



Desarrollado por: GERARDO F. CRESPO

Incendios de líquidos combustibles

- 1-REBOSAMIENTOS DE LIQUIDOS COMBUSTIBLES.
- 2-BOILOVER (Rebosamiento por ebullición).
- 3-Tres condiciones fundamentales deben darse para que se produzcan estos fenómenos.
- 4-SLOPOVER (Rebosamiento superficial).
- 5-FROTHOVER (Rebosamiento espumoso).
- 6-COMBATE DE INCENDIOS.
BOILOVER

1-REBOSAMIENTOS DE LIQUIDOS COMBUSTIBLES.

Dentro de los fenomenos fisico-quimicos devastadores de incendio tienen ganada su reputacion los “rebosamientos” en incendios de liquidos combustibles.

En muchos Paises han ocurrido a consecuencia de estos siniestros y causas asociadas verdaderas catastrofes, principalmente en vidas de Bomberos, Brigadistas Industriales y personal de apoyo.

Existen tres mecanismos de rebosamientos dependiendo de ciertas causas y circunstanancias:

- REBOSAMIENTO POR EBULLICION “BOILOVER”
- REBOSAMIENTO SUPERFICIAL “SLOPOVER”
- REBOSAMIENTO ESPUMOSO “FROTHOVER”

De estos tres fenómenos el “Boilover” es el mas peligroso, debido a su potencial intensidad, sin subestimar o minimizar las reacciones del Slop. Y Forthover.

Distintas causas obraron para que estos siniestros cobren tantas vidas, la principal y como reglas que se pueden aplicar a la vida misma fue la organización, el desconocimiento, la imprevisión etc. de estos fenómenos por las organismos de emergencia, llevándolos a subestimar la situación; la falta de equipamiento adecuado, minimizando el margen de seguridad y como así también la información errónea del real contenido del tanque por parte de la empresa siniestrada hacia los Bomberos, esto surge rápidamente del análisis de los hechos que tuvieron en algunos casos verdadera relevancia internacional.

Cumpliendo con los objetivos de “Contraincendioonline” desarrollaremos este tema bajo la óptica de la seguridad que a nuestro criterio debe ser el pilar fundamental de las maniobras en el combate de incendios en tanques de almacenaje que contengan productos, los cuales puedan producir rebosamientos.

Entendemos que la seguridad y la prevención de incidentes y accidentes de Bomberos, Brigadistas Industriales y personal de apoyo es la principal prioridad.

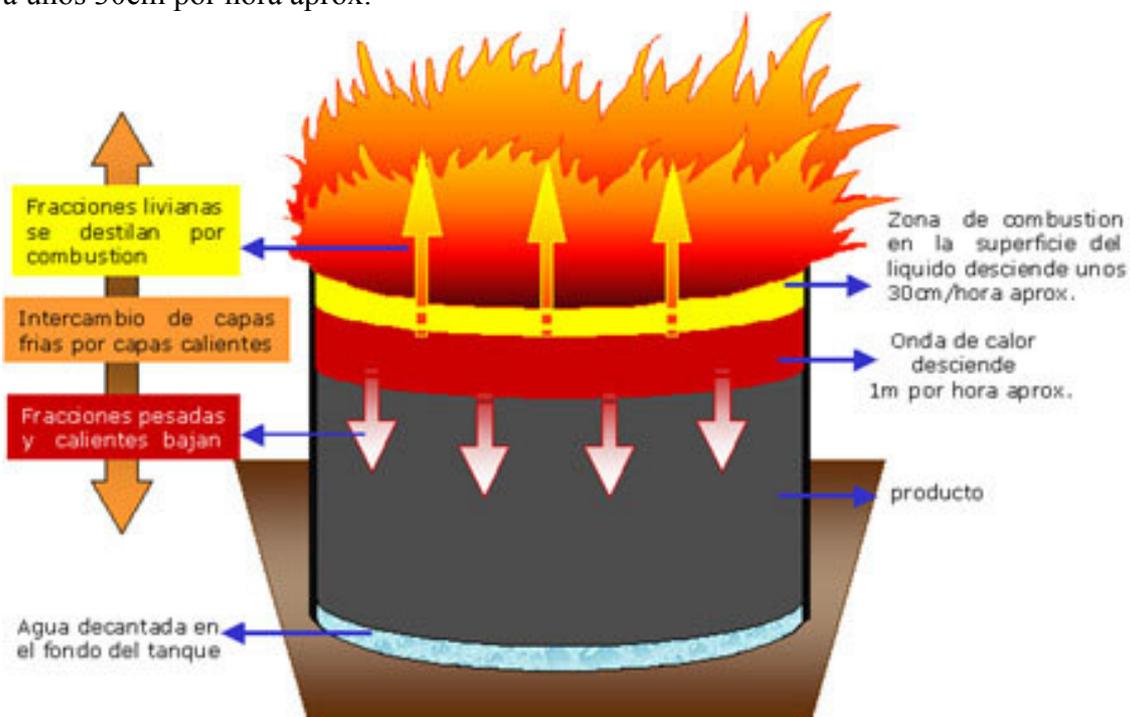
BOILOVER

2-BOILOVER (Rebosamiento por ebullición).

En todo incendio de tanque/s de almacenaje de petróleo y que haya volado el techo, producto de la explosión inicial, durante el desarrollo del siniestro las capas compuestas por las fracciones de líquidos livianos se van destilando a través de la combustión del producto; esto es visible por las grandes llamas rojas y naranjas con desprendimiento de inmensas columnas de humo negro.

El resto del componente del petróleo que son las fracciones pesadas conforman una “onda convectiva de calor” que mediante este proceso comienza en sentido inverso a descender, realizando lo que se conoce como “intercambio de capas frías por capas calientes” estas capas calientes forman la onda de calor.

Las fracciones pesadas y calientes a temperaturas de entre los 200 a 300°C aprox. Se calcula que realizan el descenso a 1 metro por hora aprox. por otro lado la zona de combustión sobre la superficie del liquido, zona de llama va quemando y descendiendo a unos 30cm por hora aprox.



BOILOVER

Esta onda de calor convectiva al tomar contacto con el agua decantada en el fondo del tanque produce una súbita transformación a vapor súper calentado expandiéndose 1:1700/2000 veces dependiendo de la temperatura del liquido, dando lugar al rebosamiento de todo el contenido. Pensemos que el agua en estado liquido se expande 1700 veces a 100°C y un aspecto fundamental que marca el comienzo del rebosamiento aparte del tremendo ruido como a frituras producto del contacto del agua con las capas calientes; es el súbito incremento de la temperatura y la radiación térmica entorno a toda la zona.

El combustible es lanzado fuera del tanque en una explosión violenta formando una columna ascendente que en algunos casos supero los 30 metros de altura aprox. expandiéndose hacia los costados hasta tomar contacto con la tierra y proseguir propagándose y trasladándose en todas direcciones destruyendo todo lo que encuentra a su paso, en algunos casos la temperatura supero los 1200°C.

La presencia de fuerte viento (-1988- Punta Alta, provincia de Buenos Aires, Argentina) y la irregularidad del terreno (-1982-Tacoa, Venezuela) en parte pueden ser factores determinantes para propagar el rebosamiento hacia algunos lugares mas que a otros.

Punta Alta-Provincia de Buenos Aires-Argentina-1988 *El viento reinante tuvo un papel preponderante en los sectores de mayor propagación.



Tacoa-Venezuela-1984 *El terreno accidentado beneficio la propagación del boilover por la ladera del cerro hacia la playa.



BOILOVER

3-Tres condiciones fundamentales deben darse para que se produzcan estos fenómenos.

1- Incendio total de un tanque con voladura del techo.

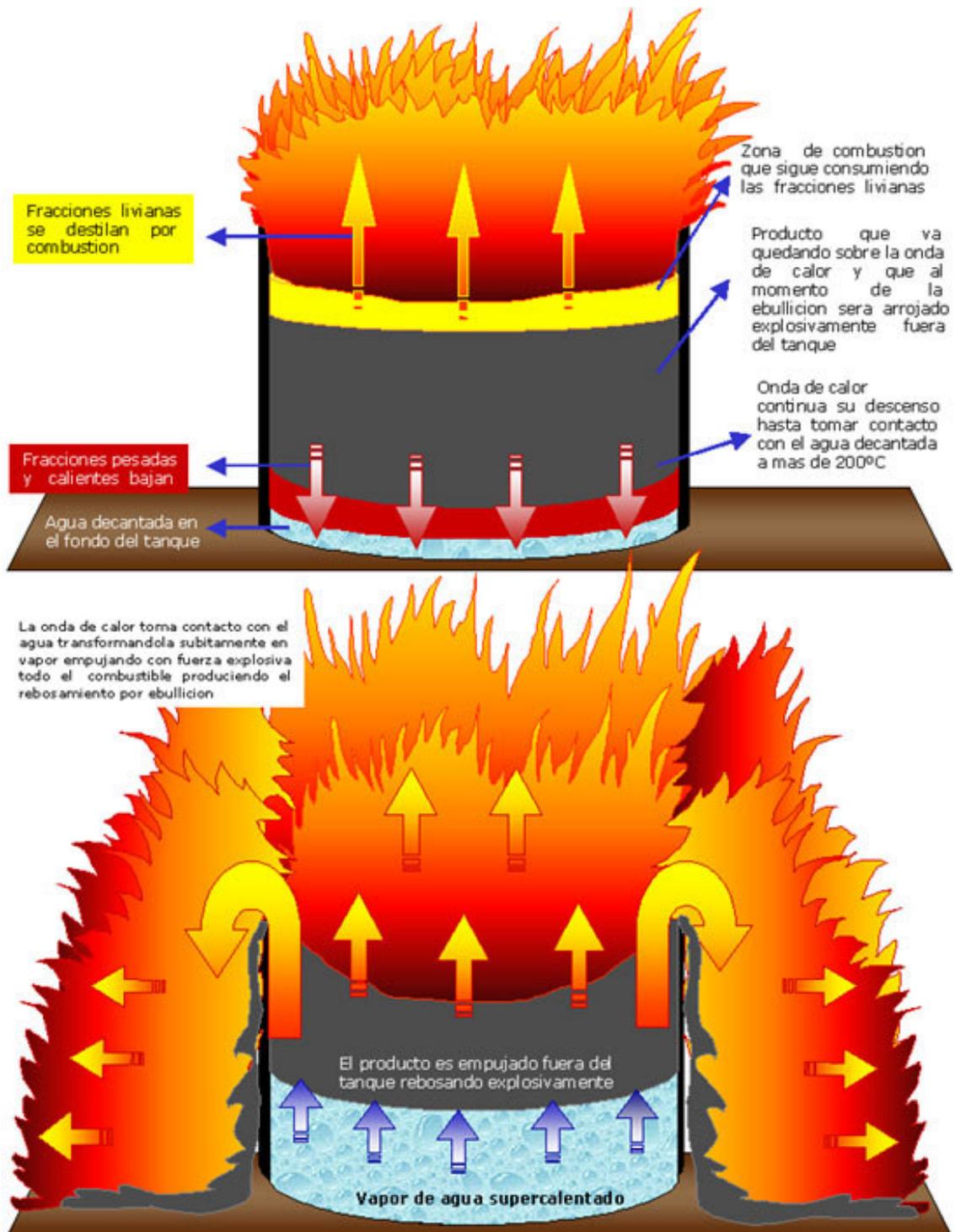
Los incendios en tanques de almacenaje se pueden dar de varias formas para este caso es decisivo que el techo haya volado a causa mayormente de la explosión inicial que dio lugar al incendio. En los tanques de techo fijo y cónico, esta parte es de suma importancia para las emergencias de incendio ya que los techos actúan como fusibles siendo la parte mas débil de toda su estructura.

2- Presencia de agua en estratos o capas del combustible y en el fondo del tanque.

El agua convive continuamente con el petróleo, forma parte del mismo y siendo mas pesada en los tanques de almacenaje siempre tendremos restos de agua decantada en el fondo. Pero también se forman en los estratos intermedios emulsiones de agua libre y petróleo, principalmente esto dependerá del trabajo que tuvo el deposito en tareas de llenado o bien de exportación; la agitación de los líquidos conforman estas emulsiones que son las que provocan inicialmente los slopover.

3- Desarrollo de la “onda de calor”, intercambio de capas frías por capas calientes.

Esta característica también es determinante, ya que en monoproductos es poco probable que se forme la onda de calor por no existir el intercambio de capas frías por capas calientes que conectivamente desciendan hasta contactar las emulsiones de agua o el agua decantada en el fondo del tanque. Pero en productos como el petróleo estos fenómenos se producen indefectiblemente, ya que el petróleo tiene en su composición fracciones livianas y fracciones pesadas, como se menciona. Las personas a cargo de dotaciones de Bomberos o Brigadistas Industriales que deban combatir incendios de tanques de almacenaje de petróleo deben dar por hecho que estos fenómenos se producirán. En consecuencia están obligados a tomar las medidas de seguridad, prevención y contingencia para evitar serios desastres y accidentes entre el personal. Para tener en cuenta la importancia y el papel determinante que tiene la onda de calor; un incendio en un tanque de petróleo a la vera de un camino en el estado de Texas, USA; los Bomberos habían extinguido el incendio y en momentos que creían haber finalizado se produjo el Boilover, porque? La onda de calor a pesar que en la superficie las llamas se extinguieron, continuo descendiendo en la intimidad del tanque y a través del producto hasta tomar contacto con el agua y rebosar todo el petróleo fuera del deposito, varios bomberos resultaron con quemaduras.



BOILOVER

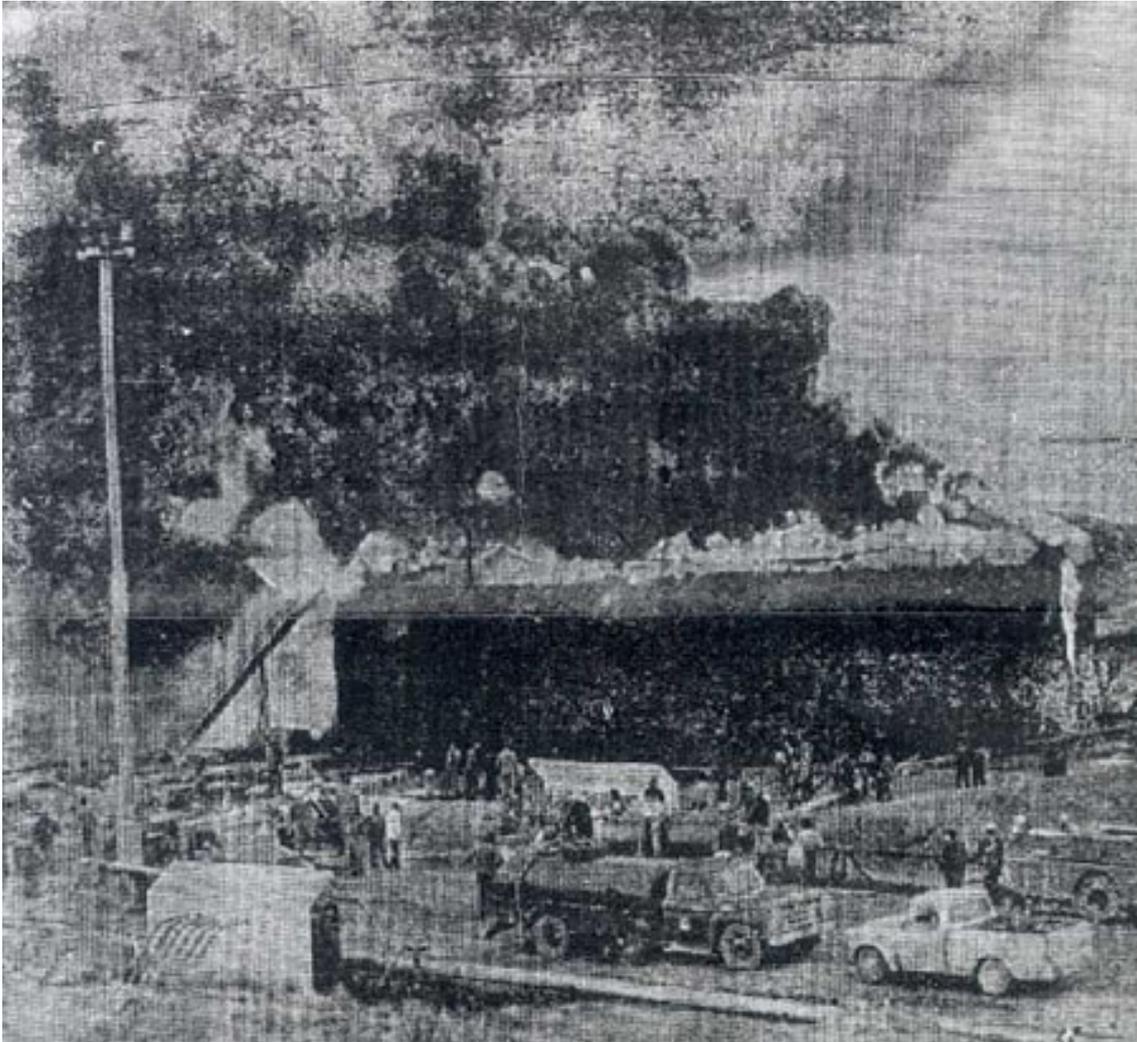
Los Boilovers pueden ocurrir de varias formas, no obstante se puede establecer un patrón en el proceso de la reacción pero no siempre debemos pensar que puede darse de esta forma.

Por ejemplo se han observado siniestros en los cuales antes del Boilover se produjeron hasta dos Slopover o rebosamientos superficiales (-1980-Caleta Córdova, provincia de Chubut, Argentina).

Como se menciona anteriormente la posibilidad de la producción de slopover va a depender del movimiento del fluido en el tanque, en consecuencia es una información vital que se debe constatar en la emergencia.

Caleta Cordova -Provincia de Chubut-Argentina -1980-

*Explosión-incendio-slopoover y boilover en el tanque 57 de petróleo de 8400 m³

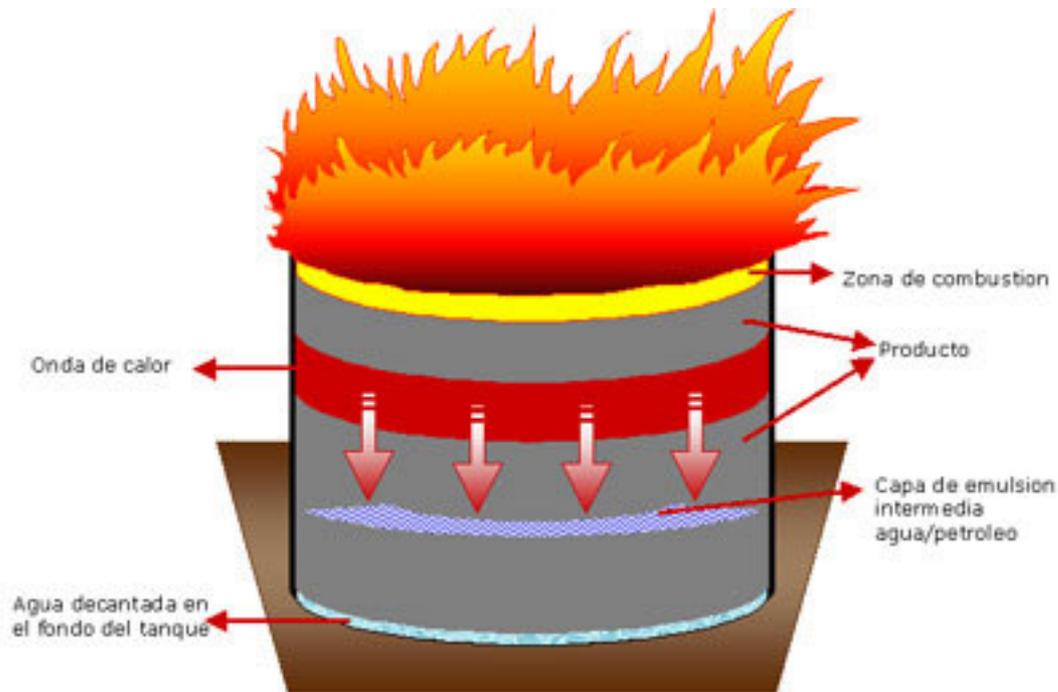


4-SLOPOVER (Rebosamiento superficial).

Este fenómeno tiene la misma mecánica de producción que el Boilover, y como se menciona se produce en líquidos combustibles como el petróleo que tiene varios componentes, unos livianos y otros mas pesados con distintas temperaturas de destilación.

Tras el incendio y el intercambio de capas frías por capas calientes que dan lugar a la formación de la onda de calor; esta puede encontrarse durante su descenso con estratos de agua o emulsión de agua / petróleo a distintas distancias debajo de la superficie; la onda convectiva toma contacto con estas capas de agua libre, produciendo un rebosamiento superficial con derrames parciales, sin grandes consecuencias de propagación. Este proceso se puede volver a repetir, en tal sentido los bomberos no

deben confiarse que se haya producido el Boilover, pues el incendio continua hasta la etapa que la onda de calor llega a contactar con el agua decantada en el piso del tanque de petróleo donde ahí se produce el boilover que es el fenómeno mas devastador.



4-SLOPOVER (Rebosamiento superficial) continuación.

Durante las tareas de extinción del incendio del buque tanque “Perito Moreno” en Dock-Sud, dársena de inflamables en el polo petroquímico de la ciudad de Avellaneda, Buenos Aires, Argentina al transcurrir unos cuatro días del comienzo del siniestro se produjo súbitamente el rebosamiento superficial que con intensa energía cruzo completamente el canal.

Todas las dotaciones de bomberos que estaban trabajando de ese lado tuvieron rápidamente que evacuar, el avance del fuego se freno en el muelle continuando la propagación hacia el final del canal reduciendo su intensidad a unos 300 metros aprox. destruyendo todo a su paso.

El slopover es un fenómeno que con ciertas condiciones puede ser tan destructivo como el Boilover, no así comparativamente en incendios de tanques de almacenaje.

Dock-Sud-Avellaneda-Provincia de Buenos Aires-Argentina 1984 *Explosión, incendio y slopover del buque tanque “Perito Moreno”, esta foto muestra el slopover al momento que se estaba produciendo; cruzando a la orilla contraria del canal e impactando contra el muelle, dos buques de apoyo con sus monitores intentando

combatirlo.



Foto Diario POPULAR de Avellaneda, Buenos Aires, ARGENTINA

5-FROTHOVER (Rebosamiento espumoso).

El Frothover se produce con una mecánica similar al Boilover y el Slopover, siempre se repite el mismo proceso que básicamente es el contacto del agua que queda decantada en los tanques de almacenaje con ondas de calor o con producto caliente a temperaturas superiores a los 100°C como lo es el caso del Frothover.

Este fenómeno es el rebosamiento de una espuma vapor / aceite que se esparce en torno al tanque, en el Frothover puede que debido a la temperatura y a la tensión de vapor del combustible tengamos presencia de llama o por la gran generación de vapor de agua se produzca una atmósfera inerte que no permita la formación de llamas.

El mismo se puede producir en mono-productos y productos con cierta viscosidad como ser aceites minerales y que en sus procesos puedan almacenarse a temperaturas elevadas, justamente por la característica de viscosidad como lo son por ejemplo los asfaltos, alquitranes etc.

En consecuencia el accidente puede ser debido a una mala maniobra de proceso y no a causa del incendio.

En el combate de incendios en general y particularmente siniestros industriales, existe una regla de oro que en el ambiente industrial que se conoce como el “Triangulo del éxito o el triunfo”.

En el “Triangulo del éxito” observamos los tres componentes principales de una respuesta acorde a las exigencias, bajo estrictas normas de seguridad y prevención de incidentes y accidentes.



Una Compañía que adopte este lineamiento va a estar en condiciones de enfrentar la ocurrencia de un siniestro con la responsabilidad que será superado y extinguido resguardando la vida de las personas e instalaciones.

El 24 de diciembre de 1989, una refinería en Baton Rouge, Louisiana (USA) a causa de un escape de gas se produjo una explosión seguida de incendio (esta se escuchó a más de 24 km, rompiendo los vidrios de las ventanas del Capitolio Estatal a unos 3 km.) provocó la voladura de la sala de bombas de incendio y una cañería troncal de incendio de 12 pulgadas, produciendo un voraz incendio que tomó unos 16 tanques de almacenaje con 18.9 millones de litros de aceite para calefacción y 3,5 millones de litros de aceite lubricante, más cañerías.

Gracias a la “previsión” de aplicar estos tres puntos fundamentales el incendio duró solo 15 horas, es considerado uno de los grandes siniestros ocurridos en parques de tanques con extinción exitosa, el Sr. Jerry Craft era el Jefe de Bomberos de la refinería y ese año fue distinguido con una mención especial en la International Industrial Fire World Expo de Houston, Texas (USA).

Jerry Craft decía: En el curso de estos años desarrollamos preplanes operativos para emergencias, esto hizo que nos sintiéramos bien debido a nuestra previsión, la inversión de tiempo, Bomberos bien entrenados, equipamiento adecuado y los planes de acción lograron rendir buenos resultados.

El Sr. J.Craft ya de un tiempo forma parte del Staff de la Compañía Williams Hazard and Fire Controls, especialistas en incendios industriales, su Presidente es el Sr. Dwight Williams, hijo del fallecido Less Williams creador de la tecnología “Hidrofoam” y tantas otras creaciones que revolucionaron el combate de grandes incendios industriales.

BOILOVER

Si en la programación de los Planes de Intervención Interna alguno de estos aspectos fundamentales no es tenido en cuenta, existen posibilidades que en su aplicación el fracaso sea inevitable con un posible alto costo “en vidas” e instalaciones.

En los siniestros ocurridos donde no se logró la extinción y se produjo el boilover, se han podido evaluar elementos que eran casi comunes en ellos; cuando los equipos y medios de combate son insuficientes (por la longitud de los chorros de espumógeno

“que no llegan”, “que son barridos por las corrientes ascendentes del incendio”, “que las bombas y sistemas de dosificación son inferiores a lo necesario”; “Siempre se intenta un acercamiento mas allá de lo razonable”, en consecuencia se arriesgo al personal inútilmente con el objetivo de ganar y sostener esa cabeza de playa con los equipos en las cercanías del tanque (hubo casos que el personal ingreso dentro del dique de contención para lograr un acercamiento) objetivo que nunca lograremos y que es altamente riesgoso.

Por estos motivos para desarrollar los planes de acción, debemos analizar y observar si con el personal y su entrenamiento, los equipos e instalaciones que cuenta la planta, mas los planes de acción estamos en condiciones de enfrentar una emergencia de estas características.

De este análisis resultaran los pasos que debemos tomar para que la respuesta sea segura y apropiada.

Como prioridad en estos siniestros es la extinción del incendio en la menor cantidad de tiempo que sea posible, la medida de tiempo con que contamos dependerá de la cantidad de combustible que contenga el tanque al momento del incendio, cuanto mas carga tenga mayor será la cantidad de tiempo que se disponga para organizar los medios y ponerlos en funcionamiento.

Porque hacemos referencia en primer termino a la medida de tiempo?

Porque es uno de los factores determinantes, sabiendo que aproximadamente la onda viaja a 1m/hora podemos llegar a tener una idea de cuanto tiempo disponemos para la extinción sin arriesgarnos y evitar que se produzca el boilover.

La “onda de calor” se formara y conforme se vaya realizando el intercambio de capas frías por capas calientes debido a la destilación por combustión, emprenderá su viaje en la intimidad del crudo lentamente hacia la parte inferior donde puede encontrar en su recorrido ya sea “emulsión de agua / petróleo” o bien el agua decantada en el fondo del mismo. Y justamente al tener mayor capacidad, mayor será el tiempo que demore en contactar el agua a altas temperaturas para producir vapor y generar los slopover o bien el boilover.

Por tales motivos en estos siniestros la prioridad nº “0” es organizar los medios de extinción y la prioridad nº1 los medios de protección y enfriamiento o ambos en operaciones simultaneas.

Se debe extinguir correctamente para evitar que la onda de calor tenga contacto con el agua, no obstante se han registrado casos de tanques completamente extinguidos, en momentos que los bomberos estaban levantando el material se produjo el Boilover, que ocurrió?. El hecho en si es que el fuego fue extinguido en la superficie del tanque, pero la onda de calor continuo su viaje, en el exterior el aspecto era de un incendio extinguido, en el interior la onda de calor tomo contacto a altas temperaturas con el agua produciendo el Boilover, ocasionando serias quemaduras algunos bomberos y provocando el abandono y evacuación de la zona rápidamente, este es otro factor a tener en cuenta para no descuidarse.

Observación de las señales externas en la onda de calor.

La destrucción y decoloración de las virolas de chapa de las paredes nos orientan a que distancia se puede encontrar viajando la onda de calor.

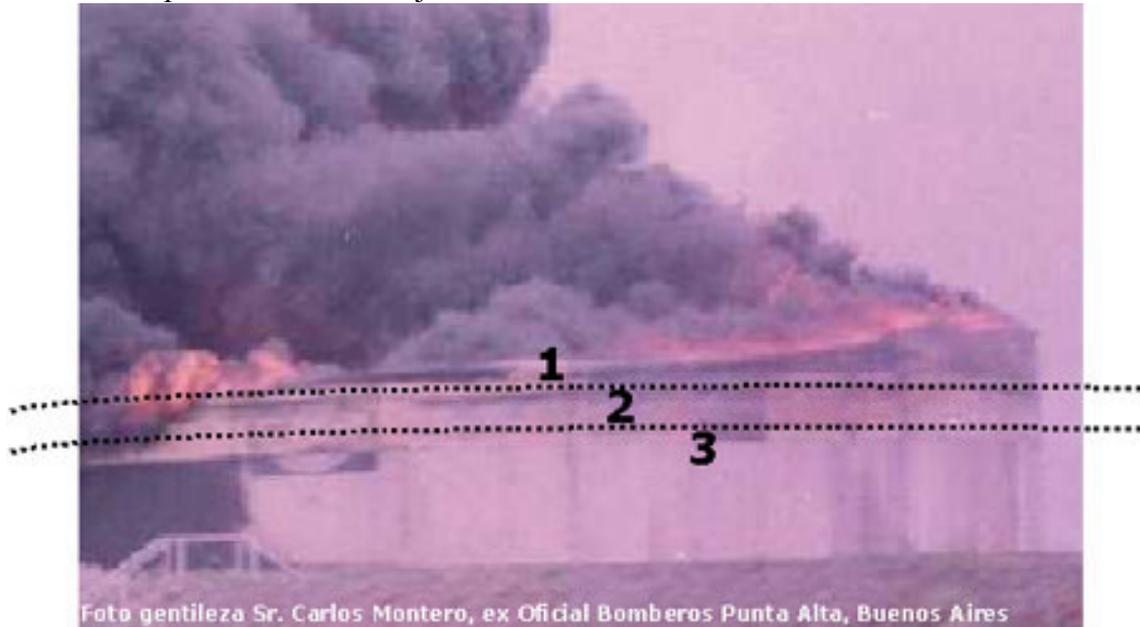


Foto gentileza Sr. Carlos Montero, ex Oficial Bomberos Punta Alta, Buenos Aires

- 1- zona de combustion a partir de la superficie del liquido, desciende 30cm/hora aprox.
- 2- zona de liquido a gran temperatura
- 3- zona de avance de la onda de calor mayormente es un descoloramiento por alta temperatura sin llegar a quemarse.



Foto gentileza Sr. Carlos Montero, Punta Alta, Buenos Aires

También para comprobar la temperatura que se va transmitiendo a la chapa envolvente del tanque, y dependiendo de sus dimensiones y la magnitud del incendio, consta en posicionar monitores que proyecten chorros directos de agua a la chapa y comprobar su grado de evaporación, ese indicio podrá servir para comprobar a que altura se encuentra la onda de calor y que distancia la separa del fondo del tanque; esta maniobra no es aconsejable si no se cuenta con equipos monitores que por su performance puedan proyectar chorros de agua a grandes distancias, “nunca reemplazar la falta de aplicación en distancia por el acercamiento de los bomberos”.

Una opción actual es el uso de cámaras de detección termal, estos sistemas modernos, que se están incrementando en su uso para las operaciones bomberiles.

Estos equipos brindan una lectura acertada de la ubicación de las distintas capas calientes sobre la pared del tanque, mediante una imagen termal.



"EVOLUTION 4000"
MARCONI



"ARGUS 2"
MSA



"VIPER"
CAIRNS



"MAGNUS"
RAYTHEON

En incendios de tanque de almacenaje de petróleo debemos tener en cuenta algunos aspectos importantes:

- 1) Si en la zona al momento del incendio había trabajadores - A los efectos de organizar la búsqueda y el rescate.
- 2) Estado o situación operativa del tanque - En que condiciones operativas se encuentra y que cantidad de crudo contiene, como se menciona anteriormente el nivel del líquido se identificara fácilmente ya que la superficie en llamas quemara y comenzara a castigar las paredes con lo que esto brindara una notable diferencia.
- 3) Información, esquemas, planos del lugar, de instalaciones - Toda esta información es parte del componente principal de los Planes de Acción y Los planes de Intervención Interna, en base a esta información se organizara la respuesta a la emergencia.
- 4) Sistema de aprovisionamiento de agua - Instalaciones fijas para tomas de auto bombas, sistemas de protección y enfriamiento para instalaciones en riesgo, caudales y presiones de la red, capacidad de almacenaje y reserva. Esta información es vital principalmente en plantas que por su ubicación no cuentan con fuentes de abastecimiento en grandes cantidades y dependen solamente de

la capacidad de almacenaje que en algunos casos puede ser de 3000 a 6000 metros cúbicos.

5) Equipamiento y suministros a disposición -

Cantidad y tipo de agentes espumógenos, líneas de mangueras y conductos, monitores de gran caudal, boquillas y pitones sean para tareas aplicación de espuma o bien enfriamiento y protección a otras instalaciones con agua. Dentro del tiempo que se cuenta para armar el ataque a las instalaciones incendiadas es importante que las personas a cargo estimen correctamente los equipos y suministros a utilizar, ya que las maniobras que resulten en fracaso son duros golpes. En consecuencia un ataque infructuoso, sin resultados puede desembocar en serios riesgos para las personas e instalaciones. Una vez que se comiencen las tareas de extinción se deben mantener hasta lograr la extinción total del tanque, no se pueden suspender o detener pues todos los esfuerzos invertidos en la tarea irreversiblemente se perderán.

6) Planes de intervención -

La planificación de las maniobras, tácticas y estrategias es el eje vital para llevar a cabo las operaciones de lucha contra incendios, teniendo en cuenta la ayuda externa en las distintas especialidades, estos planes deben ser practicados y revisados para que se mantengan actualizados y acorde a las reales necesidades.