

CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS

Según el combustible que arde o las condiciones en que lo hace, hay diferentes tipos de fuego. Usualmente se diferencian 4 divisiones o clasificaciones del fuego.



CLASE A: Involucra materiales **COMBUSTIBLES SÓLIDOS** como la madera y sus derivados, algodón, lana, papel, caucho, diversos plásticos, o que produzca rescoldos ardientes y brasas. Sus temperaturas de gasificación e ignición son relativamente altas y en los cuales la extinción más efectiva se logra enfriando con agua. Se simboliza con la letra A, encerrada en un Triángulo de color Verde.

CLASE B: Corresponde a **COMBUSTIBLES LÍQUIDOS** como los hidrocarburos y sus derivados, además los **GASES** como el gas natural y **GRASAS** de origen animal. La extinción más rápida y segura es eliminación del oxígeno del aire (sofocación) o evitando la reacción libre en cadena. Se simboliza con una letra B, sobre un Cuadrado de color Rojo.

CLASE C: Corresponde a cualquiera de los otros tipos de fuego, pero **EN PRESENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**, lo que los hace de gran peligrosidad. Se deberá cuidar de no usar agentes extintores que conduzcan la energía eléctrica. Cortando el suministro eléctrico, pasa a ser del tipo material que se quema (A, B, o D). Se simboliza con la letra C, sobre un Círculo de color Azul.

CLASE D: Incluye la combustión de ciertos metales tales como magnesio, potasio, titanio, zinc, hierro, cobre, etc. Arden con elevadas temperaturas, que evaporan o descomponen a los agentes extintores convencionales. Se simboliza con la letra D, sobre una Estrella de color Amarilla.

CLASE K: También podemos decir que en otros países ya existen otras clases de fuego además de las ya vistas estos son los fuegos clase K. Corresponde con la denominación Americana Clase K. Son fuegos originados por aceites de cocina y grasas.

Los fuegos clase K son aquellos fuegos que se generan en líquidos combustibles tales como grasas y aceites comestibles y que se encuentran en lugares con productos alimenticios, esta nueva clasificación se da para que en dichos sectores se coloquen extintores especiales similares a los de polvo químico, pero no contaminantes, ya que al estar con alimentos y ante un principio de incendio arruinar la totalidad de la producción de comestibles por aplicar un PQS

DESARROLLO DE INCENDIOS DE INTERIOR

Un incendio de interior es aquel fuego que se desarrolla fuera de control en un espacio físico limitado, de modo que no existe transferencia libre de calor ni intercambio libre de fluidos (ya sean gases de incendio o aire fresco) hacia el exterior

El incendio de interior se desarrolla en un espacio cerrado que puede tener aperturas al exterior. En un incendio confinado, la transferencia de gases con el exterior es nula. Esto es, un incendio en el interior de una vivienda es, efectivamente, un incendio de interior, aun en el caso de que hubiera ventanas o puertas por los que el incendio hubiera roto por fachada; mientras que ante un incendio confinado, puertas y ventanas se encuentran cerradas e intactas, de modo que el intercambio gaseoso con el exterior es prácticamente despreciable.

El incendio confinado es un incendio de interior sin aperturas al exterior

DESARROLLO GENÉRICO DE UN INCENDIO DE INTERIOR

El estudio clásico en laboratorio del desarrollo de incendio de interior muestra tres fases bien diferenciadas: crecimiento, pleno desarrollo y decaimiento

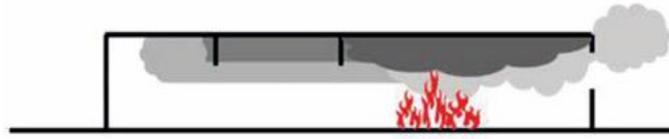


FASE DE CRECIMIENTO

El incendio comienza su desarrollo en el foco de ignición. El calor se transmite por radiación a los combustibles que se encuentran alrededor. Una columna de convección se forma por encima del foco transmitiendo calor a los combustibles que están en la zona superior. En los primeros momentos, la potencia del incendio es muy limitada y su crecimiento es lento. Los combustibles en el entorno del foco requieren energía para comenzar los procesos de pirolisis que descomponen sus compuestos orgánicos y liberan gases combustibles al entorno. Este proceso se acelera a medida que el incendio cobra magnitud, por lo que lo característico de esta etapa es un aumento exponencial de la temperatura.



Los gases de incendio comienzan a acumularse en los estratos superiores. Al aumentar la temperatura, la densidad de los gases disminuye y aparece un efecto de flotabilidad que ayuda a extenderlos por todo el recinto



A medida que la temperatura aumenta, la radiación lo hace de manera exponencial y comienza la pirolisis de combustibles alejados de la zona de llamas.

El colchón de gases se enriquece en gases combustibles, aunque su inflamabilidad dependerá de la temperatura y concentración de oxígeno.

Durante esta etapa, la temperatura va en constante aumento. El incendio dispone de oxígeno suficiente para desarrollarse por lo que su potencia queda limitada por la cantidad, disposición, continuidad y naturaleza del combustible. También es característica de esta fase la formación de dos estratos dentro del recinto:

Un estrato superior: formado por los gases de incendio que ascienden debido a su menor densidad. Registra presiones superiores a las exteriores.

Un estrato inferior: capa más limpia de aire frío y denso, a presiones por debajo de las exteriores

La división entre ambos coincide, aproximadamente, con el denominado plano neutro, límite horizontal donde las presiones son idénticas a las exteriores.

El colchón de gases de incendio, formado por productos de la combustión y derivados de la pirolisis, puede alcanzar su punto de inflamabilidad durante esta etapa.

Esta inflamación puede localizarse en zonas puntuales del colchón de gases, generándose los denominados rollover, o producirse de forma generalizada en todo el recinto, en cuyo caso se hablaría de flashover

Nota: no todos los incendios desembocan en un flashover, a veces la temperatura alcanzada no es la suficiente o falta oxígeno en el ambiente da por resultado una mezcla pobre en la fase de crecimiento

FASE DE PLENO DESARROLLO

El desarrollo del incendio llega al punto en el que la concentración de oxígeno en el interior comienza a descender como consecuencia de uno o varios de los siguientes factores:

- Combustión generalizada del colchón de gases de incendio con el consiguiente e importante consumo de oxígeno.
- Incendio confinado o con ventilación insuficiente, de modo que el consumo de oxígeno supera el aporte exterior.
- Demanda de oxígeno elevada. La combustión de los combustibles repartidos por el recinto a lo largo del tiempo genera igualmente un notable consumo de oxígeno. Dependerá de la tasa

de combustión (masa de combustible que se consume por unidad de tiempo), del tiempo de desarrollo del incendio y de las dimensiones de la estancia



Conviene precisar la evolución diferenciada que tienen los incendios ventilados y los incendios confinados:

En incendios ventilados, a lo largo de la etapa de pleno desarrollo se mantienen definidos y diferenciados los estratos de gases de incendio y aire fresco a través del flujo que genera la propia ventilación del incendio. El aire fresco entrante caerá rápidamente a las zonas más bajas del recinto debido a su mayor densidad, mientras que los gases de incendio a mayor temperatura buscarán las zonas altas.

Sin embargo, en incendios confinados, el plano neutro cae prácticamente hasta el suelo. La ausencia de un flujo de ventilación impide la evacuación de gases de incendio e irremediablemente el estrato inferior desaparece.

Este factor tiene una influencia decisiva en las tácticas que se van a poder emplear. Mientras que en un incendio ventilado existe la posibilidad de tener cierto nivel de visibilidad para la progresión

interior, en los incendios confinados plenamente desarrollados, la visibilidad es nula. Por tanto, en uno y otro caso las técnicas y tácticas serán diferentes.

FASE DE DECAIMIENTO

Con el tiempo, el recinto pierde temperatura y el incendio decae, bien porque el combustible se consume, o porque, ante la falta de ventilación, la potencia del incendio no es suficiente para compensar las pérdidas de calor hacia el entorno.



- EL INCENDIO ESTRUCTURAL (FENÓMENOS FISICOQUÍMICOS):

En todo incendio estructural y dependiendo de las condiciones del desarrollo del mismo desde su inicio hasta lograr su extinción se pueden producir fenómenos fisicoquímicos que en la mayoría de los casos provoca serios accidentes a los bomberos intervinientes

FLASHOVER

Es la fase transitoria en el desarrollo de un incendio de interior en el que las superficies expuestas a la radiación térmica alcanzan su temperatura de inflamación de una manera casi simultánea y el incendio se extiende rápidamente por todo el espacio disponible generalizando el incendio en el recinto. (NFPA 921, 2008. 3.3.78).

El desarrollo de un incendio no siempre transcurre por una fase de flashover.

Para que concurra, deben darse las siguientes circunstancias:

- Carga de combustible suficiente como para generar un colchón de gases cuya radiación permita que las superficies expuestas alcancen su temperatura de inflamación.
- Proporción de oxígeno adecuada de modo que la mezcla de gases se encuentre en su ventana de inflamabilidad (temperatura y relación combustible/comburente). Esto se consigue cuando existe una apertura de ventilación suficiente o cuando el recinto incendiado está en el interior de una estructura lo suficientemente amplia como para garantizar el aporte de oxígeno necesario.

Podemos esperar que el incendio produzca un flashover en corto espacio de tiempo cuando se presentan distintos indicadores que, en ningún caso, deben interpretarse como señal inequívoca de que se vaya a producir este fenómeno:

- Incendio próximo a concluir su fase de crecimiento.
- Colchón de gases de incendio denso y muy oscuro.
- Altas temperaturas en el recinto. Las superficies expuestas a la radiación muestran claros signos de estar pirolizando.
- Existe un aporte de oxígeno, por lo que el incendio se encuentra ventilado.
- A pesar de la ventilación, el plano neutro desciende hasta casi el nivel de suelo.
- Lenguas de gases inflamados (rollover) en el colchón de gases de incendio. Durante la fase de flashover se produce un pico puntual en la potencia del incendio, una ligera sobrepresión y un elevado nivel de radiación térmica que intensifica el riesgo para los bomberos que se encuentren en el interior. Por tanto, las operaciones de progresión interior y control de la ventilación deberán ir encaminadas a evitar que se produzca un flashover con efectivos en el interior. Para ello caben distintos enfoques que, en muchos casos, pueden emplearse de forma simultánea o consecutiva.

Flashover pobre: El incendio se origina generalmente en la parte inferior de la habitación, como consecuencia de los gases de pirolización de los materiales adyacentes y de una combustión incompleta debida al progresivo empobrecimiento del oxígeno del recinto, se genera bajo el techo una masa de gases calientes inflamables

Esta masa gaseosa se va haciendo más inflamable a medida que la aumenta la temperatura y la concentración de gases que no se quemaron en la combustión. A partir de este momento volvemos a tener una mezcla pobre, pero que ha consumido el oxígeno del recinto, el calor generado y el crecimiento del fuego de origen generan un rápido incremento de la temperatura de la habitación que aumenta la producción de gases de pirolisis procedentes de los diferentes materiales del recinto (mobiliario, pinturas, otros etc.) y que deriva en la intensidad del incendio. Las llamas consumen rápidamente el oxígeno que queda y la mezcla de gases comienza de nuevo a enriquecerse; si la ventilación es pobre las llamas irán reduciendo sus dimensiones hasta acabar en pocos minutos en estado de latencia (arder sin llama)

Flashover rico: Si el aire entrante encuentra una masa de gases ricos de combustión se puede desencadenar un flashover, esta entrada de aire puede ser causada por un grupo de bomberos entrando en el recinto o por la rotura de una ventana. Será difícil predecir si un flashover rico será tenue o explosivo.

Hay 2 tipos de flashover ricos, el caliente y el retrasado: En el caso del flashover rico caliente, si la temperatura de los gases está por encima de su temperatura de ignición, los gases se inflamarán instantáneamente al contacto con el aire sin necesidad de una fuente externa de ignición; esta combustión suele ser espectacular y de grandes llamas afloraran por las aberturas, sin embargo, desaparecerá si volvemos a cerrar los huecos de ventilación.

Este tipo de Flashover es fácil de manejar, bien cerrando la ventilación, o mediante un ataque con agua pulverizada, en un primer momento las llamas solo aparecerán en las inmediaciones del hueco donde se produce la mezcla exterior, pero gradualmente irán penetrando en el recinto hasta ocupar todo su volumen.

El flashover rico retrasado se origina cuando no hay una fuente de ignición desde un principio, y los gases tienen tiempo para mezclarse con el aire y hacer que la mezcla entre dentro de su rango de inflamabilidad, las consecuencias pueden ser de mayor gravedad. La fuente de ignición del flashover más común es el fuego inicial, si este está ubicado cerca de la entrada de aire la mezcla se inflamara desde el comienzo y tendrá poca violencia, pero por el contrario cuando el fuego se encuentra en el fondo de la habitación, el aire se mezclara libremente con los gases antes de que la mezcla inflamable alcance la fuente de ignición, en este caso la mezcla de gases inflamada será mayor que en los casos anteriores y el aumento de temperatura y la fuerza de expansión de los gases será mucho mayor



BACKDRAFT (explosión de humos):

Es una explosión de violencia variable causada por la entrada repentina de aire en un compartimiento que contiene o a contenido fuego, y donde se ha producido la suficiente cantidad de humo (gases súper calentados de combustión) a consecuencia de la combustión incompleta del incendio en su etapa de arder sin llama por deficiencia de oxígeno.

En la etapa de arder sin llama en el ambiente como se explica, encontraremos debido a la combustión incompleta, el intenso calor de la etapa de combustión libre y las partículas libres no quemadas de carbono mas los gases inflamables como el CO (monóxido de carbono) y el SO₂ (dióxido de azufre) están preparados

para estallar en una intensa e instantánea combustión cuando el ambiente sea ventilado y se incorpore oxígeno. Por parte de los bomberos una ventilación inadecuada puede desatar este fenómeno calificado como explosión por su velocidad y destrucción.

En la etapa de arder sin llama contamos con suficiente temperatura por encima del punto de ignición de los gases de combustión producto de la combustión incompleta por falta de oxígeno. El plano neutral baja a centímetros del piso esta señal la podremos observar en la quemazón de la puerta del recinto. Si a esta condición se le agrega aire fresco producto de una rotura, o ventilación incorrecta

Encontraremos los cuatro elementos necesarios para tener fuego, no obstante en este caso con una reacción súbita, instantánea y violenta como lo es la explosión de humo o backdraft, aliviando toda su intensidad por donde se origina la apertura, existen pocas posibilidades de supervivencia, en el backdraft retrasado en el interior de un cuarto, la explosión de humo puede dar lugar al Rollover, el frente de llama corre por el pasillo quemando todo a su paso pocos efectos de sobrepeso.

Existen indicativos que el bombero debe evaluar para prevenir estos fenómenos:

Signos y síntomas externos:

- Humo bajo presión.
- Humo negro convirtiéndose de un color grisáceo amarillento.
- Aislamiento del incendio y calor excesivo.
- Poca o nada de llama visible.
- Humo que sale del compartimiento en bocanadas o pulsaciones.
- Vidrios manchados por el humo, con rasgos violáceos, ennegrecidos, con apariencia como engrasados.
- Ruidos sordos.
- Una aspiración rápida de aire hacia adentro si se hace una apertura.

Signos y síntomas internos:

- Puede que este ocurriendo en un recinto interior y no lo sepamos.
- El plano neutral está a casi 20/25 cm del piso.
- Al abrir alguna ventilación se oirá como el fuego aspira el aire.
- Puede producirse un Rollover

Diferentes eventos con Flashover y Backdraft

Dos secuencias de un flashover y la evacuación de los bomberos



Tres secuencias de un backdraft la evacuacion de un bombero y el rescate por parte de sus compañeros



	FLASHOVER	BACKDRAFT
Fase del incendio	Fase Inicial	Fase de Arder Sin Llama
Espacio	Recinto Ventilado	Recinto No Ventilado
Agente Inductor	Temperatura	Ventilación
Calor Generado por	Llamas	Brasas
Factores Fundamentales	Temperatura ignición	Energía Mínima ignición
Tipo de Escenario	Estatico	Dinamico
Tipo de Llama	Llama Libre de Difusion	Llama Premezclada
Onda de Sobrepresion	No	Frecuentemente
Incendio Posterior	Generalizado	No Necesariamente

B.L.E.V.E.

El término BLEVE está formado por las iniciales de la expresión inglesa de Boiling Liquid Expansion Vapor Explosion, es decir, **explosión por expansión del vapor de un líquido en ebullición**.

Cuando un líquido contenido en un recipiente cerrado es sometido a calentamiento bien sea por el intenso calor solar o por la exposición a las llamas de un incendio externo, se producirá dentro del recipiente un aumento de la presión por el calentamiento del líquido; pudiendo producirse un fallo en el material del recipiente y por lo tanto producir su rotura. Cuando se rompe el recipiente, el líquido entra bruscamente en ebullición, y una gran cantidad de él se evapora instantáneamente. Como el vapor ocupa un volumen muy superior al del líquido, el cambio de estado líquido-vapor supone un gran aumento de volumen. El vapor se expande instantáneamente.

La expansión del vapor produce una onda de presión destructiva (onda expansiva u onda de choque o de sobrepresión), con la consiguiente proyección de fragmentos a grandes distancias por la rotura del recipiente. Se trata, por tanto, de una explosión. Adicionalmente, si el líquido es inflamable, los vapores generados por la ebullición instantánea del líquido a presión atmosférica, se incendian creando una gran "bola de fuego" con una irradiación térmica devastadora.

Como el origen de la explosión es un fenómeno físico (evaporación), la BLEVE es una explosión física.

Los productos que pueden producir una BLEVE se reúnen en dos grandes grupos:

- Todos los GASES LICUADOS A PRESIÓN Y CRIOGÉNICOS almacenados a la temperatura ambiente (sean o no combustibles).
- Los LÍQUIDOS que, accidentalmente, entren en contacto con focos importantes de calor

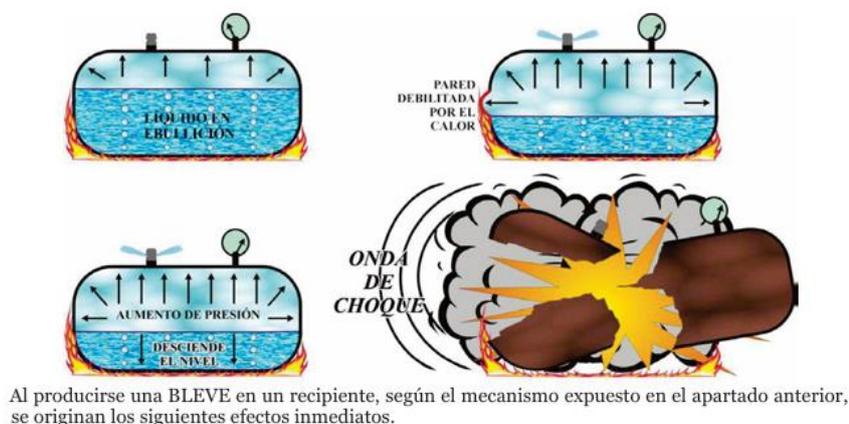
CONDICIONES NECESARIAS Para que un recipiente o depósito pueda sufrir una explosión BLEVE se requiere que se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- La sustancia contenida en el recipiente debe ser un LÍQUIDO “SOBRECALENTADO”.
- Debe producirse una DESPRESURIZACIÓN SÚBITA en el recipiente.
- Debe originarse el efecto de “EBULLICIÓN EN MASA” del líquido contenido en el recipiente

Cuando un líquido, en un recipiente, se encuentra a temperatura bastante superior a su temperatura normal de ebullición, se le denomina “líquido sobrecalentado”. Un gas licuado, en un recipiente a presión, será también un “líquido sobrecalentado”, por cuanto su temperatura de ebullición a presión atmosférica será mucho menor que la temperatura a la que se encuentra en el recipiente. Llegados a este punto hemos de destacar que si bien la condición de “líquido sobrecalentado” es necesaria para que pueda producirse una BLEVE, ello no implica ninguna consideración sobre la naturaleza inflamable de la sustancia.

En definitiva una BLEVE puede producirse en líquidos no combustibles. La despresurización súbita se puede originar al producirse una grieta o fisura en las paredes del recipiente, ya sea por debilitamiento o por impacto, así como por la entrada en funcionamiento de ciertos dispositivos de alivio de presión, que libere incontrolada y súbitamente la presión.

La tercera y más específica condición que debe ocurrir para que pueda darse una explosión BLEVE, es que el fluido esté en unas condiciones tales de presión y temperatura que favorezcan el fenómeno de “ebullición en masa” para que produzca una evaporación rapidísima en milésimas de segundos tipo “flash” que haga de desencadenante de la explosión BLEVE. Para líquidos inflamables la vaporización súbita, en caso de BLEVE, puede ser del orden de un 10%. Para los gases varía entre un 25% (gases criogénicos) y un 50% (gases no criogénicos)



BOIL-OVER

El término BOILOVER puede traducirse como REBOSAMIENTO POR EBULLICIÓN. El fenómeno puede describirse de la manera siguiente:

- Un recipiente sin techo contiene un líquido incendiado (generalmente, petróleo crudo).
- El recipiente contiene una capa de agua en su fondo.
- Después de un largo periodo de combustión lenta en la superficie, el agua del fondo entra en ebullición.
- El vapor se expande bruscamente y expulsa una gran cantidad de líquido incendiado fuera del recipiente.

CONDICIONES NECESARIAS

Para que se produzca un BOILOVER es necesario que concurren las circunstancias siguientes:

- Que el recipiente no tenga techo. Un caso característico es el de un recipiente alcanzado por un rayo, que hace volar el techo e inicia el incendio.
- Que el recipiente contenga una capa de agua, o una emulsión de agua y aceite, en el fondo. Esto se produce, normalmente, en los recipientes de petróleo crudo.
- Que el recipiente contenga un producto con diversos componentes, desde fracciones livianas hasta residuos pesados, que presenten una gran diversidad de puntos de ebullición. De esta manera, el producto incendiado puede dar lugar a la formación de una “OLA CALIENTE”, tal como se describe más adelante.
- Que el producto contenga una cantidad suficiente de residuos viscosos, capaces de formar, con el agua, una emulsión espumosa consistente y de gran tensión superficial.

DESARROLLO

En estas condiciones, un incendio en el tanque puede dar lugar a un BOILOVER, de la manera siguiente:

- El producto (petróleo crudo) comienza a arder.
- Las fracciones más livianas se destilan y arden en la superficie.
- El residuo de la destilación alcanza una temperatura igual o superior a 150°C. Este residuo es más pesado que la capa de aceite inferior, y se sumerge debajo de ella, comenzando un lento descenso.
- El residuo, a su paso, va calentando y haciendo ascender a las capas sucesivas del producto, que se destilan y queman en la superficie. De esta manera, el descenso del residuo alimenta el incendio.

Se forma una capa llamada “OLA CALIENTE”, de la manera siguiente:

- La combustión en la superficie provoca la inmersión de sucesivas cantidades de residuo, que se va acumulando y forma una capa de espesor creciente.
- Esta capa de residuo adquiere una viscosidad y una temperatura crecientes. La temperatura oscila entre 150 y más de 300°C.
- Esta capa caliente desciende lenta y continuamente hacia el fondo. Con todo, el descenso de la “ola caliente” es más rápido que la bajada del nivel del líquido a consecuencia de su consumición por el incendio. Como dato orientativo, se han medido o velocidades de descenso de 1 m./h., aunque se pueden producir velocidades superiores.

Cuando la "ola" llega a la capa de agua del fondo, la calienta hasta que provoca su ebullición. Como resultado, se forma una emulsión de vapor y aceite viscoso, de gran tensión superficial, que se expande bruscamente. Recordemos que el vapor de agua, a presión atmosférica, tiene un volumen 1.700 veces superior al agua líquida.

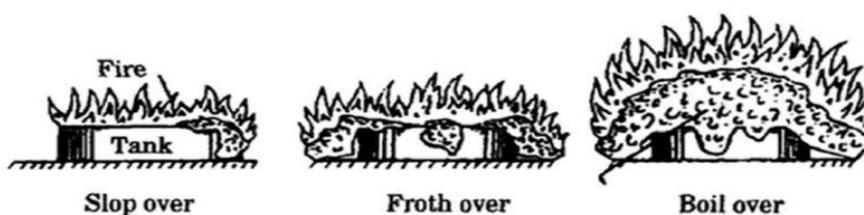
La bolsa de vapor desplaza, violentamente, un volumen equivalente de líquido. Como resultado, se produce la expulsión, en forma de rebosamiento, e incluso de erupción, de una gran cantidad de producto, incluyendo la superficie incendiada, desde la que se propaga el incendio al resto del derrame. Se estima que un BOILOVER puede propulsar el combustible incendiado hasta una altura equivalente a 10 veces el diámetro del recipiente.



SLOPOVER

Rebosamiento Superficial: Este derrame puede producirse cuando se aplica un chorro de agua sobre la superficie caliente del aceite incendiado, siempre y cuando el aceite sea viscoso y su temperatura supere la del punto de ebullición del agua.

Puesto que esto es un fenómeno, solamente participa el aceite superficial, el suceso es de importancia relativa.



FROTHOVER

Rebosamiento Espumoso: Se produce en recipientes que contienen aceites minerales viscosos a altas temperaturas, pero no inflamados, cuando el agua situada bajo su superficie entra en ebullición.

> Un ejemplo típico puede ser el del asfalto caliente cuando se carga en una cisterna que contiene algo de agua. El primer asfalto se enfría al contacto con el metal frío; al principio no sucede nada pero cuando el agua se calienta y comienza a hervir, el asfalto rebosa por encima de la cisterna.

Puede producirse una situación similar cuando un **depósito que contiene agua en el fondo** (o una emulsión acuosa) recibe una **carga de aceites** minerales residuales de baja calidad a temperaturas de 300°F (149°C) o más.

Cuando ha transcurrido suficiente tiempo para que **los residuos calientes alcancen el agua** que está en el fondo, puede producirse una **ebullición prolongado del agua**, que llega a hacer saltar la tapa del depósito y esparcir una **espuma aceitosa** en una superficie bastante extensa.