

# CLIMA EXTREMO, CONSECUENCIAS EXTREMAS: INVESTIGACIÓN DE LA CSB DE LAS INSTALACIONES DE ARKEMA EN CROSBY Y EL HURACÁN HARVEY



Junta de Investigación de Riesgos y Seguridad Química de los EE.UU.

## Resumen Ejecutivo

**E**l 31 de agosto de 2017, se suscitó un incendio en las instalaciones de Arkema en Crosby, Texas, cuando los peróxidos orgánicos refrigerados se descompusieron después de los efectos del huracán Harvey. El incendio comenzó después de que los vapores de la instalación atravesaran una carretera pública y veintiún rescatistas de emergencia buscaran atención médica debido a la exposición a los vapores generados por el producto en descomposición. Debido a los esfuerzos de rescate, los funcionarios decidieron mantener esta carretera abierta a pesar de la zona despejada de evacuación de 1.5 millas alrededor de las instalaciones de Arkema; sin embargo, esta se cerró después de que comenzó el primer

incendio. Durante los días siguientes, un segundo incendio y una quema controlada consumieron ocho remolques restantes que contenían el producto de peróxido orgánico a temperatura baja de Arkema.

En el transcurso de los tres incendios, más de 350.000 libras de peróxido orgánico hicieron combustión. Como resultado, más de 200 residentes que habitan a menos de 1.5 millas de la instalación evacuaron y no pudieron regresar a sus casas antes de una semana.

Aunque las instalaciones de Arkema Crosby se encuentran dentro de las llanuras pluviales con periodos de retorno de 100 y 500 años, las extensas inundaciones por fuertes lluvias excedieron las elevaciones

de diseño del equipo y causaron que la planta perdiera la energía principal, la energía de respaldo, los sistemas críticos de refrigeración de peróxido y los remolques refrigerados de respaldo fueron necesarios para mantener el peróxido orgánico a bajas temperaturas. Esta inundación también obligó a todos los empleados de Arkema a evacuar la instalación.

El incidente en la planta Arkema Crosby se desarrolló durante doce días, desde el 24 de agosto de 2017 hasta el 4 de septiembre de 2017. La Figura 1 muestra un resumen de la línea de tiempo del incidente. Este incidente se puede separar en tres fases principales:

- Los preparativos de Arkema para el

## Cronología relacionada con los incendios de la planta química de Arkema Inc.

# 2017



Figura 7. Vista general de la línea de tiempo para el incidente en las instalaciones de Arkema Crosby.

# CLIMA EXTREMO, CONSECUENCIAS EXTREMAS: INVESTIGACIÓN DE LA CSB DE LAS INSTALACIONES DE ARKEMA EN CROSBY Y EL HURACÁN HARVEY



Junta de Investigación de Riesgos y Seguridad Química de los EE.UU.

huracán Harvey antes y en las etapas iniciales del huracán;

- Los esfuerzos de la brigada de evacuación de Arkema para mantener los productos orgánicos de peróxido a baja temperatura durante la inundación para evitar la descomposición y la combustión; y
- Las actividades de respuesta a emergencias después de una gran inundación obligan al personal de Arkema a evacuar la instalación y una serie de tres incendios consume más de 350.000 libras de productos de peróxido orgánico.

## Vista General del Incidente

### Preparativos para el huracán Harvey

El miércoles 23 de agosto de 2017 se confirmó que el huracán Harvey impactaría la costa central y alta de Texas y probablemente se detendría en el sureste de Texas. Los meteorólogos proyectaron que la tormenta tocaría tierra el viernes 25 de agosto de 2017, con fuertes lluvias de 12 a 20 pulgadas en gran parte de Texas, con algunas áreas que recibiendo hasta 30 pulgadas durante el desarrollo del huracán. En previsión para el huracán Harvey, el personal de la planta de Arkema Crosby comenzó a prepararse a pesar de que no esperaban estar en el camino directo de la tormenta.

La planta de Arkema Crosby tenía un plan escrito de preparación para huracanes que detallaba cómo el sitio planeaba proteger a los trabajadores y la propiedad antes, durante y después del huracán. El jueves 24 de agosto de 2017, el personal de



Hacia la derecha desde la parte superior: Vista superior de la instalación que indica la ubicación de generadores y transformadores. Derecha, abajo-izquierda, medio-izquierda; depósito de baja temperatura.



Arkema decidió que la planta debía estar lista en caso de que el huracán afectara las instalaciones de Crosby. Con base en la experiencia colectiva de los empleados de las instalaciones de Arkema Crosby, la cantidad pronosticada de nivel de lluvia probablemente inundaría los caminos circundantes y requeriría la activación de

# CLIMA EXTREMO, CONSECUENCIAS EXTREMAS: INVESTIGACIÓN DE LA CSB DE LAS INSTALACIONES DE ARKEMA EN CROSBY Y EL HURACÁN HARVEY



Junta de Investigación de Riesgos y Seguridad Química de los EE.UU.



Incendio químico en Arkema, Inc.

una “brigada de evacuación”. La brigada de evacuación permanecería en el lugar porque otros trabajadores tendrían dificultades para llegar o salir de la instalación. Ninguno de los empleados de Crosby, sin embargo, anticipó la cantidad de lluvia o el nivel de inundación, o el potencial de daños catastróficos que podría ocasionar. Los empleados con décadas de experiencia en la operación de la planta esperaban inundaciones ligeras en las instalaciones, pero no lo suficiente como para afectar los sistemas de seguridad.

Según el plan de huracanes, el viernes 25 de agosto de 2017, Arkema detuvo la producción y tomó varias precauciones para prepararse para la tormenta. Estas precauciones incluían asegurar materiales sueltos que podrían volarse o causar daños debido a los fuertes vientos, elevar el equipo portátil para mantenerlo fuera de las aguas de inundación, conseguir un bote y un monta cargas que pudieran funcionar

en las aguas de la inundación, plataformas de arena y otros equipos, y garantizar los niveles de reserva de combustible. Además, la planta de Arkema Crosby activó su brigada de evacuación y Arkema luego activó su “equipo de crisis” corporativo para enfrentar los posibles impactos del huracán en todas las instalaciones de Arkema en el área del golfo.

## Reubicación de peróxidos orgánicos

Todos los peróxidos orgánicos fabricados y almacenados en las instalaciones de Arkema Crosby pueden descomponerse y arder si no se mantienen por debajo de las temperaturas críticas, conocidas como temperaturas de descomposición Autoacelerada (SADT). Esto significaba que los peróxidos orgánicos ubicados en los depósitos de baja temperatura, que se mantienen a temperaturas de hasta menos 20 grados Fahrenheit, tendrían que trasladarse a otras áreas refrigeradas para mantener las bajas temperaturas en caso

de tener pérdida de energía eléctrica y los depósitos de baja temperatura no pudieran proporcionar la refrigeración.

Cuando el Huracán Harvey se detuvo en Houston y cantidades de lluvia sin precedentes comenzaron a caer en la zona, y los niveles de agua aumentaban en las instalaciones de Arkema Crosby, la brigada de evacuación monitoreaba el estado de la planta. A medida que avanzaba la tormenta, se hizo evidente que si el agua continuaba subiendo, la brigada de evacuación necesitaría desactivar el equipo eléctrico de manera proactiva para evitar cortocircuitos debido al aumento del agua. Sin embargo, con base en su experiencia, la brigada de evacuación aún creía que el evento sería manejable y que el huracán solo afectaría mínimamente la seguridad en la instalación.

El domingo 27 de agosto de 2017, el Centro Nacional de Huracanes anunció: “Harvey continúa avanzando por el sureste de Texas, donde está produciendo lluvias catastróficas que amenazan la vida”.

El domingo en la madrugada se presentaron grandes inundaciones por lo que de manera preventiva la brigada de evacuación desconectó la energía de varios de los depósitos de almacenamiento de peróxido orgánico refrigerado (“depósitos de baja temperatura”) antes de que el nivel de agua en aumento llegara a los equipos eléctricos.

El domingo por la tarde, algunas partes de la planta de Crosby tenían cuatro pies de agua

# CLIMA EXTREMO, CONSECUENCIAS EXTREMAS: INVESTIGACIÓN DE LA CSB DE LAS INSTALACIONES DE ARKEMA EN CROSBY Y EL HURACÁN HARVEY



Junta de Investigación de Riesgos y Seguridad Química de los EE.UU.

estancada. A medida que el nivel del agua aumentaba, este afectó el funcionamiento de los sistemas de refrigeración de los depósitos de baja temperatura y los trabajadores comenzaron a mover los peróxidos orgánicos a los remolques refrigerados ubicados en el sitio. Incluso cuando la mitad de los depósitos de baja temperatura se habían apagado manualmente debido a los crecientes niveles de la inundación, la brigada seguía creyendo que quedaba suficiente espacio de almacenamiento en los depósitos de baja temperatura y en los remolques refrigerados para evitar la combustión de peróxidos orgánicos, porque no creían que se perdería otro depósito. Cuando los remolques refrigerados se llenaron con el contenido de los depósitos fríos, se trasladaron a un lugar más alto en la instalación donde podían seguir operando y mantener fríos los peróxidos orgánicos.

Luego continuaron las fuertes lluvias y los niveles de agua en el sitio siguieron aumentando. Los trabajadores continuaron desconectando la energía de más depósitos de bajas temperaturas, lo que les exigía trasladar el peróxido orgánico a otros lugares. El domingo en la noche, obligados por el aumento en el nivel de las aguas, los trabajadores desconectaron la electricidad de todos los depósitos de baja temperatura, excepto uno, y movieron los peróxidos orgánicos a los remolques refrigerados. Al finalizar el día lunes, había seis remolques refrigerados ubicados en “niveles elevados” de las instalaciones, a veces conocidos como el patio de descanso.



*Transformadores en la instalación.*

A las 2:00am del lunes, agosto 28 del 2017, las aguas de la inundación alcanzaron los transformadores eléctricos principales de la planta y se perdió la electricidad en todos los edificios del sitio. Los generadores de respaldo se activaron automáticamente, pero los altos niveles de agua obligaron a los trabajadores a apagarlos por su seguridad. Como resultado, el último depósito de baja temperatura perdió la energía.

A lo largo del día el lunes, el equipo utilizado para mover los remolques refrigerados y las estibas de peróxido orgánico comenzó a fallar ya que los altos niveles de agua afectaron los componentes eléctricos de los montacargas y las mulas de patio usadas en las instalaciones. En este punto, la brigada de evacuación no pudo mover los remolques refrigerados a un área de mayor elevación en las instalaciones y ya no pudo levantar las estibas de peróxido orgánico. El nivel de agua en la planta alrededor de los depósitos de baja temperatura alcanzaba la altura del pecho de los trabajadores, lo que dificultaba que los miembros de la brigada de evacuación se desplazaran por el lugar.

Al final del día lunes, los trabajadores trasladaban manualmente los contenedores pequeños de peróxido orgánico restantes, unos 2.160 en total,

al último remolque refrigerado que quedaba desde el último depósito de baja temperatura que había perdido energía. En ese momento, los trabajadores habían movido casi 10.500 contenedores (más de 350.000 libras) de producto en nueve remolques refrigerados. Tres de esos remolques, que contenían más de 4.000 contenedores, no podían llevarse al área de mayor elevación debido a las inundaciones y ahora corrían peligro de perder refrigeración cuando las aguas de la inundación comenzaran a desbordarse en sus tanques de combustible.

El personal corporativo de Arkema determinó que si los remolques refrigerados perdían la energía, los productos dentro llegarían a su TDA en unos pocos días y se incendiarían. Arkema alertó al personal local de emergencia acerca de esta situación.

En la mañana del martes 29 de agosto de 2017, Arkema solicitó que los servicios de emergencia evacuaran a la brigada de evacuación. Después de la evacuación, los servicios de emergencia implementaron una zona de evacuación de 1.5 millas alrededor de la instalación con base en el modelo realizado que suponía que los remolques refrigerados podrían incendiarse.

## **Actividades de Respuesta a Emergencias**

Si bien se estaba haciendo evidente que habría un incidente químico reactivo en las instalaciones de Arkema Crosby y los equipos de respuesta de emergencia estaban lidiando con esa eventualidad,

# CLIMA EXTREMO, CONSECUENCIAS EXTREMAS: INVESTIGACIÓN DE LA CSB DE LAS INSTALACIONES DE ARKEMA EN CROSBY Y EL HURACÁN HARVEY



Junta de Investigación de Riesgos y Seguridad Química de los EE.UU.

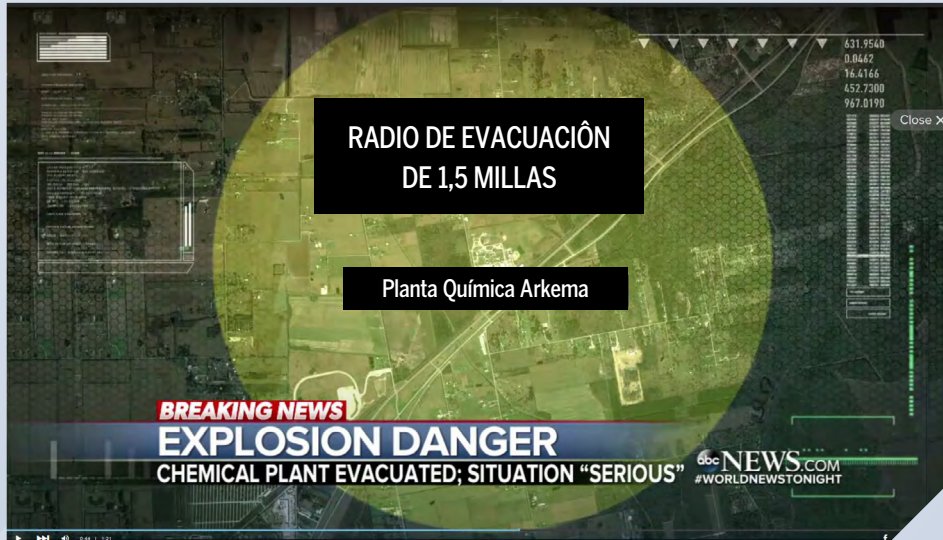


Gráfico de ABC News del radio de evacuación.

el esfuerzo masivo de respuesta a emergencias que se ocupaba del huracán

Harvey se mantuvo en marcha. A medida que el huracán y las inundaciones posteriores se trasladaban desde el área de Houston en dirección este hacia la región de Beaumont, el personal de emergencias tuvo que reubicarse. Las precipitaciones de la tormenta inundaron partes de la carretera interestatal 10, dejando a la autopista 90 hacia el este, que atravesaba la zona de evacuación del incidente de Arkema Crosby, como la mejor ruta para mover recursos.

Debido a esta restricción y la importancia de desplazar al personal y los equipos donde eran necesarios, los funcionarios del Condado de Harris mantuvieron abierta la carretera 90 hacia el este, incluso al tiempo que mantenían el resto de la zona de evacuación, lo que incluía el cierre del lado oeste de la carretera 90 debido a las inundaciones. El personal de emergencia se

preparó para bloquear la carretera en caso de que uno de los remolques refrigerados comenzara a arder.

El miércoles 30 de agosto de 2017, justo antes de la medianoche, se informó de lo que parecía ser humo blanco procedente de las instalaciones de Arkema y que se desplazaba a través de la carretera 90, directamente al sur de la planta. Dos policías asignados para vigilar el perímetro de la zona de exclusión informaron que atravesado con su vehículo la misma nube de humo que provenía de las instalaciones de Arkema mientras conducían hacia el este por la carretera 90 para responder a una llamada de auxilio de un residente. Después de informar sobre la nube de humo blanco, los servicios de emergencia cerraron la carretera 90.

Siguiendo el informe de la nube de humo blanco, dos miembros del Departamento de Bomberos Voluntarios de Crosby

fueron enviados a las instalaciones de Arkema para evaluar la escena. Al llegar a la escena, estos voluntarios no vieron una nube blanca ni otro signo de descomposición del peróxido orgánico en el sitio. El Comando Unificado también revisó los datos de telemetría provistos por Arkema, incluidas las lecturas de temperatura en algunos de los remolques, mostrando que las temperaturas en tres de los remolques refrigerados estaban por encima de la TDAA estimada. Sin embargo, no todos los remolques podían proporcionar estos datos, y los remolques que enviaban datos solo medían la temperatura del aire dentro del remolque, no la temperatura de los productos de peróxido orgánico. El Comando Unificado también revisó los datos de telemetría provistos por Arkema, incluidas las lecturas de temperatura en algunos de los remolques. Con base en esta información y la necesidad de mantener la Carretera 90 en dirección este abierta durante el mayor tiempo posible, los servicios de emergencia reabrieron la carretera.

Uno de los policías que condujo a través de la nube informó a otros policías que había grabado el paso a través de la nube con la cámara de la consola de su vehículo. Otros tres policías condujeron sus vehículos hacia el este por la autopista 90 para verificar con el oficial y revisar la grabación de la cámara de la consola. Cuando pasaron por las instalaciones de Arkema, los tres oficiales también condujeron sus vehículos a través de la misma nube de humo.

# CLIMA EXTREMO, CONSECUENCIAS EXTREMAS: INVESTIGACIÓN DE LA CSB DE LAS INSTALACIONES DE ARKEMA EN CROSBY Y EL HURACÁN HARVEY



Junta de Investigación de Riesgos y Seguridad Química de los EE.UU.

Los tres oficiales de la policía poco después empezaron a reconocer que pudieron haber estado expuestos a sustancias químicas al conducir a través de la misma nube de humo blanco procedente de las instalaciones de Arkema Crosby. Ese hecho, combinado con el hecho de que todos los caminos cercanos estaban inundados, y el deseo de obtener atención médica inmediata, llevó a los oficiales de la policía a conducir hacia el oeste por la carretera 90 hacia el puesto de mando.

Los cinco oficiales de policía comenzaron a conducir por la carretera 90. Mientras estos cuatro vehículos de policía viajaban por la carretera 90, los cinco oficiales

en el interior quedaron expuestos a una nueva nube de humo negro procedente de las instalaciones de Arkema Crosby. Para cuando llegaron al extremo sur de la zona de exclusión, los oficiales informaron haber experimentado náuseas, dolores de cabeza, dolor de garganta y ojos irritados y con picazón. Otros rescatistas de emergencia examinaron a los oficiales de la policía, que se quejaban de la exposición y enjuagaron la piel expuesta con agua.

Cuando los oficiales llegaron al puesto de mando de avanzada le dijeron a los servicios de emergencia localizados allí lo que habían experimentado. Los funcionarios de respuesta de emergencia del Condado de Harris cerraron los viajes en ambas direcciones de la Carretera 90. A medida que avanzaba la noche, los



*Imagen anterior: Remolque refrigerado. Imagen superior derecha: Mecanismo de refrigeración al frente del remolque. Primera foto: Tanques de combustible Diesel para el remolque refrigerado, ubicado en la parte inferior del mismo.*

peróxidos orgánicos en uno de los nueve remolques refrigerados continuaron descomponiéndose y se incendiaron.

Al día siguiente, viernes 1 de septiembre de 2017, aproximadamente a las 5:00 PM, otros dos remolques refrigerados hicieron ignición y se incendiaron. En este punto, los tres remolques refrigerados que no pudieron moverse debido a las altas aguas se habían quemado todos, dejando los seis remolques refrigerados ubicados en la parte alta todavía sin quemar.



A medida que la evacuación continuaba, los residentes comenzaron a expresar la preocupación sobre la imposibilidad de llegar a sus hogares para revisar sus casas y recoger sus pertenencias.

Cuando se hizo evidente que podría llevar días o semanas para que los remolques restantes se incendiaran, el personal de atención de emergencias idearon un plan para realizar una quema controlada del resto de los remolques.

El domingo 3 de septiembre de 2017, los socorristas ingresaron al sitio y realizaron una combustión controlada de los seis remolques refrigerados restantes.

Una vez que los incendios se extinguieron, los servicios de emergencia levantaron la zona de evacuación, lo que permitió a los residentes regresar a sus hogares. La autopista 90 permaneció cerrada al tráfico hasta que todo se despejó el 4 de septiembre de 2017.

# CLIMA EXTREMO, CONSECUENCIAS EXTREMAS: INVESTIGACIÓN DE LA CSB DE LAS INSTALACIONES DE ARKEMA EN CROSBY Y EL HURACÁN HARVEY



Junta de Investigación de Riesgos y Seguridad Química de los EE.UU.



Almacén después de explosión.

## Hallazgos

**Los primeros tres remolques incendiados** en dos eventos separados en las instalaciones de Crosby cuando los peróxidos orgánicos que requieren almacenamiento a baja temperatura perdieron refrigeración, se descompusieron y se quemaron. Los peróxidos orgánicos son productos químicos reactivos que son inherentemente inestables. Esta inestabilidad requiere precauciones especiales de almacenamiento y manipulación para evitar que se descompongan y produzcan calor y subproductos. Los peróxidos orgánicos se descomponen continuamente, a una velocidad basada en la temperatura del producto. Una propiedad de seguridad del peróxido orgánico importante es la temperatura de descomposición autoacelerada (TDAA). Algunos peróxidos orgánicos deben almacenarse a baja temperatura a fin de limitar la velocidad de descomposición a un nivel seguro. Las empresas deben asegurarse de contar con salvaguardias suficientes para mantener los peróxidos orgánicos por debajo de su TDAA.

Arkema tenía sistemas de seguridad múltiples para garantizar que los peróxidos orgánicos se mantuvieran limpios y no llegaran a la TDAA. Las capas de protección fueron: sistemas de refrigeración redundantes en los depósitos de baja temperatura; generadores de emergencia para proporcionar energía en caso de que un depósito de baja temperatura perdiera energía; nitrógeno líquido para enfriamiento alternativo; y remolques refrigerados para almacenar temporalmente el peróxido orgánico. Estas capas de protección identificadas en el análisis de riesgos de proceso (PHA) de Arkema fracasaron durante el huracán Harvey debido a un modo común de falla. La misma inundación que causó que la instalación perdiera energía eléctrica también comprometió los generadores de emergencia de respaldo, el sistema de nitrógeno líquido y los remolques refrigerados utilizados para albergar temporalmente los productos de peróxido orgánico.

## Conciencia de inundación

**Los mapas de tarifas de seguro** de inundación de EMA y los estudios de

seguros contra inundaciones proporcionan información importante sobre el riesgo de inundación. La instalación de Arkema Crosby se construyó antes de que se hicieran mapas de inundaciones o estudios del área. El primer mapa de inundación para el área que abarca la instalación Arkema Crosby, encontrado por la investigación de la CSB, se emitió en 1985. Este mapa mostró que la instalación tenía un riesgo mínimo de inundación. La FEMA publicó una revisión significativa del mapa de tarifas de seguros contra inundaciones correspondiente en 2007. Esta revisión estableció que toda la instalación de Arkema Crosby se encontraba dentro de una llanura de inundación. Algunas partes de la instalación se encuentran en la llanura inundable de periodo de retorno de 100 años y las áreas restantes del sitio están en la llanura inundable de periodo de retorno de 500 años. Aunque un informe de septiembre de 2016 de la aseguradora de Arkema, FM Global, identificó riesgo de inundación en las instalaciones de Crosby, incluidas estas designaciones de llanuras aluviales, aparte de un administrador de instalaciones pasado, los empleados de las instalaciones de Arkema Crosby parecían desconocer esta información. Además, aunque las regulaciones federales de seguridad de procesos requieren que las compañías recopilen información de la seguridad en los procesos, los mapas de seguro de inundación y estudios relacionados no se identifican específicamente como información de seguridad en los procesos requerida. La investigación de la CSB reveló que otras compañías también pueden desconocer

# CLIMA EXTREMO, CONSECUENCIAS EXTREMAS: INVESTIGACIÓN DE LA CSB DE LAS INSTALACIONES DE ARKEMA EN CROSBY Y EL HURACÁN HARVEY



Junta de Investigación de Riesgos y Seguridad Química de los EE.UU.



Restos de refrigeradores en el patio de descanso.

el riesgo potencial de inundación para identificar los riesgos de seguridad en los procesos en sus instalaciones.

## Política de PHA de Arkema

**E**l equipo de la compañía que realizó el PHA del depósito de baja temperatura para las instalaciones de Crosby no documentó ningún riesgo de inundación. Además, ninguna de las medidas preventivas de Arkema para la falla de energía eléctrica cumplió con los estándares de la compañía o la industria para analizar capas de protección independientes para la inundación de nivel Harvey. Dadas las limitadas directrices de la industria sobre inundaciones, no está claro si eso habría brindado suficiente información para especificar niveles de acción suficientemente la orientación para las empresas sobre cómo abordar los riesgos de inundación estaba disponible en varias fuentes diferentes, incluido el Centro para la Seguridad de Procesos Químicos y la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. Sin embargo,

esta directriz es demasiado genérica o no requiere precauciones suficientemente conservadoras que hubieran ayudado a Arkema a prevenir este incidente. Por ejemplo, esta guía no requería elevar el equipo crítico a niveles que hubieran evitado que las aguas de inundación impactaran los sistemas de seguridad en las instalaciones de Arkema Crosby. Con base en este tipo de defectos, se necesita una guía más robusta de la industria para ayudar a las instalaciones químicas de alto riesgo a prepararse mejor para los eventos climáticos extremos.

## Historia de las inundaciones en Arkema

**A**unque la instalación de Crosby tenía un historial de inundaciones en los últimos 40 años, los empleados no podían recordar aguas de inundación de más de dos pies antes del huracán Harvey, que causó al menos cuatro pies de agua de inundación en la instalación.

Sin embargo, al determinar el riesgo

de eventos de inundación de 100 o 500 años de periodos de retorno, la experiencia individual de los empleados es insuficiente para determinar el nivel de riesgo. Por ejemplo, los empleados de más experiencia en las instalaciones de Arkema Crosby identifican a la tormenta tropical Allison en 2001 como una referencia de altos niveles de inundación para el sitio. Los registros de inundaciones, sin embargo, sugieren que las precipitaciones del Huracán Rosa en 1994 e incluso una tormenta sin nombre en 2015 produjeron inundaciones más importantes en el sitio de Crosby. Dado que las regulaciones federales de seguridad en los procesos solo requieren que las compañías retengan datos de incidentes por cinco años, las compañías deben desarrollar sistemas para retener información clave resumida de incidentes que documente mejor sus riesgos de eventos históricos de seguridad en los procesos, incluyendo inundaciones, que tienen poca probabilidad de ocurrir pero amenazan un alto grado de posibles consecuencias de salud y seguridad.



# CLIMA EXTREMO, CONSECUENCIAS EXTREMAS: INVESTIGACIÓN DE LA CSB DE LAS INSTALACIONES DE ARKEMA EN CROSBY Y EL HURACÁN HARVEY



Junta de Investigación de Riesgos y Seguridad Química de los EE.UU.

## Eventos de inundación extrema

**E**l huracán Harvey provocó inundaciones por encima de la elevación de la llanura inundable de 500 años. Si bien este nivel de inundación no tenía precedentes en el área, se habían producido inundaciones extremas con regularidad. Desde 1994, el indicador de agua más cercano a la instalación de Crosby registró tres eventos de inundación de periodo de retorno de 100 años y el huracán Harvey, un evento de inundación de periodo de retorno de 500 años. En los últimos años, las inundaciones por eventos extremos de lluvia han aumentado y de acuerdo con un informe de la EPA de 2015, se prevé que esta tendencia continúe, lo que resulta en un mayor riesgo de inundación en muchas partes de los Estados Unidos. Además, las proyecciones futuras muestran que Texas lidera a la nación en potencial de daños relacionados con la inundación.

## Esfuerzos de evacuación

**L**a carretera 90 pasaba adyacente a la instalación de Crosby y dividió en dos la zona de evacuación. Permaneció abierta al tráfico hacia el este incluso después de que los funcionarios de respuesta de emergencia establecieron la zona de evacuación. Haber mantenido abierta la carretera 90 permitió que los socorristas pudieran viajar dentro de la proximidad de la planta incluso después de que comenzara el primer incendio. Esta decisión dio como resultado que al menos 21 personas informaron estar expuestas a productos de descomposición y humo de los remolques refrigerados en

combustión y los peróxidos orgánicos. El personal de emergencia tenía opciones limitadas disponibles para facilitar el transporte crítico ya que la Carretera 90 era importante para la respuesta más grande del Huracán Harvey. Sin embargo, cuando el primer oficial de policía reportó una nube blanca de humo, los rescatistas no debieron haber reabierto la carretera 90 hasta que confirmaron que no había combustión, a pesar de las indicaciones contrarias de datos de telemetría provenientes de los remolques que contenían los peróxidos orgánicos que no mostraban señales de combustión.

## Lecciones clave - Orientación de la industria

La CSB ofrece las siguientes lecciones clave para empresas con instalaciones de fabricación, manipulación o almacenamiento de productos químicos ubicadas en áreas que son susceptibles a eventos climáticos extremos, como inundaciones.

- Las instalaciones deberían realizar un análisis para determinar a qué eventos meteorológicos extremos potenciales son susceptibles. Los mapas de inundación deben evaluarse para determinar si cualquier porción se encuentra dentro de la llanura inundable de periodos de retorno de 100 o 500 años. Los mapas de riesgo sísmico deben ser evaluados para determinar el riesgo potencial de terremoto. También se debe considerar el riesgo de otros fenómenos meteorológicos

extremos, como los rayos y los fuertes vientos.

- La evaluación del riesgo y la adecuación de las salvaguardas deben evaluarse en los programas de gestión de la seguridad de los procesos de las instalaciones, como los PHA o la ubicación de las instalaciones. Las instalaciones deben esforzarse por aplicar un enfoque de gestión de riesgos conservador lo suficientemente cuidadoso al evaluar y mitigar los impactos potenciales de los escenarios climáticos extremos.
- Para escenarios de inundación, las instalaciones deben garantizar que las protecciones críticas y el equipo no sean susceptibles de fallas en el modo común y que haya capas independientes de protección disponibles en caso de altos niveles de inundación en la instalación.

## Resumen de Recomendaciones

Como resultado de su investigación, la CSB está emitiendo recomendaciones de seguridad a la gerencia en las instalaciones de Arkema Crosby, Arkema Inc., el Instituto Americano de Ingenieros Químicos, Centro para la Seguridad de Procesos Químicos, y funcionarios del Condado de Harris, Texas. La CSB insta a las compañías a revisar las lecciones clave de seguridad y la guía de seguridad contenidas en este documento para su aplicación en sus instalaciones y para evaluar sus prácticas actuales de gestión de seguridad en los procesos y el diseño de equipos para posibles mejoras.