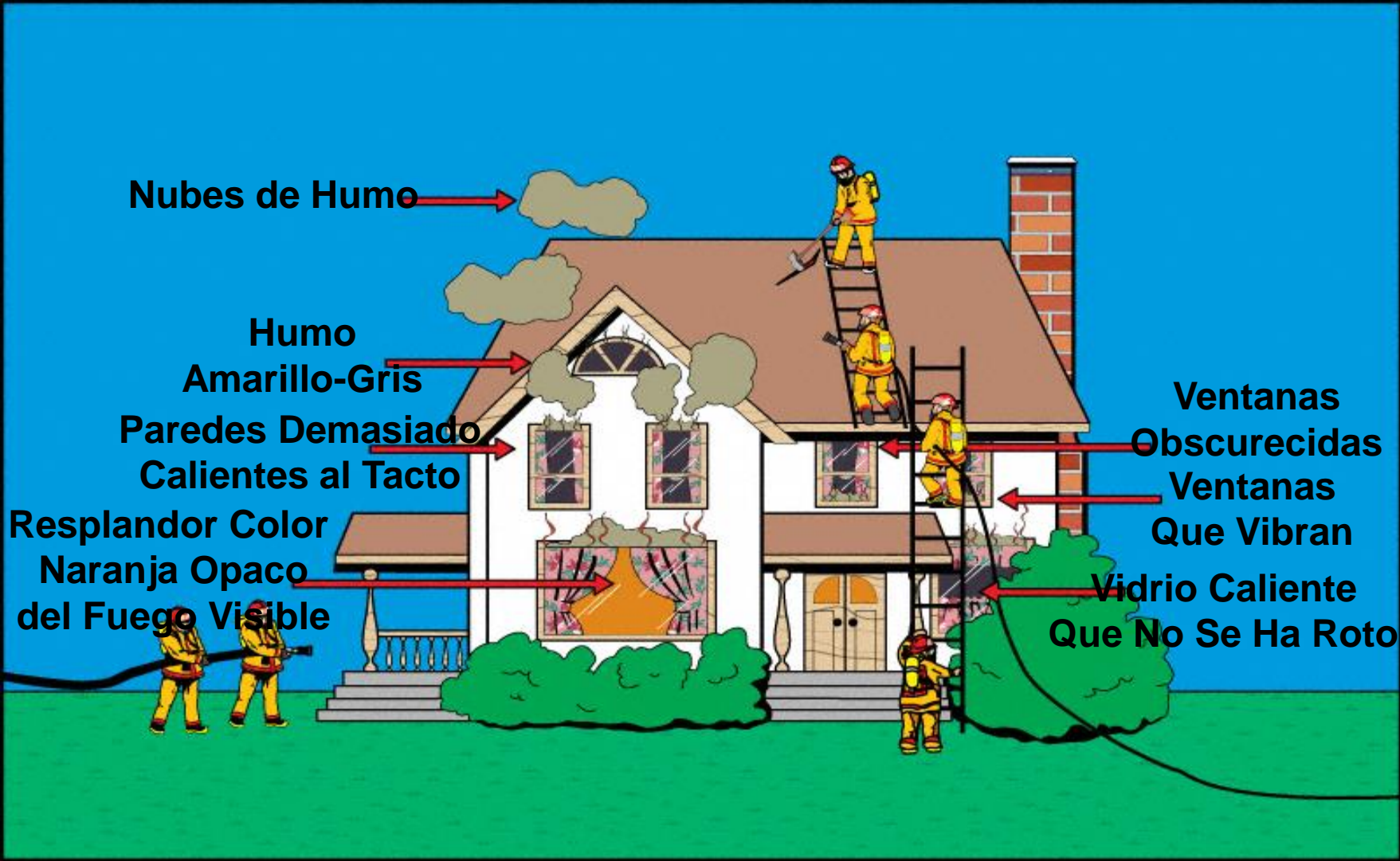
# ESTRATIFICACION TERMICA



# ESTRATIFICACION TERMICA DE GASES

- Estratificación térmica — Tendencia de los gases a formar capas de acuerdo a la temperatura
- Estratificación de calor — Los gases más calientes forman las capas superiores; los gases más fríos forman las capas inferiores
- Equilibrio térmico — No se desbarata la estratificación de calor
- Desequilibrio térmico — Desbaratamiento de la estratificación de calor (los gases calientes se mezclan en el compartimiento)

# INDICIOS DE BACKDRAFT



# BACKDRAFT

- Poco Oxígeno
- Alto Calor
- Fuego sin Llama
- Alta concentración de vapor de combustible



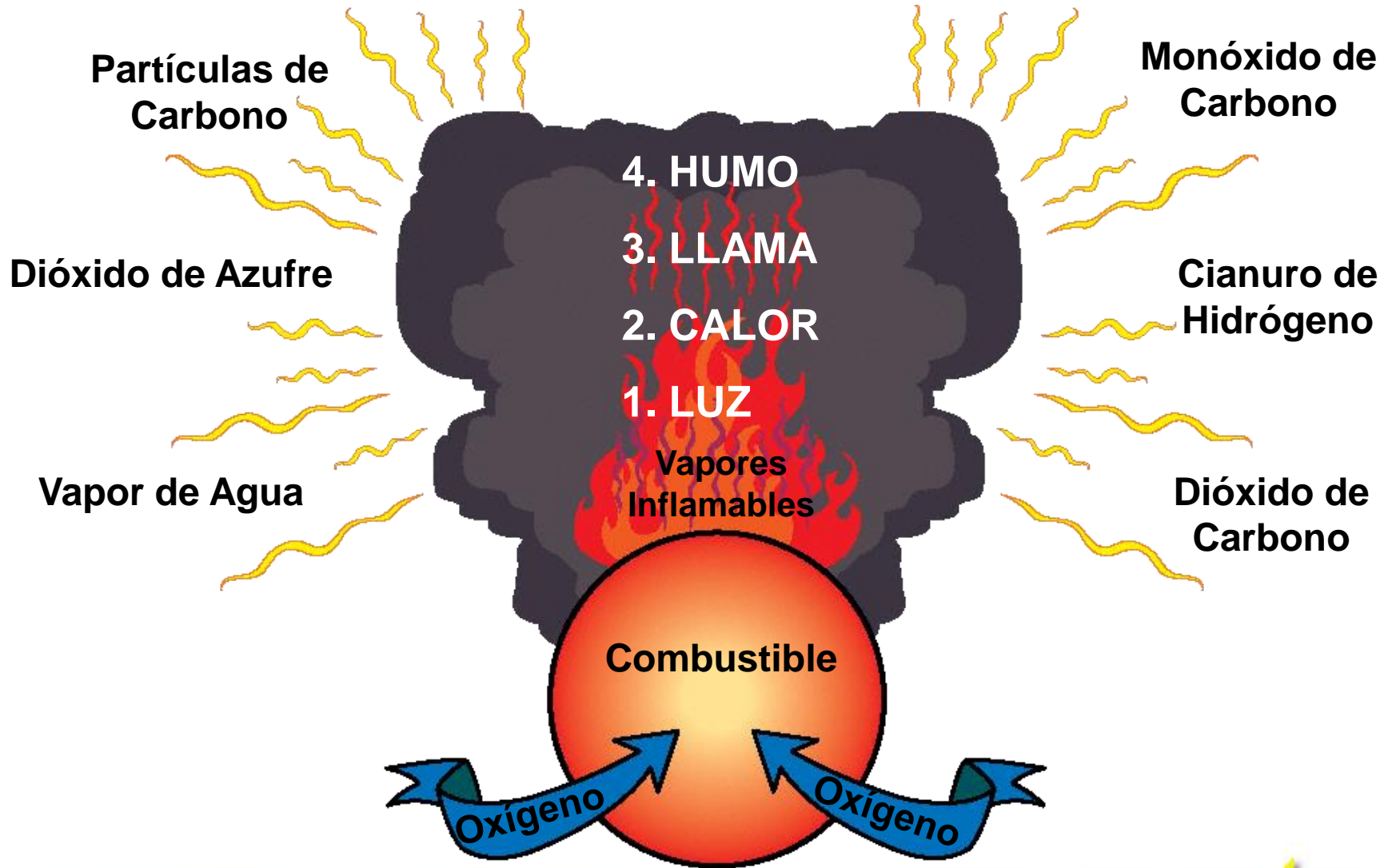
PRE-BACKDRAFT

- Introducción de oxígeno provoca fuego de fuerza explosiva



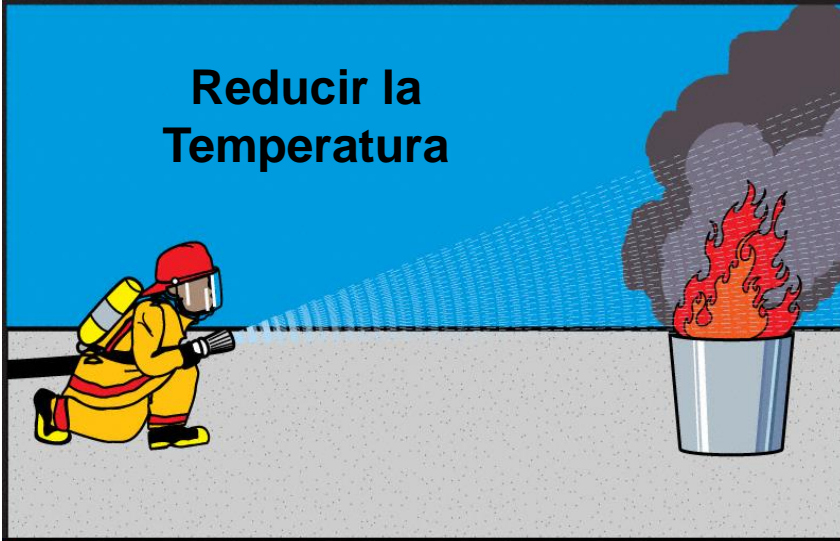
BACKDRAFT

# PRODUCTOS DE LA COMBUSTION



# METODOS DE EXTINCION

Reducir la  
Temperatura



Eliminar el  
Combustible



Dejar Fuera el  
Oxígeno



Inhibir la  
Reacción en  
Cadena





# REDUCCION DE LA TEMPERATURA

- Se aplica en combustibles sólidos y combustibles líquidos con puntos de inflamación altos
- Es el método de extinción más común
- Reduce la temperatura de combustibles con puntos de inflamación altos
- Crea equilibrio de calor negativo
- Se enfría con agua

# ELIMINACION DEL COMBUSTIBLE

- Se aplica en combustibles sólidos, líquidos, o gaseosos
- Detiene el flujo del combustible líquidos o gaseoso
- Retira al combustibles sólido de la trayectoria del fuego
- Permite que el fuego consuma todo el combustible

# EXCLUSION O DILUCION DEL OXIGENO

- Se aplica en combustibles sólidos, líquidos, o gaseosos
- Evita que el aire entre en contacto con el combustible (sofocamiento)
- Diluye o desplaza el oxígeno con un gas inerte

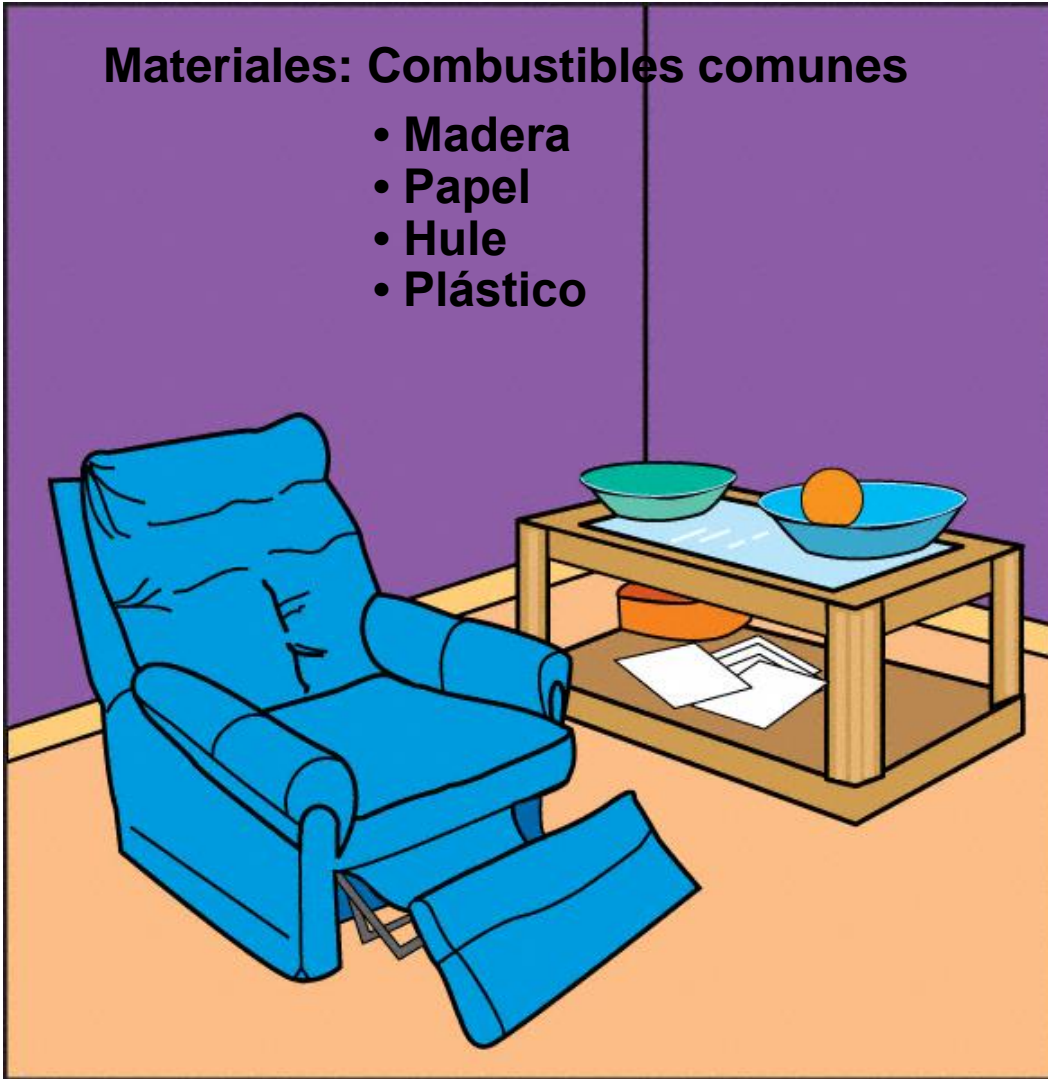
# INHIBICION DE LA REACCION<sup>TS 2-28</sup> EN CADENA

- Se aplica en combustibles gaseosos o líquidos
- Utiliza químicos secos e hidrocarburos halogenados
- Interrumpe la reacción química en cadena (pone fin a las llamas)

# INCENDIOS CLASE A

**Materiales: Combustibles comunes**

- Madera
- Papel
- Hule
- Plástico



**Métodos de Extinción:**

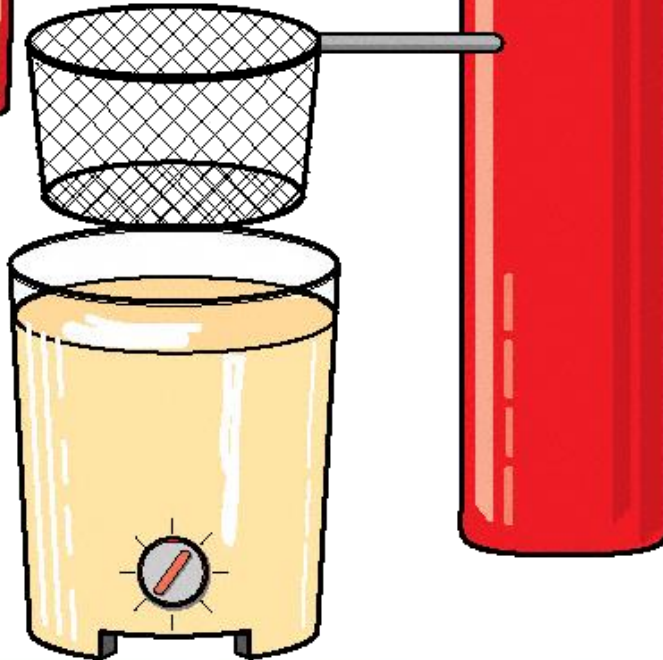
- Enfriamiento con Agua
- Apagar con Agua o Espumas Clase A

# INCENDIOS CLASE B



## Materiales:

- Líquidos
- Grasas
- Gases



## Métodos de Extinción:

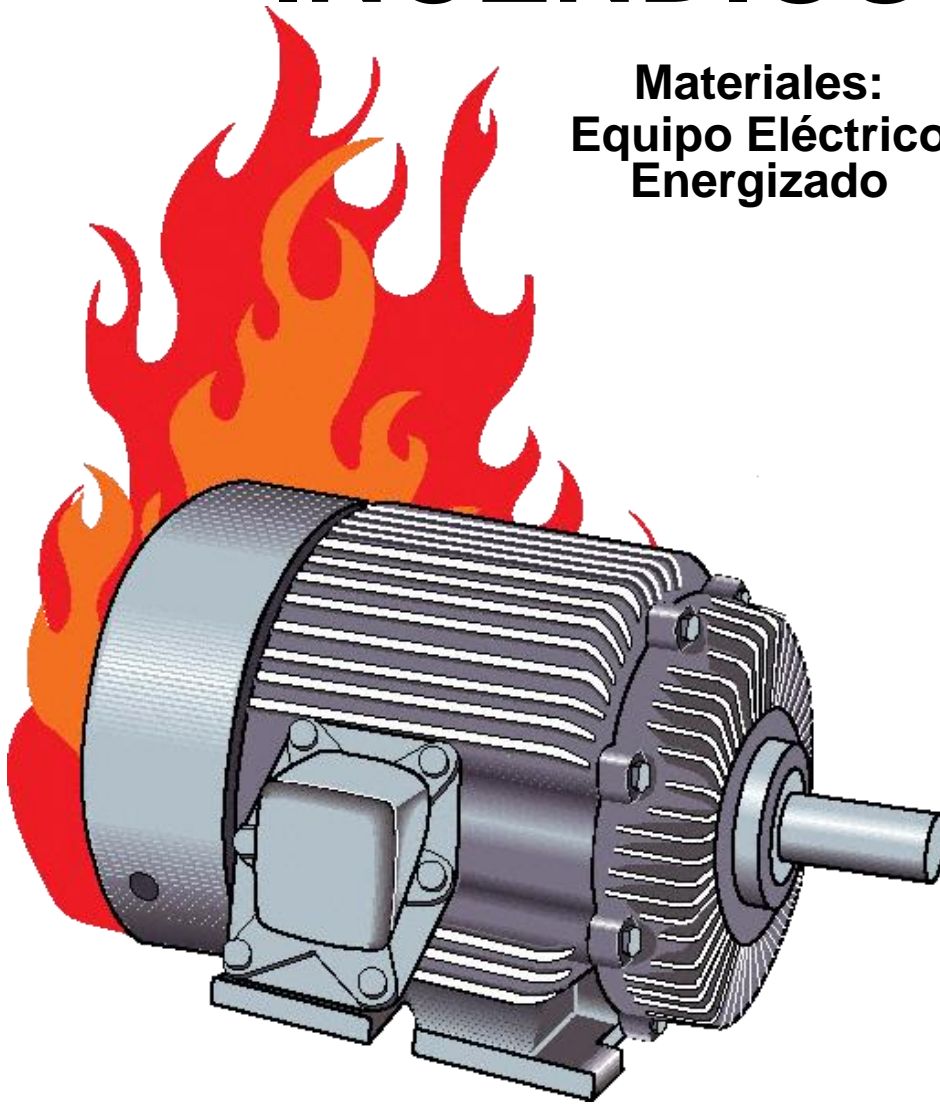
- Inhibir la Reacción Química en Cadena
- Sofocar/Cubrir
- Eliminar el Combustible
- Reducir la Temperatura

# INCENDIOS CLASE C

**Materiales:  
Equipo Eléctrico  
Energizado**

**Métodos de Extinción:**

- **Agente de Extinción No Conductor  
(Halón, Químico Seco,  
Dióxido de Carbono)**
- **Desenergizar y Tratar  
como Incendio de Clase A  
o Incendio de Clas B**



# INCENDIOS CLASE D

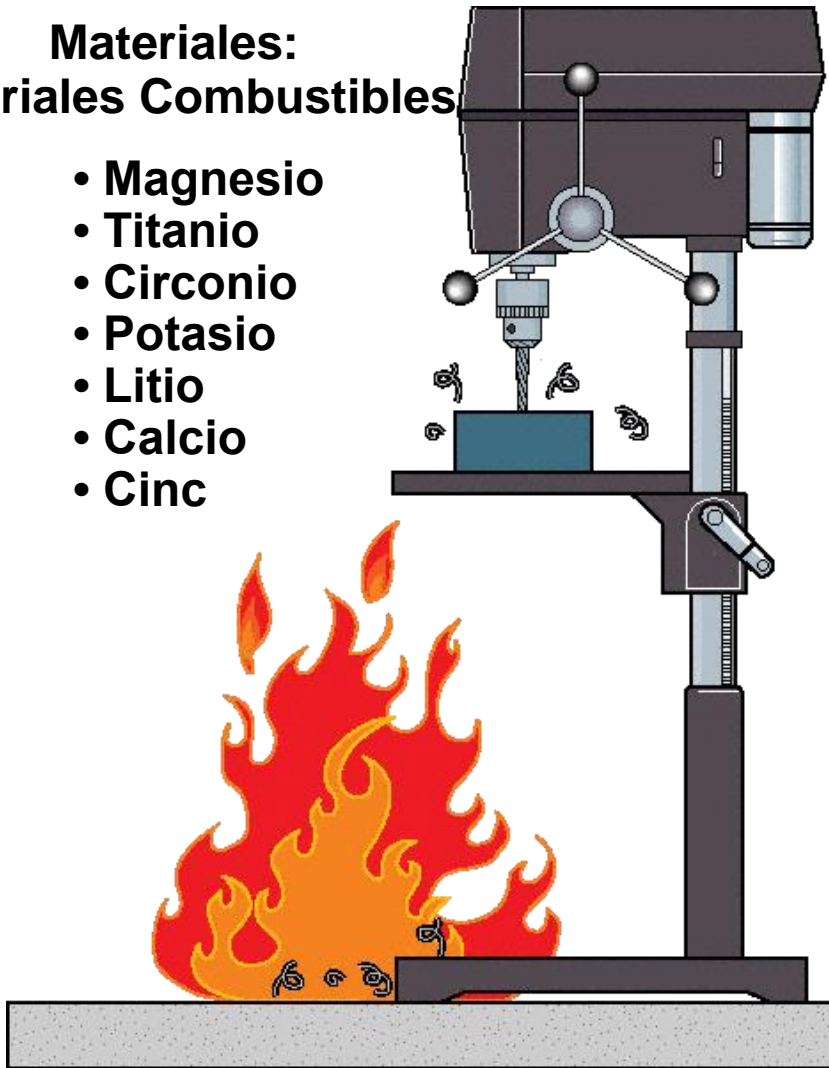
## Materiales:

### Materiales Combustibles

- Magnesio
- Titanio
- Circonio
- Potasio
- Litio
- Calcio
- Cinc

## Métodos de Extinción:

- Cubrir con Agentes Especiales, en Particular Polvos Secos Específicos para Combustible





**Published by**



**FIRE PROTECTION PUBLICATIONS**  
**Oklahoma State University**  
**Stillwater, Oklahoma**

**© Copyright 1998, Board of Regents, Oklahoma State University  
All Rights Reserved. No part of this presentation may be reproduced  
without prior written permission from the publisher.**