

INCENDIOS EN LA EDIFICACIÓN I

Tema 17

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
1 CONCEPTOS	3
1.1 Motor del incendio	3
1.2 Flujo de Gases	3
1.3 Plano neutro	4
1.4 Patrones de ventilación	4
1.4.1 Patrón de ventilación unidireccional	4
1.4.2 Patrón de ventilación bidireccional	5
1.5 Tasa de emisión de energía (Potencia de Incendio)	5
1.5.1 Incendio limitado por combustible (ILC)	6
1.5.2 Incendio limitado por ventilación (ILV)	6
1.6 Carga de fuego	6
1.6.1 Poder calorífico del combustible	6
2 FUEGOS CONFINADOS	7
3 INCENDIOS HIPERVENTILADOS (SOBREALIMENTADOS)	7
4 INCENDIOS VENTILADOS	10
4.1 Fase 1. Ignición	10
4.2 Fase 2. Crecimiento	11
4.3 Fase 3. Flashover	15
4.4 Fase 4. Incendio totalmente desarrollado	17
4.5 Fase 5. Decrecimiento	17
5 INCENDIOS INFRAVENTILADOS	18
5.1 Flashover inducido por ventilación	18
5.2 Backdraft	19
5.3 Explosión de humos/gases	19
BIBLIOGRAFÍA	20

INTRODUCCIÓN

Tras establecer una buena base de química del fuego, métodos de extinción y agentes extintores, se abordará con detalle el desarrollo de incendios confinados ventilados e infraventilados, y el significado de algunos conceptos importantes a tener en cuenta a la hora de evaluar e intervenir en cualquier tipo de incendio confinado.

Se analizará cómo afectan distintos factores a la evolución de estos incendios y, en especial, cómo se comportan en función de su ventilación, describiendo la sucesión de etapas y concluyendo con el estudio de los principales fenómenos que se pueden desencadenar al alterar la ventilación.

Con la comprensión de estos conceptos, los equipos intervinientes podrán efectuar una evaluación constante de la evolución del incendio en el interior y en el exterior, que será determinante para poder elegir y aplicar las técnicas más adecuadas para cada tipo de incendio.

1 CONCEPTOS

A continuación, se definirán algunos conceptos fundamentales para el entendimiento de la dinámica de incendios.

1.1 Motor del incendio

Se refiere a los combustibles implicados en el incendio y que aportan la mayor parte de la energía liberada en el mismo.

La fase de ignición del incendio coincide con el foco inicial, aumentando de tamaño y pudiendo desplazarse por propagación y agotamiento del combustible inicial. En incendios ventilados y, en especial en hiperventilados, puede ser de grandes dimensiones debido a su capacidad de propagación rápida por todo el inmueble.

Como ejemplo, podría ser un dormitorio ardiendo completamente en una vivienda y abierto hacia el resto de la misma y hacia el exterior. En este caso, todos los recintos de la vivienda comunicados con el dormitorio, estarían afectados por humo y calor, pero se consideraría que el motor del incendio es el dormitorio, puesto que es la fuente de calor y humo que está amenazando con propagar el incendio al resto de la vivienda. Este concepto se entenderá mejor una vez estudiados los fenómenos de propagación del incendio que se verán más adelante, con el humo como principal fuente de calor hacia el resto de combustibles alejados del motor del incendio.

El motor del incendio, junto a otros factores externos de ventilación, es responsable del flujo de gases, ya que en el mismo se producen bajas presiones que absorben aire “fresco” del resto de recintos y desde el exterior, generándose a su vez presiones superiores en el recinto en que se ubica, que originan salida de gases calientes hacia el exterior o hacia otros recintos.

1.2 Flujo de Gases

Se refiere al movimiento de los gases producto de la combustión y del aire circundante.

Debido principalmente a la temperatura, en los incendios se producen diferencias de densidad entre aire y gases de incendio que, a su vez, provocan un efecto de flotabilidad de los gases sobre el aire.

Siempre que haya una abertura de ventilación, se producirá un movimiento de gases desde zonas de mayor presión a zonas de menor presión.

El flujo de gases puede tener un patrón bidireccional o unidireccional en cuanto a la trayectoria del aire y gases de incendio.

1.3 Plano neutro

En la lucha contra incendios, se denomina plano neutro a la línea visual que separa el colchón de humo caliente, donde existe nula o baja visibilidad, del aire frío que se dirigen hacia el motor del incendio y donde existe visibilidad. Además, dicha línea se suele entender como horizontal, aunque suele ascender cerca de huecos de ventilación y descender en grandes superficies por enfriamiento, cuando el humo ha recorrido cierta distancia desde el motor del incendio.

No obstante, desde un punto de vista manométrico, el plano neutro realmente está a la altura en la que el diferencial de presión con respecto a un punto de la misma altura fuera del recinto es igual a cero. En realidad, suele ser un poco por encima de la línea visual antes descrita, debido a que dicha línea no es estática, sino que en ella hay turbulencias.

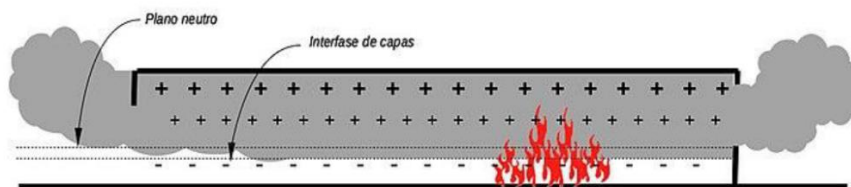


Figura 1. Plano neutro. Fuente: GIE (2022).

1.4 Patrones de ventilación

Si la dirección y el sentido de aire y gases de incendio es el mismo, estaremos ante un patrón de ventilación unidireccional. En caso de que tengan la misma dirección, pero sentidos diferentes, estaremos ante un patrón de ventilación bidireccional.

1.4.1 Patrón de ventilación unidireccional

Para que exista, debe haber al menos dos aberturas de ventilación en el recinto del incendio. En el movimiento de flujo de gases se podrá identificar una ruta fría y otra caliente:

- **Ruta fría:** desde la entrada de aire hasta el foco del incendio. Donde podrán existir mejores condiciones de sostenibilidad, teniendo menor temperatura, mayor concentración de oxígeno y buena visibilidad.
- **Ruta caliente:** desde el foco hasta la salida de gases al exterior. Donde las condiciones de supervivencia en incendios avanzados superarán al límite de sostenibilidad, por alta temperatura, falta de oxígeno, concentración de gases tóxicos e inflamables y mala visibilidad.

En función de las diferencias de presión existentes, el aire entrará por la zona baja de uno de los huecos hacia el foco del incendio (ruta fría) y los gases de incendio irán desde el foco del incendio hacia la zona superior del otro hueco de ventilación (ruta caliente).

Este patrón es típico de incendios donde existe diferencia de altura entre los huecos de ventilación, debido al movimiento convectivo de los gases desde zonas de mayor presión a zonas de menor presión.

Otro factor muy determinante para que el flujo de gases pueda tener un patrón de movimiento unidireccional, será la presión del viento en fachadas con huecos de ventilación abiertos.

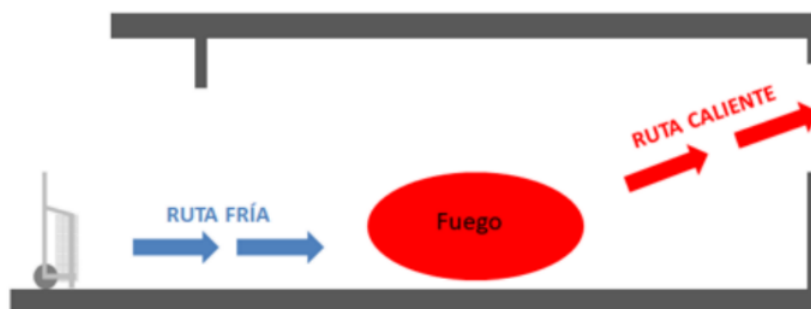


Figura 2. Patrón unidireccional. Fuente: CBCM.

1.4.2 Patrón de ventilación bidireccional

Se define así cuando por una misma abertura entra aire y salen los gases de incendio. Esto puede ocurrir en todas las aberturas de un mismo recinto. Es el incendio típico donde se pueden apreciar en mayor o menor medida las pulsaciones de respiración del incendio desde el exterior, entrando el aire fresco por la parte inferior y saliendo los gases por la superior.

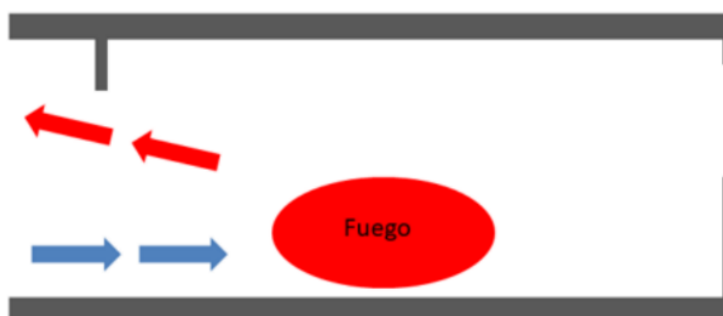


Figura 3. Patrón bidireccional. Fuente: CBCM.

1.5 Tasa de emisión de energía (Potencia de Incendio)

Es la energía liberada en la combustión por unidad de tiempo. Se describe en MJ/s, o lo que es lo mismo, en MW. Actualmente se define de forma generalizada como Potencia de Incendio.

Si la potencia de incendio es elevada, su evolución será más rápida y existirá más riesgo de exposición a flujos de calor radiante y convectivo de gran intensidad (kW/m^2).

Para la lucha contra incendios es de suma importancia porque determina en gran medida, entre otras cosas, el caudal necesario para su extinción.

En función de si la potencia del incendio está limitada por el combustible implicado o por el aire disponible, podemos diferenciar entre dos situaciones: incendio limitado por combustible e incendio limitado por ventilación.

1.5.1 Incendio limitado por combustible (ILC)

También definido como incendio controlado por combustible, en el que la potencia de incendio depende del tipo (poder calorífico) y cantidad de combustible ardiendo, no siendo el aire un factor limitante. Como ejemplos de este tipo de incendios, se pueden definir los incendios en el exterior, incendios en el interior de grandes estructuras muy ventiladas, o los momentos iniciales y finales de un incendio en el interior de un recinto con cierta ventilación (puertas, ventanas, etc.).

1.5.2 Incendio limitado por ventilación (ILV)

También definido como incendio controlado por ventilación, por pasar el aire a ser un factor limitante y la potencia de dependerá principalmente (también del tipo de combustible) de la cantidad de aire que las aberturas del recinto le puedan aportar. Como ejemplos de este tipo de incendios se pueden definir algunas fases de incendios en viviendas, locales, garajes, etc., cuando existe limitación de aire que no permite la combustión libre del combustible presente.

De cara a la lucha contra incendios, es de suma importancia entender que un mismo incendio podrá estar en diferentes momentos controlado por combustible o por la ventilación, debido a que este parámetro, además de la potencia de incendio, define en gran medida la visibilidad, temperatura, concentración de gases, fatiga de estructuras...

1.6 Carga de fuego

Indica la energía total que podría generarse en un recinto determinado (MJ). En el caso de que todo el combustible se hubiera consumido, sería referencia de toda la energía calorífica generada en el incendio y en el caso de hablar de densidad de carga de fuego, se definiría como MJ/m².

Principalmente define en gran medida el tiempo de duración del incendio, con los riesgos que ello conlleva por la fatiga de los elementos constructivos y cerramientos, que en el caso romperse aportarían una ventilación extra a la del inicio del incendio.

Depende de la cantidad y poder calorífico del combustible disponible (MJ/kg).

1.6.1 Poder calorífico del combustible

Define la energía que podrá generar un combustible por unidad de masa.

Analizando algunos combustibles muy comunes de origen natural (algodón, papel, madera, cuero, etc.) y otros de origen sintético (PVC, poliéster, policarbonato, etc.), podríamos decir de forma aproximada que el poder calorífico medio de los combustibles analizados es:

- Combustibles naturales = 17 MJ/kg
- Combustibles sintéticos = 30 MJ/kg

Es difícil definir el porcentaje medio presente de estos materiales. No obstante, la tendencia ha sido hacia la incorporación paulatina de muebles, tejidos y enseres domésticos fabricados con materiales sintéticos (tejidos sintéticos, látex, espumas, etc.).

De cara a la lucha contra incendios, es otro parámetro a evaluar en conjunto con la potencia de incendio. En el caso de que ambos parámetros sean muy elevados, la dificultad del control del incendio puede elevarse exponencialmente, debido a diferentes factores como el requerimiento de caudales y volúmenes de agua mayores, dificultad de accesos, riesgo de propagación y limitación de los equipos de protección.

2 FUEGOS CONFINADOS

La norma UNE-EN ISO 13943, “Seguridad contra incendios. Vocabulario”, en su versión de 2018 define este tipo de fuegos como aquellos que “tienen lugar y han sido prendidos dentro de una envolvente”. A su vez define envolvente, aplicado a los entornos contruidos, como el “volumen definido por superficies limitantes que puede tener una o más aberturas”, refiriéndose a entornos limitados por suelo, paredes y techo, en los que las principales aberturas serán las puertas y ventanas.

La presencia del elemento constructivo techo, supondrá una gran diferencia con respecto a los incendios en espacios abiertos, al existir una barrera física al movimiento natural ascendente de los flujos convectivos (gases y humos calientes).

La evolución de estos incendios vendrá determinada por el tipo, cantidad y distribución del combustible presente; la forma, volumen y dimensiones de los recintos; las aberturas por las que pueda entrar el aire o bien salir el humo y el calor, etc. Estos factores definen la ventilación del recinto, y en base a esto se pueden clasificar los incendios en cuatro categorías definidas en función de la disponibilidad de aire:

- Incendios hiperventilados.
- Incendios ventilados.
- Incendios infraventilados.

3 INCENDIOS HIPERVENTILADOS (SOBREALIMENTADOS)

Son incendios que reciben gran aportación de aire (son avivados) debido a diferentes motivos: presión del viento, efecto chimenea, grandes superficies de ventilación, fugas de oxígeno, etc., en los que no hay limitación de la ventilación sino todo lo contrario, manteniéndose controlados por combustible.

Buscando un símil fácil de entender, podemos pensar en un gran incendio forestal avivado por el viento. La potencia de incendio se ve fuertemente elevada por un aporte de oxígeno prácticamente ilimitado.



Figura 4. Incendio hiperventilado. Fuente: CBCM.

Son incendios muy difíciles de controlar, donde el riesgo para los intervinientes es muy elevado, ya que, en muchas ocasiones, suelen derivar hacia patrones de ventilación unidireccional que generan rutas calientes hacia la entrada natural del personal de extinción y vías de evacuación.

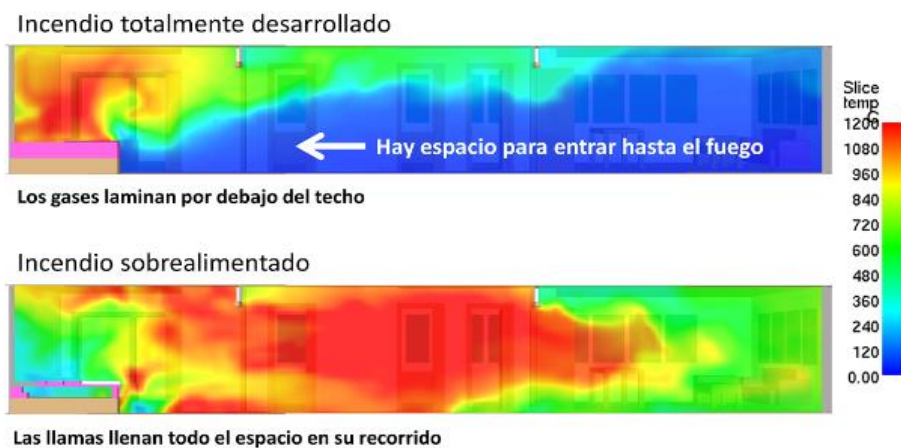


Figura 5. Patrón bidireccional vs unidireccional. Fuente: Loma y García (2013).

En la actualidad, este tipo de incendios se estudia como un fenómeno de comportamiento extremo del fuego.

El grado de destrucción de los inmuebles en este tipo de incendios suele ser total, viéndose claramente en la huella del incendio posterior a la extinción.



Figura 6. Huella de incendio hiperventilado. Fuente: CBCM.

En muchas ocasiones, el incendio comienza con una evolución normal, pasando a estar sobrealimentado de forma posterior, debido normalmente a la apertura de huecos de ventilación secundarios, rotura cristales, etc.

Este tipo de incendios es cada vez más habitual, debido principalmente a la tendencia en el uso de materiales combustibles muy energéticos de origen sintético, y también a la presencia de grandes huecos de ventilación.

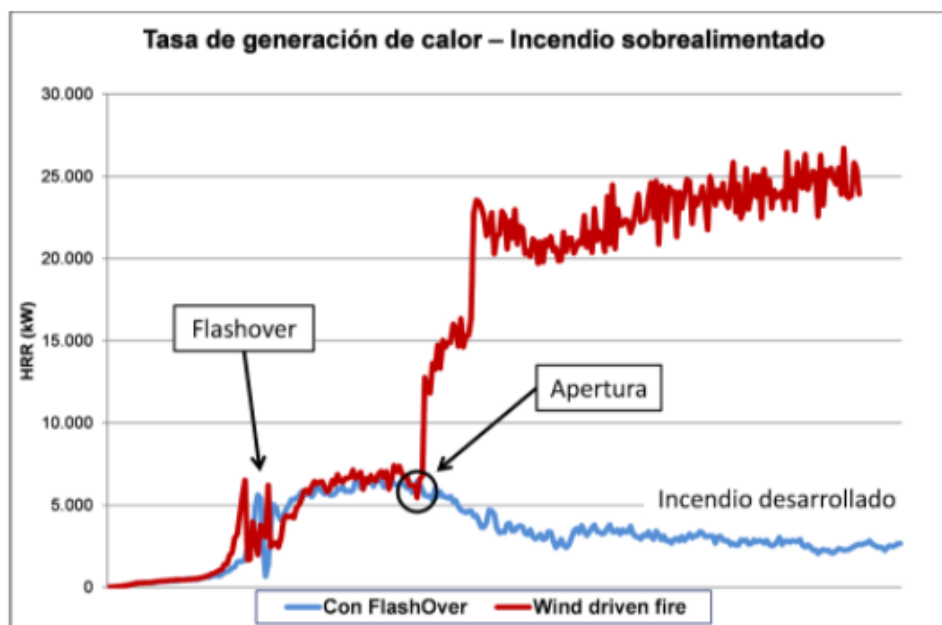


Figura 7. Evolución hacia incendio hiperventilado. Fuente: Loma y García (2013).

4 INCENDIOS VENTILADOS

Se entiende por incendio ventilado al fuego que se desarrolla en un recinto con uno o varios huecos comunicados con el exterior del mismo (puertas o ventanas), permitiendo la salida de humo y la entrada de aire. También podrían entrar en este apartado algunos incendios en recintos con grandes volúmenes de aire, por tener grandes dimensiones.

En estos escenarios, asumiendo la variabilidad según circunstancias, se pueden distinguir cinco etapas o fases: ignición, crecimiento, flashover, incendio totalmente desarrollado y decrecimiento.

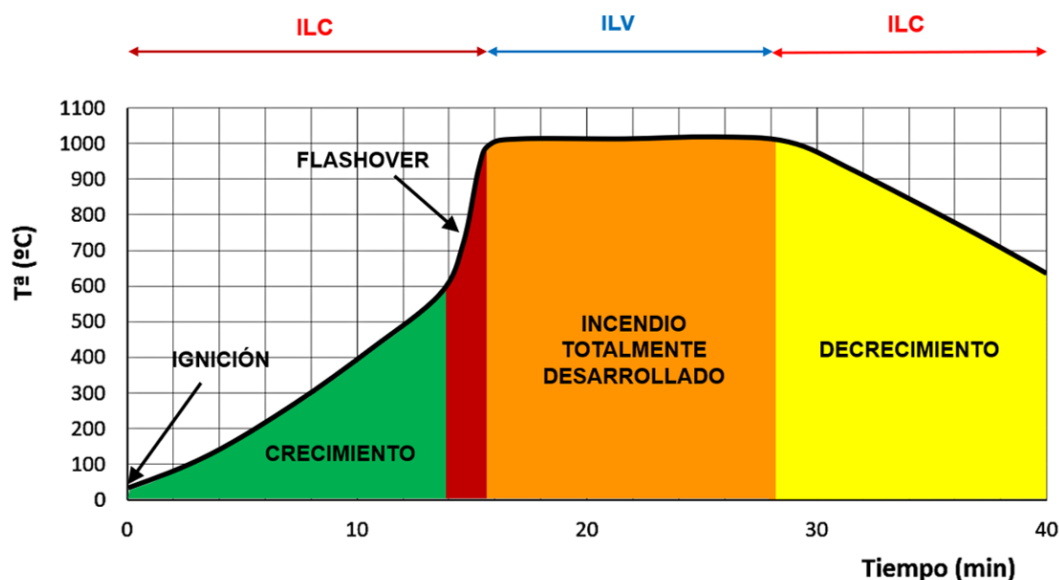


Figura 8. Fases del incendio. Fuente: CBCM.

En la Figura 8, se muestra una gráfica de representación de fases, donde el eje de ordenadas representa la temperatura y el de abscisas el tiempo. A su vez, en la parte superior de la figura, podemos observar diferentes rangos de tiempo aproximados, que están marcados por etapas ILC e ILV.

A continuación, se desarrollarán las diferentes fases representadas en la Figura 8.

4.1 Fase 1. Ignición

Los tres elementos del triángulo de fuego se ven interrelacionados para que ocurra la ignición: el combustible de los diferentes materiales; el comburente (oxígeno) que aporta el aire y se encuentra a una concentración aproximada del 21%; y una fuente de calor o energía de activación (sobrecargas eléctricas, calor de cocina, etc.)

Una vez que surge el foco inicial, el humo y sus gases producidos en la combustión, que tienen menor densidad que el aire que les rodea, tenderán a ascender. A medida que ascienden adoptando una forma de penacho o pluma, se produce una succión o entrada de aire, que aumenta el volumen del penacho y enfría de la masa de gases. Idealmente este penacho tiene forma cónica, con su vértice en la llama, y a medida que aumenta la altura aumenta el diámetro, debido al aumento de volumen que supone la entrada de aire.

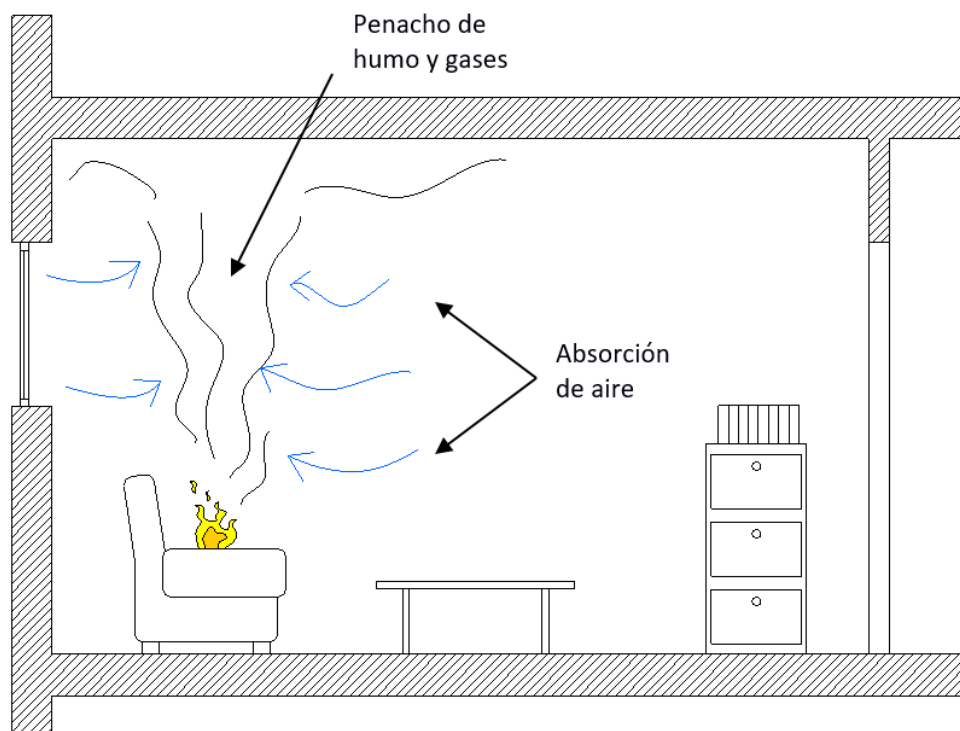


Figura 9. Ignición¹. Fuente: CBCM

En este punto debe tenerse presente que existen dos tipos de llama en cuanto a su relación con el comburente (oxígeno):

- **Llamas de difusión:** como pueden ser las de una hoguera o una vela, en las cuales todo el oxígeno que participa en la combustión es arrastrado desde el área circundante a la llama. El resultado es una llama con colores que van principalmente del amarillo al rojo, con perfiles definidos y combustión ineficaz que libera grandes cantidades de gases combustibles sin quemar. Este es el tipo de llama que se genera principalmente en los incendios, por lo que, junto con el humo, se emanarán gases combustibles no quemados.
- **Llamas de premezcla o premezclada:** es la llama que vemos en un quemador, en un soplete, etc., en la cual, antes de la combustión, hay una mezcla con el aire, haciendo que la combustión sea mucho más eficaz y energética con mayor temperatura, menor emisión de gases combustibles sin quemar, color azul y perfiles difusos.

4.2 Fase 2. Crecimiento

El movimiento convectivo de humos y gases en interiores, a diferencia de los incendios en espacios abiertos, estará limitado por los paramentos del recinto, alcanzando rápidamente el nivel del techo, momento en el cual el desplazamiento comienza a ser horizontal, empezando a formarse un colchón de humos y gases bajo el techo.

¹ La figura corresponde a un pequeño recinto con una puerta abierta (derecha) y una ventana cerrada (izquierda). Los elementos constructivos (suelo paredes y techo), que aparecen seccionados, se representan rayados.

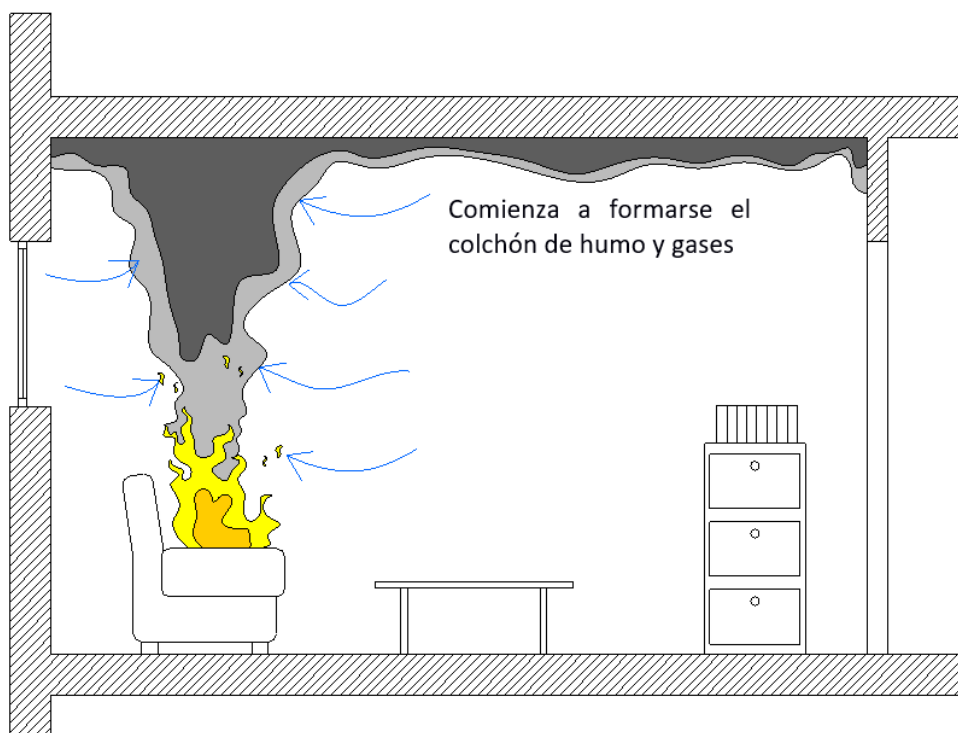


Figura 10. Crecimiento 1. Fuente: CBCM.

La entrada de aire en un penacho o columna de humo se produce mientras el movimiento es vertical. Esto implica que una vez que se alcanza el techo y comienza el movimiento horizontal, ya no hay más entrada de aire fresco en esa capa de humos y gases; por tanto, la cantidad total de aire fresco que en cada momento absorbe el penacho de humos la determinará la altura existente entre la base del penacho y la base del colchón de humos que se está formando.

La ubicación del foco inicial en el interior del recinto también condicionará la cantidad de aire que entra en el penacho y, en consecuencia, el grado de enfriamiento que tiene lugar. Si el foco está pegado a una pared la entrada de aire será menor y, por tanto, la temperatura del penacho mayor. En este sentido, la ubicación extrema será en un rincón que, al ser donde más se limita la entrada de aire, el penacho alcanzará mayor temperatura y, en consecuencia, el colchón de humos y gases que se está formando.

El colchón de humos y gases se irá extendiendo horizontalmente hasta alcanzar las paredes. A partir de ese momento la profundidad de dicho colchón aumentará.

Según vaya aumentando la altura del colchón, irá disminuyendo la altura del penacho, implicando una menor entrada de aire en el mismo, con lo que la temperatura de los gases que ingresan en el colchón comenzará a aumentar. Parte del calor lo empezarán a absorber las paredes y el techo del recinto en contacto con el colchón, el cual también comienza a calentarse. Éstos absorberán calor aumentando su temperatura hasta que se saturen, momento en que todo el calor que reciban será devuelto al interior del recinto, favoreciendo el calentamiento del colchón de gases y humos que está debajo.

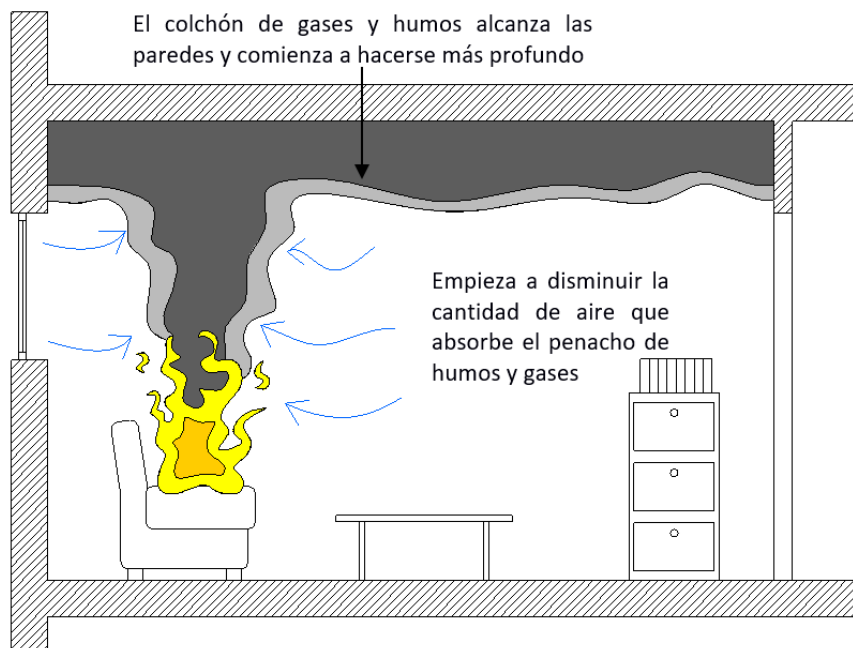


Figura 11. Crecimiento 2. Fuente: CBCM.

Debido a la temperatura y densidad del humo y gases, en el interior del colchón existe una “presión positiva”, es decir, la presión es ligeramente superior a la que existe en el exterior del recinto.

Cuando la base del colchón alcance alguna abertura (puerta, ventana, rendija...) esta mayor presión provocará que los humos y gases empiecen a fluir hacia el exterior del recinto. Simultáneamente, por debajo del colchón de humos existirá una “presión negativa”, es decir, ligeramente inferior a la del exterior, por lo que empezará a entrar aire desde el exterior al interior del recinto, generándose un patrón de ventilación bidireccional (hasta este momento se puede considerar que el aire consumido lo aportaba el propio recinto).

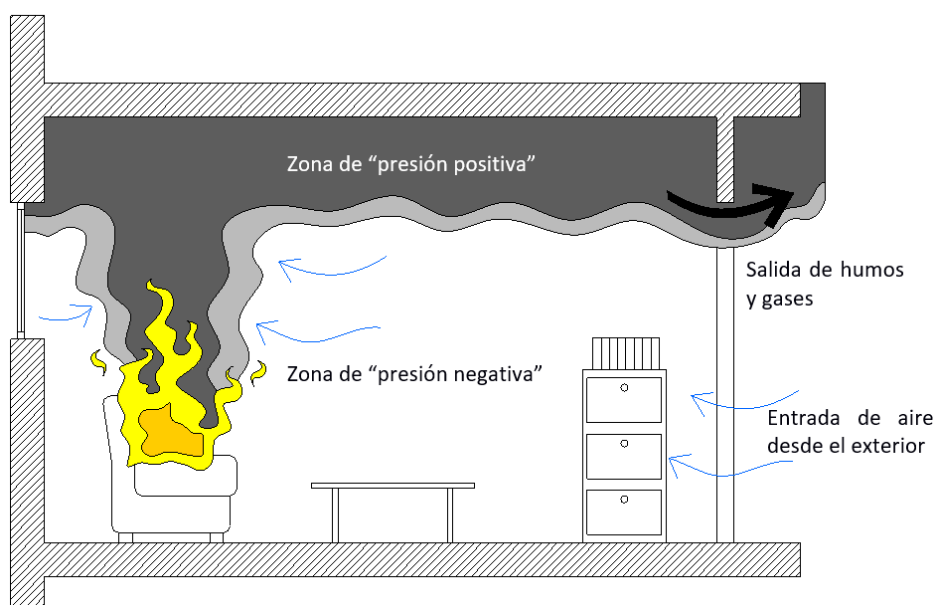


Figura 12. Crecimiento 3. Fuente: CBCM.

A partir de este momento, se producirán fluctuaciones en la entrada de aire y salida de humos de forma cíclica a modo de “pulsaciones”, que representan “la respiración del incendio”.

La cantidad de aire que pueda penetrar desde el exterior será decisiva para que pueda llegar a la fase de incendio totalmente desarrollado, dependiendo principalmente de la superficie de ventilación (huecos).

Según avanza el desarrollo del incendio, la capa de humos será cada vez más profunda, generando que el humo que ingrese en el colchón lo haga cada vez más caliente y concentrado. Este proceso de aumento de temperatura del colchón se verá acelerado cuando las llamas alcancen el nivel del techo, acelerando el calor que absorbe este, existiendo un momento en el que tanto el colchón como el propio techo comienzan a irradiar calor, iniciando la pirólisis de los combustibles que están por debajo.

Algunos de los gases que se emanan por la pirólisis serán combustibles y parte de ellos podrán entrar en combustión si están en rango y encuentran algún punto de ignición cercano (hasta este momento el único punto de ignición es el propio foco). El resto de gases, o se acumulará en la atmósfera del recinto, o ingresará al colchón de humos con el aire absorbido por el penacho.

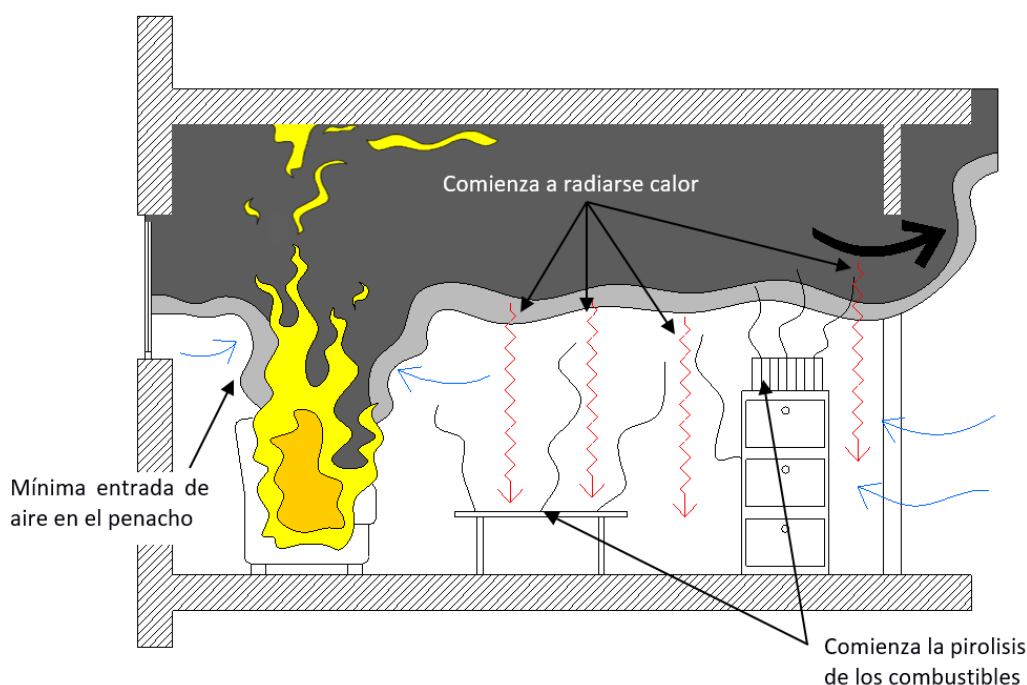


Figura 13. Crecimiento 4. Fuente: CBCM.

El aumento de temperatura del colchón de humos y gases llega a un punto, en torno a los 600°C, a partir de la cual parte de los gases inflamables que componen dicho colchón, alcanzan su temperatura de autoignición, con lo que comienzan a aparecer llamas flotantes en la capa de humos (efecto conocido como “rollover”).

Estas llamas harán que la subida de temperatura de la capa de humos se vea notablemente acelerada, provocando a su vez una mayor radiación de calor hacia los sólidos combustibles que están por debajo, que presentarán una pirólisis generalizada. Algunos de estos combustibles (papel, madera, etc.) también habrán alcanzado su punto de autoignición y se inflamarán espontáneamente, a pesar de estar separados del foco inicial.

Con la temperatura reinante es posible, si no ha ocurrido ya, que se provoque la rotura de los vidrios de las ventanas.

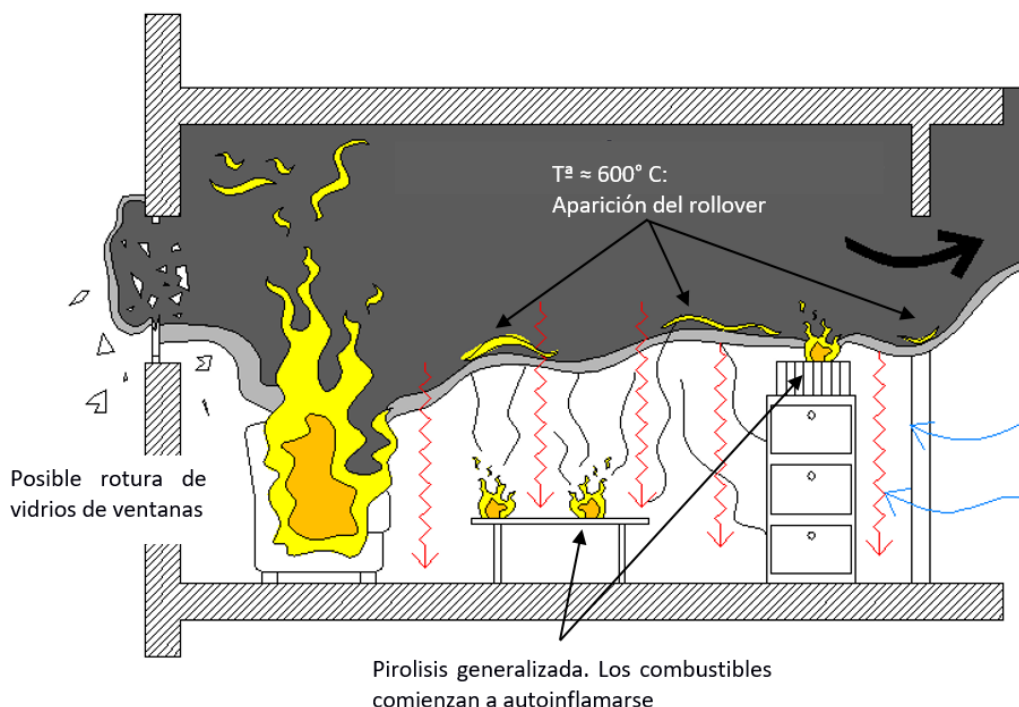


Figura 14. Crecimiento 5. Fuente: CBCM.

4.3 Fase 3. Flashover

Llegados a este nivel de desarrollo el incendio evolucionará muy rápido, a veces en tan sólo unos segundos, hacia la fase de Incendio totalmente desarrollado:

- **Combustibles del recinto.** El nivel de radiación incidente provocará que en su mayor parte alcancen su temperatura de autoignición.
- **Colchón de humos y gases.** Su permanente descenso y la consiguiente reducción de entrada de aire en el penacho, que además arrastra gases de pirólisis del resto de combustibles, provoca un doble efecto sobre la inflamabilidad de dicho colchón. Por un lado, cada vez tendrá una mayor concentración de productos inflamables y, por otro, su temperatura será mayor, lo que supondrá que disminuya su límite inferior de inflamabilidad, hasta llegar el momento en que todo el colchón pueda inflamarse.

El desenlace de esta situación es que la totalidad de los materiales combustibles del recinto, los gases de pirólisis, y el colchón de humos y gases entrarán en combustión, generando una rápida fase de transición desde la fase de desarrollo hasta la fase de incendio totalmente desarrollado, con todos los combustibles presentes involucrados, y que es denominada “combustión súbita generalizada” o, más frecuentemente, “FLASHOVER”.

Algunos estudios coinciden en que es necesario una radiación en torno a los 20 kW/m^2 a la altura de los combustibles para desencadenar el flashover.

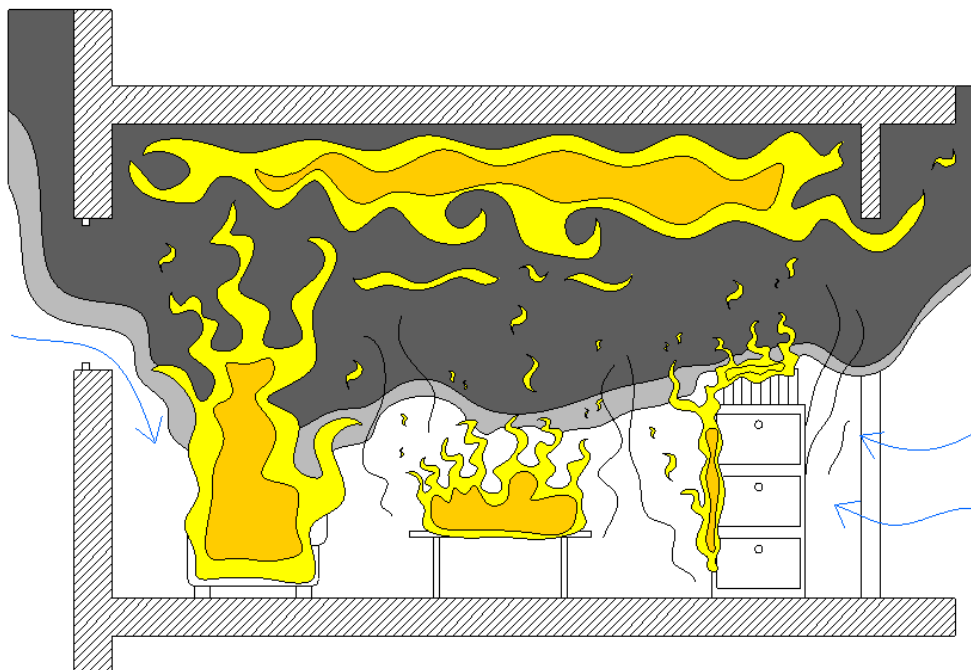


Figura 15. Desenlace del Flashover 1. Fuente: CBCM.

Durante el proceso de flashover, todos los materiales combustibles y gases de pirólisis entran en combustión.

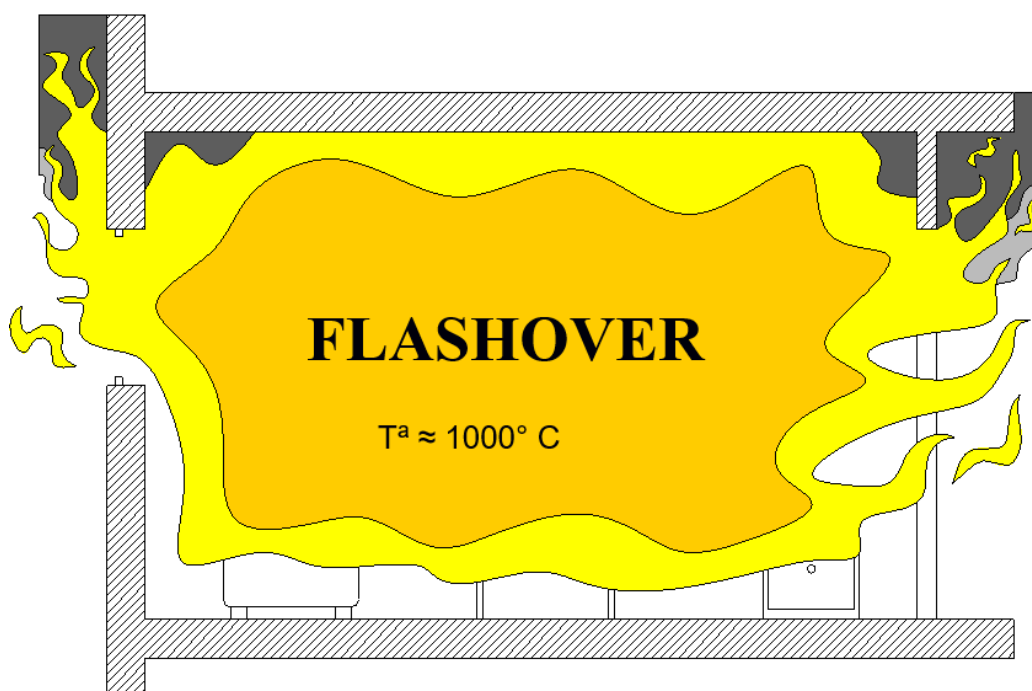


Figura 16. Desenlace del Flashover 2. Fuente: CBCM.

En el flashover, las temperaturas estarán en torno a los 1000°C o más, pudiendo llegar la emisión de calor a los 170 kW/m².

4.4 Fase 4. Incendio totalmente desarrollado

En un punto situado entre la aparición del flashover y el incendio totalmente desarrollado, cuando todos los combustibles presentes estén involucrados en el incendio, este pasará de ILC a ILV.

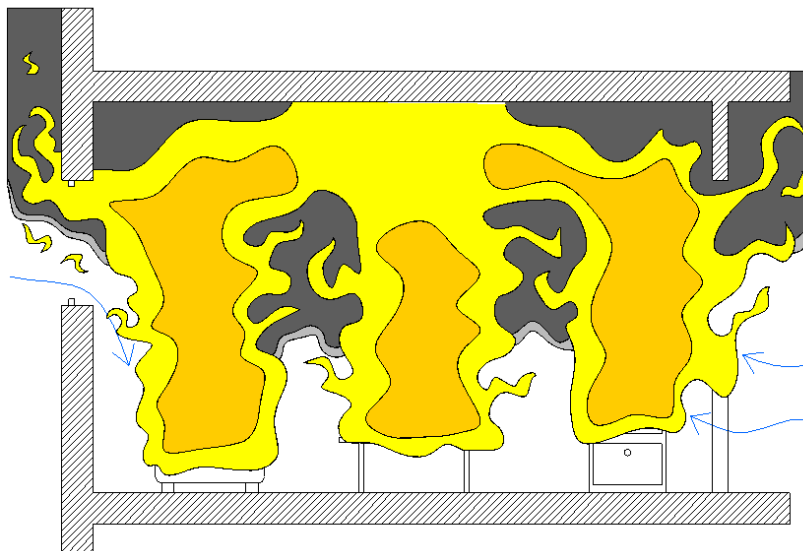


Figura 17. Incendio totalmente desarrollado. Fuente: CBCM.

4.5 Fase 5. Decrecimiento

Conforme el fuego va consumiendo el combustible disponible y éste comienza a ser un factor limitante, el incendio pasará de nuevo a ILC. El fuego se reduce y, con ello, la cantidad de calor liberado, comenzando a disminuir la temperatura, aunque los restos (rescaldos) y los elementos constructivos pueden mantener aún por un tiempo una temperatura en el recinto moderadamente alta.

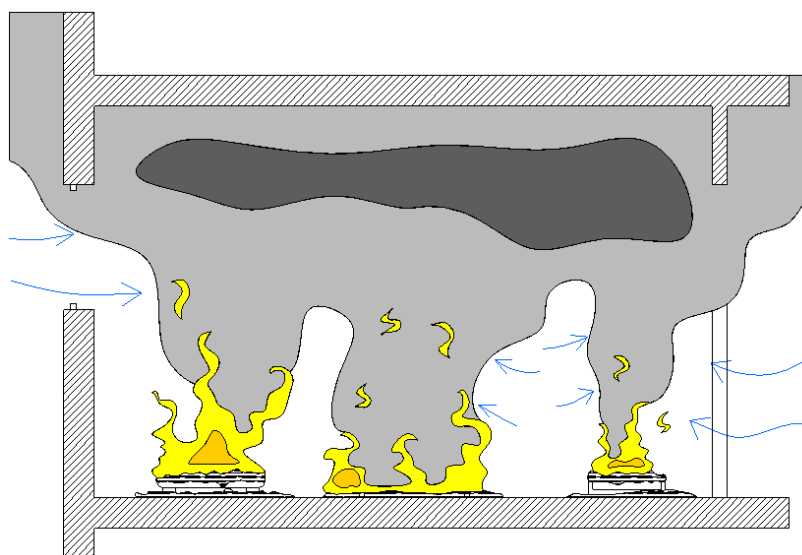


Figura 18. Decrecimiento. Fuente: CBCM.

5 INCENDIOS INFRAVENTILADOS

Son aquellos en los que el nivel de ventilación es muy reducido o inexistente, impidiendo el desarrollo “normal” del incendio, con sus diferentes etapas o fases. Consecuencia inmediata de esta situación es que la mayor parte del tiempo el incendio será ILV, siendo la potencia del incendio (energía por unidad de tiempo) marcadamente inferior a la que puede llegar a desarrollar con un nivel de ventilación mayor.

El nivel de limitación de ventilación podrá suponer desde que el incendio se mantenga simplemente “frenado”, con un desarrollo algo inferior al de un incendio ventilado, hasta suponer su total extinción por sofocación, si bien la situación más frecuente será la intermedia, en la cual el desarrollo del incendio tiene lugar con bajas concentraciones de oxígeno, insuficientes en general para mantener la llama, pero suficientes para que el incendio se mantenga por mucho tiempo ardiendo en forma de brasa.

La condición de infraventilación podrá estar presente en el escenario desde el comienzo del incendio (por ejemplo, un recinto con las puertas y ventanas cerradas o entornadas) o se podrá dar con el incendio en estado avanzado (por ejemplo, al cerrar la puerta o porque se consuma el aire de recintos contiguos sin ventilación al exterior).

El momento en que se haga patente la infraventilación determinará, por un lado, el nivel de desarrollo previo del incendio y, por otro lado, la posible evolución posterior del mismo si se revierte la infraventilación, normalmente fruto de la apertura de puertas o de la rotura de ventanas.

En el caso de que el incendio haya sido infraventilado una vez que había conseguido un avanzado desarrollo, se conservará una elevada temperatura donde la masa combustible afectada seguirá ardiendo lentamente en forma de brasa, continuando tanto la emanación de gases de pirólisis como los resultantes de la combustión incompleta, los cuales se irán acumulando en el recinto.

Si se produce una ventilación posterior (rotura de cristales, derrumbes, aperturas...), la evolución del incendio podrá ser más o menos virulenta en función principalmente de las condiciones de temperatura y concentración de gases inflamables en el recinto. De entre las posibles evoluciones destacan por su peligrosidad, especialmente de cara a los intervinientes: el Flashover inducido por la ventilación, el Backdraft y las explosiones de humos / gases.

5.1 Flashover inducido por ventilación

Se produce por la ventilación directa del recinto afectado, que partirá de unas condiciones de temperatura semejantes a las que se encuentran en la etapa de crecimiento, pero con unas concentraciones de gases mucho más elevadas y una mayor afectación térmica sobre los combustibles del recinto.

Conforme avance la ventilación, los combustibles empezarán a arder de nuevo con llama, dándose una evolución semejante a la etapa de crecimiento de un incendio ventilado “normal” pero a una velocidad notablemente superior, desencadenándose el Flashover más rápido y con picos de temperatura y potencia de incendio mayores.

5.2 Backdraft

Es un evento súbito y violento inducido al ventilar el recinto de incendio, generalmente a distancia, a través de pasillos u otras dependencias previas también saturadas con los humos y gases producidos por el incendio. Esta circunstancia dará tiempo a que, en el momento en el que el aire fresco llegue al recinto de incendio, todos o una gran parte de los gases y humos que estaban en este recorrido y en el recinto, tengan tiempo de mezclarse con el aire. De este modo se tendrá una masa de gases premezclados con aire el cual, por un lado, les habrá aportado el oxígeno que no tenían y, por otro, los habrá llevado a proporciones de mezcla dentro del rango de inflamabilidad.

Una vez que el aire alcance el recinto de incendio y se mezcle con los gases y humos que hay en éste, la masa completa podrá inflamarse al ser expuesta a los restos de incendio, generalmente en el momento en que el aire aviva las brasas y prenden con llama. La inflamación de toda la masa se producirá partiendo desde el recinto de incendio y progresará violentamente hacia la apertura o entrada que originó la ventilación, siendo frecuente la salida de una potente llamarada al exterior por dicha abertura. Dado el alto nivel de premezcla toda la masa se inflamará súbitamente, y al estar dentro de un espacio limitado por una envolvente (suelos, paredes y techos), se podría llegar a generar elevadas presiones, capaces de romper ventanas y puertas, e incluso tabiques.



Figura 19. Backdraft simulado. Fuente: Revista electrónica Fire Engineering (19/05/2020).

5.3 Explosión de humos/gases

Sin haber un consenso generalizado respecto a este término, se suele emplear cuando, en un escenario similar al del Backdraft, la masa premezclada generada tras la ventilación alcanza una fuente de ignición, generalmente aleatoria, distinta de la del propio incendio, lo que puede dar lugar incluso a que se produzca una explosión de estos gases al acumularse en un lugar completamente diferente de la edificación, tras haber viajado por huecos de escaleras, falsos techos, conductos de ventilación, etc.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2004). *Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH). Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos en caso de incendio* (UNE 23585)

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2018). *Seguridad contra incendios. Vocabulario* (UNE-EN ISO 13943)

Fernández Morales, H. (2021). *Dinámica de incendios II. Conocimiento y manejo*. CBCM.

Fernández Morales, H. (2025). *Extinción de incendios urbanos e industriales I y II*. CBCM.

Grupo de Incendios Estructurales. (2022). *Documentación De Referencia*.
<https://www.grupoincendiosestructurales.com/documentacion/>

Leyva Quijada, J. (2018). *Dinámica de incendios I*. CBCM.

Loma-Ossorio Blanch, E. y García García M. (2013). *Incendios de interior sobrealimentados*. Bombers Valencia. <https://emgarga0blog.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/10/incendios-sobrealimentados.pdf>