

► EDICIÓN ESPECIAL

## Ácido Sulfúrico - Seguridad e Integridad Mecánica

► EDITORIAL

Estimados lectores, aquí estamos moviéndonos rápidamente en la segunda parte del año; y en este momento estamos orgullosos de nuestro desempeño en seguridad; que incluye no sólo a nuestro personal, sino también de nuestros clientes, contratistas y proveedores. Al mismo tiempo, tenemos la conciencia de que la complacencia esta siempre alrededor y sobre todo cuando somos exitosos en lo que hacemos.

Con la amenaza de la complacencia alrededor es siempre bueno hablar acerca del enfoque en seguridad e integridad mecánica que se han desarrollado en sistemas y procesos de altas consecuencias, estoy hablando de la industria aeroespacial y nuclear. Es bien sabido que los factores de seguridad aplicados al diseño de componentes en la industria aeroespacial y nuclear son altos, pero lo que no es bien conocido son las capas de protección adicionales que se han desarrollado. Donde podemos destacar análisis muy detallados de riesgos operacionales, procedimientos paso a paso con el apoyo de las listas de comprobación y chequeo; extenso, intenso y continuo entrenamiento, la gestión proactiva de manejo de riesgos, procesos formales para análisis causa raíz y en última instancia, como la última capa de protección cuando todo lo anterior pudiera fallar, se encuentra la disciplina en equipos de protección personal.

La cultura de seguridad y de integridad mecánica desarrollada en esas industrias es una referencia y un modelo a seguir cuando tenemos la determinación de eliminar los incidentes y fallas de integridad mecánica. No necesitamos trabajar en los sectores aeroespacial y nuclear para adoptar esta cultura; de hecho tenemos oportunidades en los procesos críticos de alto riesgo que manejamos en la industria del petróleo y gas.

Hemos dedicado esta edición a uno de estos procesos críticos de alto riesgo y sus retos en seguridad e integridad mecánica. En esta edición vamos a discutir los detalles de Ácido Sulfúrico seguridad y la integridad mecánica.

**Francesco Solari**  
Presidente de Inspfalca.

## COLUMNA DE LA INDUSTRIA

### Mi experiencia de trabajo en unidades de refinera que utilizan ácidos como catalizadores

**Por Beth Thomas**  
Soluciones Industriales

Mi primer contacto con el mundo de integridad mecánica en refinación fue en unidades de Alquilación como Inspector Ultrasonido Nivel I. Tuve la oportunidad de trabajar en unidades tanto de sulfúrico como ácido fluorhídrico y lo que aprendí trabajando en aquellas unidades me hizo una persona con mayor conciencia de seguridad e integridad mecánica.

Mi primera experiencia impactante fue cuando supe que con el fin de entrar en esas unidades se requerían trajes especiales y pasar por un proceso de descontaminación con el fin de retirar el equipo de protección personal (EPP) potencialmente expuesto, entonces pensé "esto es un asunto serio" y las cosas que vinieron a mi mente fueron ¿Qué pasaría si el EPP fallara? También ¿Qué tan probable sería una exposición al ácido?

Fue a través de entrenamiento de alta calidad que pude reducir mis legítimos temores y convertirlos así en un enfoque proactivo de seguridad e integridad mecánica que aún hoy en día llevo en todo lo que hago.

Mi actual comprensión de los mecanismo de degradación en unidades de alquilación por ácido sulfúrico y fluorhídrico; y mi actual comprensión de todos los protocolos de mitigación de riesgo que se aplican en estas unidades, me hace pensar que la probabilidad de tener incidentes en estas unidades es menor que otras unidades donde el respeto, la conciencia y el enfoque que se han desarrollado en alquilación por ácido sulfúrico y fluorhídrico no están comúnmente presentes.

Mi consejo para aquellos que no han tenido la oportunidad de tratar directamente con estas unidades, es familiarizarse con los detalles de seguridad y de integridad mecánica de las unidades de alquilación por ácido sulfúrico y fluorhídrico; lo cual les hará fuertes líderes en seguridad e integridad mecánica.

## LECCIONES APRENDIDAS

### Una historia de complacencia en la gerencia de riesgos en unidades con ácido sulfúrico



La Junta de Seguridad Química de EE.UU. (CSB) motivada por una serie de incidentes que han estado ocurriendo en una refinera en la costa oeste de EE.UU.; ha publicado recientemente un informe que incluye los hallazgos claves de seguridad de procesos relacionados con la cultura de la seguridad, indicadores de seguridad, y la continua necesidad de que los reguladores para lleven a cabo de manera proactiva inspecciones preventivas.

El 12 de febrero de 2014, se produjo un incidente en esta refinera ubicada en Martínez, California; en el cual dos trabajadores sufrieron quemaduras y fugaron un estimado de 84.000 libras de ácido sulfúrico. Menos de un mes después, el 10 de marzo de 2014, una fuga de ácido sulfúrico roció y quemó dos trabajadores contratados durante trabajos en tuberías. Ambos incidentes ocurrieron en la unidad de alquilación de la refinera - donde se producen componentes de alto octanaje de la gasolina. Esta refinera también tiene una historia de incidentes relacionados con ácido sulfúrico en años anteriores.

En la oportunidad de la publicación de este informe CSB Presidente Vanessa Allen Sutherland dijo: "El CSB insta a todas las refineras para revisar los resultados y conclusiones de este estudio y de aplicar estas enseñanzas a sus propias instalaciones. Es imperativo que las empresas continuamente trabajen en la optimización de sus operaciones en un esfuerzo por prevenir futuros incidentes y garantizar la seguridad de sus empleados".

En este caso el CSB evaluo esta refinera a través del análisis de incidentes anteriores, las declaraciones de los trabajadores, fallas en las normas de seguridad, las desviaciones de los procedimientos y prácticas establecidas, y los esfuerzos del pasado para evaluar y fortalecer la cultura de la seguridad de la refinera.

La investigación encontró una serie de problemas de cultura de seguridad en la refinera, tales como:

- Caracterización del incidente de FEBRERO 2014 como una lesión menor, a un incidente que debería haber sido clasificado como el tipo más grave de incidente de seguridad según las directrices de la industria.

- La exposición de los trabajadores de la unidad de alquilación a materiales peligrosos, incluidos vapores, ácidos y corrosivos.
- La eliminación de los sistemas seguridad para muestreo en servicio de ácido sulfúrico y dependencia en equipo inadecuado.
- El no proporcionar a los trabajadores de la unidad de alquilación con el equipo de protección necesario.
- Existencia de políticas de seguridad específicas en la refinera que eran menos protectoras que las políticas corporativas y las establecidas como buenas prácticas de la industria.
- La retirada de los programas nacionales claves de seguridad que los trabajadores creían eran eficaces.
- La percepción de presión sobre los trabajadores de la unidad de alquilación para acelerar la producción y reducir costos.

Tras las recientes investigaciones del CSB en otros accidentes en refineras, el CSB ha recomendado cambios para fortalecer las regulaciones en refineras en California y Washington. El estado de California ha emitido una proyecto de seguridad para refineras que contiene normas de seguridad más rigurosas para la supervisión de las refineras, y el CSB está animado por estos cambios proactivos para mejorar la seguridad para los trabajadores y las comunidades. Este reporte del CSB pone de relieve la necesidad de las reformas de seguridad propuestas para refineras, así como la iniciativa para las refineras para evaluar y mejorar constante e individualmente sus programas de seguridad de proceso.

El reporte del CSB hace hincapié en que los reguladores pueden utilizar lo que se conoce como indicadores de seguridad de los procesos, tales como derrames, incendios o fugas, así como los principales indicadores tales como el mantenimiento oportuno de seguridad de los equipos críticos, las inspecciones, auditorías, y el cierre oportuno de los puntos de acción resultantes de las investigaciones de incidentes para ayudar al mejoramiento de la seguridad del proceso de la unidad.

"La repetición continua de incidentes de ácido sulfúrico demuestra la necesidad de mejoras en esta refinera. Recomendamos que los indicadores de seguridad de proceso de la refinera se informen al regulador, dijo el investigador principal Dan Tillema. "Los reguladores deben controlar estos indicadores y llevar a cabo inspecciones preventivas que conduzcan a acciones correctivas --Este es un componente crítico de un programa de seguridad eficaz - el objetivo final es asegurar que el riesgo se reduce continuamente."

Encontramos este informe como un excelente resumen de las lecciones aprendidas a partir de un proceso crítico como es la alquilación con ácido sulfúrico. Las causas humanas, las causas sistémicas y latentes identificadas aquí están detrás los mismos malos comportamientos que causan incidentes en otras unidades de la refinera y otros segmentos de la industria. A continuación un vínculo de acceso al informe del CSB: [LINK INFORMATIVO](#)

ALCANZADAS

33.992 HH

SIN ACCIDENTES

INCAPACITANTES

## Los mecanismos de degradación por ácido sulfúrico

El conocimiento de la corrosión por el ácido sulfúrico no ha cambiado mucho en el último cuarto de siglo, y hay muchas buenas referencias para ello incluida el API RP 571 – “Mecanismo de degradación en Refinación”. En la industria de la refinación el lugar más común para experimentar la corrosión por ácido sulfúrico está en las unidades de alquilación de ácido sulfúrico, donde el control del proceso o el contenido en agua en operación se desvía del diseño.

El proceso de alquilación se lleva a cabo en la unidad de alquilación de una refinería y se produce cuando el isobutano se combina con olefinas ligeras, en presencia de un catalizador (un ácido fuerte) tal como ácido sulfúrico. La alquilación es uno de los procesos más importantes en una refinería moderna, ya que aumenta la producción de gasolina mediante la combinación de hidrocarburos de bajo valor tales como propano y butano para producir una mezcla de gasolina. El resultado es una mezcla de gasolina premium de alto octanaje, también conocida como alquilato de alto octanaje.

El ácido sulfúrico usado de la unidad de alquilación es altamente corrosivo, reactivo, y puede ser inflamable. En caso de contacto, el ácido sulfúrico puede causar quemaduras graves en la piel, lesiones oculares graves, e irritación respiratoria. Para garantizar que la unidad de alquilación está operando dentro de su límite de funcionamiento con seguridad, la concentración de ácido sulfúrico (fuerza) debe ser controlada, lo que requiere muestreo y pruebas frecuentes.

Algunos operadores de unidades alquilación con ácido sulfúrico han creído durante mucho tiempo que debido al catalizador de ácido sulfúrico, las fugas son sólo una parte integrante de la gerencia de este tipo de unidades. Ahora sabemos que eso no es cierto. Con un control rígido de la concentración de ácido, la velocidad del fluido, la temperatura y evitar el arrastre de ácido, puede hacer que estas unidades sean operados de forma confiable con una alta integridad.

Si bien gran parte de una planta alky de ácido sulfúrico se puede construir de manera rentable de acero al carbono, hay algunos lugares donde podrían necesitarse mejoras a 316L, Alloy 20, e incluso de la aleación B-2 y C276. Al igual que con las unidades de alquilación de ácido fluorhídrico, el arrastre de ácido sulfúrico en equipos y sistemas de tuberías que no fueron construidos para resistir el ácido sulfúrico a determinadas concentraciones y temperaturas puede dar lugar a velocidades de corrosión más altas que las del diseño. Las líneas de efluente del reactor, calderines, desisobutanizadora, sistemas de tratamiento de cáusticos, y las líneas asociadas parecen ser los sistemas más vulnerables. Materiales afectados en orden de menor a mayor resistencia son: acero al carbono, acero inoxidable 316L, Alloy 20, de silicio de alta fundición gris, con alto contenido de níquel hierro fundido, la aleación B-2 y la aleación C276.

Aunque la corrosión de ácido sulfúrico es a menudo adelgazamiento general, también puede ser muy localizada para piezas soldadas (especialmente en la zona afectada por el calor HAZ de sus siglas en Inglés), grietas e interfaces de vapor del líquido. No es raro ver a una línea como un ataque como cuchillo de corrosión en las partes superiores de las líneas que transportan ácido sulfúrico concentrado y en los codos, en especial cuando se exceden las velocidades máximas permitidas. Estos tipos de corrosión localizada son difíciles de detectar con las mediciones de espesores por ultrasonido puntuales y requieren exámenes volumétricos UT tales como exploraciones barrido "C" o "B".

### Factores críticos para la corrosión de ácido sulfúrico:

- Concentración de ácido, la temperatura, el contenido de la aleación, la velocidad, la contaminación y la de oxidantes. La Figura 1. muestra un gráfico de las velocidades de corrosión de acero al carbono en función de la concentración de ácido sulfúrico y la temperatura.

- Las velocidades de corrosión de acero al carbono aumentan significativamente si la velocidad del flujo excede de aproximadamente 2-3 fps (0,6 a 0,9 m / s) o a concentraciones de ácido por debajo de 65%.
- Los puntos de mezcla con agua liberan de calor y las altas velocidades de corrosión pueden ocurrir cuando se diluye el ácido.
- La presencia de oxidantes puede aumentar en gran medida la velocidad de corrosión.

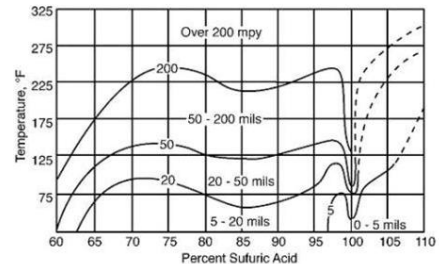


Figura 1 - La velocidad de corrosión de acero como una función de la concentración de ácido sulfúrico y la temperatura.

### Prevención / Mitigación:

- La corrosión se reduce al mínimo a través de la selección de materiales y buen funcionamiento en velocidades de diseño.
- Aleaciones tales como la aleación 20, la aleación 904L y la aleación C-276 resisten a dilución y la corrosión ácida; formando una película protectora de sulfato de hierro en la superficie.
- Corrientes de producto acidificado se pueden lavar con soda cáustica para neutralizar el ácido.
- Inspección asistida con ECM con una alta efectividad para detectar y caracterizar la pérdida de metal muy localizada.

### Publicación de la industria y las referencias:

- NACE RP 0294 de Diseño, fabricación, e Inspección de Tanques de Almacenamiento de los ácido sulfúrico concentrado a temperaturas ambiente
- NACE Publ. 5A151 Materiales de construcción para el manejo del ácido sulfúrico
- Sheldon W. Dean y George D. Grab, "La corrosión del acero al carbono en ácido sulfúrico concentrado," NACE Nº 147 de papel.

En las secciones anteriores de este boletín discutimos las graves consecuencias de una fuga y la exposición al ácido sulfúrico, ahora en esta sección estamos discutiendo los mecanismos de degradación que podrían aumentar la probabilidad de una fuga de ácido sulfúrico y de las variables que podrían acelerar el mecanismo de degradación. Está claro ahora que las unidades de alquilación de ácido sulfúrico son de alto riesgo, son unidades de procesos críticos y todo el conocimiento y las lecciones aprendidas en torno a ellas son muy valiosos. En Inspfalca estamos listos para apoyar sus necesidades de reducción del riesgo en estas unidades u otras unidades de proceso críticas.

## ➔ próximos eventos:

- 2016 API Fourth Annual Center for Offshore Safety Forum September 20, 2016 to September 21, 2016 Westin Houston Memorial City, Houston, Texas.
- 2016 API Tanks, Valves, and Piping Conference & Expo October 10, 2016 to October 13, 2016 Aria Hotel, Las Vegas, Nevada.
- 2016 API Pipeline Information eXchange and Pipeline Integrity Workshop October 11, 2016 to October 12, 2016 Hyatt Regency Houston Galleria, Houston, Texas.
- NACE Corrosion And Technology Week 2016 September 25 - 29, Royal Sonesta Houston, Texas.
- AFPM Cat Cracker Seminar 2016 August 23 - 24, Royal Sonesta Houston, Texas.



### Certificaciones y Membresías



Visita nuestra web  
[www.inspfalca.com](http://www.inspfalca.com)

Síguenos en twitter:  
@inspfalca

Tu opinión importa  
[boletin@inspfalca.com](mailto:boletin@inspfalca.com)

