

► EDICIÓN ESPECIAL

## Programas de verificación de Materiales

► EDITORIAL

## Visión en Acción

Estimados lectores, este es un buen momento para compartir con ustedes las ideas sobre el poder de la visión para definir el curso de acción para la implementación de iniciativas. Ahora, cuando hemos completado el segundo mes del año y cuando hemos decantado nuestras expectativas haciéndolas visiones de lo que queremos lograr, ahora es fundamental la formulación de metas y estrategias.

En Inspfalca hemos estado trabajando para convertir nuestra visión en planes de acción, por lo que invitamos a nuestros lectores, los participantes del foro y toda nuestra comunidad de conocimientos en general para aumentar la participación en compartir visiones de éxito, compartiendo expectativas para este año, motivaciones, proyectos y retos. Nosotros todos juntos siempre podemos llegar a la mejor solución.

En esta edición estamos trayendo un tema interesante sobre Programas de Verificación de Materiales. Como todos sabemos, en las fases de diseño de un proyecto hay un esfuerzo importante en la selección de materiales adecuados, sin embargo durante la fabricación o mantenimiento, se podrían instalar materiales equivocados y causar fallas inesperadas debido a las tasas de degradación que no se previeron para el material que originalmente se especificó. Varias fallas catastróficas en la industria motivaron al Instituto Americano del Petróleo (API) para desarrollar un documento para guiar los esfuerzos en Verificación de Materiales API-578 "Programa de verificación de materiales para sistemas de tuberías de aleación nuevos y existentes", cuyos elementos serán discutidos en la segunda página de este edición.

Francesco Solari  
Presidente de Inspfalca.

## ALCANZADAS

## 30.264 HH

## SIN ACCIDENTES INCAPACITANTES

## LA COLUMNA DE LA INDUSTRIA

# Opciones de Inspección para Esferas



Francesco Solari  
Presidente de Inspfalca

**D**irectrices para la inspección de esferas es una discusión frecuente en la industria, incluyendo enfoques de procedimiento junto con ensayos no destructivos (END). Varios foros de la industria y revistas técnicas han publicado una gran cantidad de artículos relacionados con este tema incluyendo las pruebas de emisiones acústicas, la inspección de los tanques de almacenamiento atmosféricos, y otros métodos de END.

El paradigma de que una inspección de alta efectividad está atada a acceso interno y la búsqueda de mecanismos de degradación en productos limpios que podrían tener remanentes o arrastres de contaminantes que pudieran ocasionar degradación en un equipo con severas consecuencias de falla es un buen marco para esta discusión.

A continuación se proporcionan enfoques para la inspección externa de esferas, y una mezcla de los dos, como una tercera opción. En primer lugar, hay que saber cuáles son los mecanismos de degradación previstos, por ejemplo, daños por H<sub>2</sub>S húmedo, ampollas de hidrógeno o formación de grietas (esto puede ocurrir en algunos servicios de hidrocarburos y servicios de hidrógeno tales como almacenamiento de ácido fluorhídrico), el agrietamiento por cáustico (cuidado con los efectos de arrastres de cáustico), incluso una pequeña cantidad de ácido con el agua de condensación puede causar severa corrosión localizada, a menudo en forma de riachuelos.

### Enfoque 1:

Comienza con una comprensión del servicio e indicaciones limitantes pudieran estar presentes, lo que podría causar el daño, lo que podría impulsar aún más el daño, y qué otras dinámicas secundarias podrían estar involucradas. Por ejemplo, el daño podría comenzar con H<sub>2</sub>S, pero los efectos secundarios, tales como tensiones de deformación (daños inducidos por servicio, tensión residual, alta dureza, y carga de gravedad) pueden exacerbar los problemas. Si la esfera está en servicio que causa sospecha de corrosión localizada y nunca se ha inspeccionado internamente, entonces una inspección visual interna podría estar en orden.

Muchos utilizan las pruebas de emisión acústica (EA) con un programa de carga apropiada como una evaluación inicial global. Una vez más, hay que entender la dinámica de los tipos de daños previstos para determinar la viabilidad y luego aplicar esta tecnología

adecuadamente, incluyendo el programa de carga para la AE. Una ventaja de esta técnica es que el material almacenado en la esfera a menudo se puede utilizar como medio para la prueba de AE. Si no se puede utilizar el material almacenado, entonces se debe usar el gas inerte apropiado. Es importante tener en cuenta que es difícil definir los límites de tamaño tolerable de indicaciones a partir de resultados de pruebas de emisión acústica.

### Enfoque 2:

Con base en la experiencia y los conocimientos de ingeniería de la dinámica de fractura, llevar a cabo realizar evaluaciones con ultrasonido (UT) automatizado en soldaduras y sectores del metal base seleccionados por su susceptibilidad al agrietamiento y / o corrosión. Evaluar las áreas más críticas (por ejemplo, soldaduras alrededor de soportes para las piernas / columnas y las laminas unidas a los soportes de las piernas / columnas, áreas de problemas potenciales conocidos para la formación de grietas o corrosión, etc.) y expandir las áreas de inspección basados en los resultados.

### Enfoque 3:

Aplicar una combinación de # 1 y # 2 arriba, es un mejor enfoque, por si acaso se está produciendo un daño significativo que no hubiera sido capturado durante la prueba de AE, que como se menciona es una prueba global, que requiere mayor nivel de validación / dimensionamiento de sectores de daño, lo cual lo cubre muy bien el UT automatizado.

El éxito de estos enfoques de evaluación externa se basa en hacer que personal calificado en END sean los que aplican e interpretan las pruebas. Es clave asegurarse de que el personal que revisa y aprueba los procedimientos y métodos de END este calificado, tenga experiencia y entienda dinámica de fractura, END, metalurgia, etc. Estos planes están dirigidos a servicios no corrosivos, por lo que hay que tener en cuenta que estos enfoques son externos y no internos, siguiendo los principios de "Inspecciones On-Stream" según API-510.

Definitivamente hay opciones de análisis y aplicación de tecnología, antes de proceder a sacar fuera de servicio una esfera para inspección interna.

## LECCIONES APRENDIDAS

# Nueva alerta de peligro de OSHA y NIOSH

## pone de relieve los peligros de medición de nivel de tanques.

WASHINGTON - Una nueva alerta de peligro de la Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo y el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional identifica los riesgos de salud y seguridad para los trabajadores de la industria petrolera y de gas que miden de forma manual o toman muestras de fluidos en tanques. El proyecto fue impulsado por una serie de muertes prevenibles relacionadas con el aforo manual de los tanques.

La nueva alerta, riesgos de salud y seguridad para los trabajadores que participan en la medición manual de tanques y toma de muestras en los sitios de extracción de petróleo y, ofrece recomendaciones específicas para los empleadores que protejan a los trabajadores contra los riesgos relacionados con las portillas de apertura del tanque para calibrar manualmente o medir niveles de hidrocarburos de la muestra. Las recomendaciones se dividen en tres categorías principales: controles de ingeniería, prácticas de trabajo y equipo de protección personal.

"Se ha sabido durante años que la extracción de petróleo y gas es un trabajo extremadamente peligroso, con altas tasas de accidentes laborales. También sabemos que cada incidente se puede prevenir", dijo el Secretario Auxiliar del Trabajo para Seguridad y Salud Ocupacional Dr. David Michaels. "Es muy importante que todos trabajemos juntos para asegurarse de que los trabajadores del petróleo y extracción de gas son conscientes del peligro a la vida de la exposi-

ción a los gases y vapores de hidrocarburos y ambientes con poco oxígeno, y que estén protegidos."

La investigación pone de relieve alerta tanto de OSHA y NIOSH que ha demostrado que los trabajadores de petróleo y gas en sitios de extracción pueden estar expuestos a muy altas concentraciones de gases y vapores de hidrocarburos al medir o muestrear tanques de producción de forma manual. Los trabajadores también corren el riesgo de estar expuestos a incendios o explosiones por las altas concentraciones de gas y los vapores de hidrocarburos. Estas actividades también pueden resultar en ambientes deficientes en oxígeno, que pueden causar pérdida de conciencia y muerte. OSHA y NIOSH identificaron nueve víctimas mortales en los trabajadores de aforo o de muestreo manual de tanques de producción durante el período 2010-2014.

Esta alerta es un complemento de la Alianza OSHA "Advertencia de peligro en tanques" que fue lanzado en 2015 por el Servicio Nacional de Transporte de Exploración y Producción. Para obtener más información sobre muertes de trabajadores en medición y toma de muestras manual en tanques, visite <http://www.cdc.gov/mmwr/volumes/65/wr/pdfs/mm6501a2.pdf>.

# API - 578 "Programa de Verificación de materiales nuevos y existentes sistemas de tubería de aleación"

## ¿Estamos seguros de que tenemos el material adecuado?

### Funciones y responsabilidades en la implementación de un programa de verificación de materiales:

Un programa de verificación de material para sistemas de tuberías puede implicar la participación de varios grupos dentro de la planta o en el establecimiento de un contratista, proveedor o fabricante. Cuando se establece un programa de verificación de material, se debe considerar las funciones y responsabilidades que cada grupo tiene dentro de la organización específica.

Estos roles y responsabilidades deben estar claramente definidos y documentados. Dentro de la planta en operación, esto puede incluir los grupos responsables de compras, ingeniería, almacenamiento / recepción, operaciones, confiabilidad, mantenimiento e inspección.

Es responsabilidad del propietario / usuario o la persona designada determinar el alcance del examen requerido y verificar que la aplicación y realización del programa de verificación de material se lleve a cabo correctamente, de acuerdo al API-578.

También es responsabilidad del propietario / usuario verificar que los materiales de aleación posteriormente puestos en servicio son los especificados, y que la documentación del programa de verificación de material está en conformidad con API-578

### Componentes cubiertos en un programa de verificación de materiales:

Ejemplos de partes a presión que componen los sistemas de tuberías y que están cubiertos por el API-578 incluyen:

Tramos de tubería;

Componentes forjados en sistemas de tuberías, tales como térs, codos, reductores, etc;

bridas;

Piezas forjadas especiales;

Válvulas de proceso (incluyendo válvulas de control) y válvulas de alivio;

Soldaduras de partes a presión;

Instrumentos;

Recubrimientos por soldadura o revestimiento metálicos;

Tornillería;

Juntas de expansión y fuelles;

Empacaduras.

### PMI Prueba de Consumibles de Soldadura:

Cuando se lleva a cabo la soldadura, una muestra de electrodo o alambre de cada lote o paquete de varilla de aleación de soldadura debe ser identificado positivamente. El resto del lote debe ser comparado con la muestra para verificar que las marcas de los cables / electrodos son correctos. Algunas barras de soldadura tienen los elementos de aleación contenidos en el fundente, y no cumplen con la especificación de la aleación soldada. Pruebas de PMI de metal de soldadura (por ejemplo, metal de soldadura depositado o "botones" sin diluir de soldadura) es una alternativa a la prueba permisible PMI de una muestra de electrodo o alambre siempre que se lleve a cabo inmediatamente antes de la soldadura o durante el proceso de soldadura.

### Programa de Verificación de material para sistemas de tuberías existentes:

#### Responsabilidades

El propietario / usuario es responsable de determinar si un programa de verificación de material retroactiva es apropiado para cada sistema de tuberías existente, para dar prioridad a los sistemas de tuberías de recibir exámenes de PMI retroactiva, y para determinar la extensión de las pruebas de PMI requeridas.

Para dar prioridad a los sistemas de tuberías para prueba PMI retroactiva el propietario / usuario debe considerar lo siguiente:

a) Probabilidad de que un material se confunda durante las actividades del proyecto y de mantenimiento anteriores.

Un factor clave es la efectividad del programa de verificación de material en el momento de estas actividades.

b) Las consecuencias de una falla. Algunos factores a considerar incluyen la inflamabilidad, potencial de incendio, toxicidad, la proximidad a otros equipos o de la comunidad, la temperatura, la presión, el modo de falla, y el tamaño de la fuga.

c) Motivo de la aleación de especificada (es decir, resistencia a la corrosión o la pureza del producto).

d) Los datos históricos relativos a las sustituciones de material inadvertidas. Esto puede estar relacionado con la experiencia previa con las no conformidades de materiales en la unidad de proceso o dentro de la planta en operación.

Tomados en conjunto, estos factores pueden ser usados para determinar el riesgo asociado con posibles no conformidades materiales en un sistema de tuberías. El propietario / usuario debe establecer una metodología para la estimación de la prioridad relativa para las pruebas de PMI de varios circuitos de tuberías dentro de una unidad determinada. Esta metodología puede estar basada en el análisis de riesgos cualitativo o cuantitativo. API 581 analiza varios enfoques basados en el riesgo y los factores que deben tenerse en cuenta cuando se realiza un análisis de riesgos, tales como material, condiciones de servicio, y el modo de falla.

### Las sustituciones de acero al carbono en sistemas de acero de baja aleación:

En la determinación de la probabilidad de no conformidades de materiales, vale la pena señalar que los componentes de acero al carbono históricamente son el mayor número de no conformidades con graves consecuencias en sistemas de tuberías de acero de baja aleación (por ejemplo, 1/4 Cr-Mo 1/2, 21/4 Cr-1 Mo, 5 Cr-Mo 1/2, 9 Cr-Mo 1 sistemas). Ha habido un menor número de no conformidades en sistemas de acero inoxidable y metales no ferrosos debido a problemas de apariencia y capacidad de soldadura (por ejemplo, Monel, Inconel).

**Los elementos residuales en los aceros al carbono en unidades de alquilación de ácido fluorhídrico:**  
Los aceros al carbono en algunos lugares específicos en el servicio de ácido HF se han notificado de tener un riesgo de corrosión en función de los elementos residuales (RE) (es decir, C, Ni, Cr, Cu) y en los aceros, tal como se trata en API 751. Se puede utilizar métodos PMI para evaluar el potencial de corrosión en servicio HF. Se debe considerar la capacidad del método PMI para detectar las diversas concentraciones de elementos residuales.

### Materiales de empacaduras:

Materiales de empacaduras incorrectos en servicio pueden causar fallas prematuras. Los principales principios descritos para otros componentes pueden aplicarse a los materiales de empacaduras. Se requiere que el propietario / usuario determine las posibles variaciones de los materiales y así seleccionar los métodos analíticos capaces de proporcionar los datos requeridos. Los procedimientos de ensayo reales pueden ser más detallados debido a la estructura geométrica de los materiales de empacaduras.

Otros factores a tener en cuenta al dar prioridad a los sistemas de tuberías son:

a) Las prácticas de mantenimiento y construcción. En la evaluación de la probabilidad de no conformidades de materiales, el propietario / usuario también debe considerar el manejo de materiales, control de material, y todos los procedimientos de prueba de PMI seguidos durante construcción de la unidad de proceso. Procedimientos de mantenimiento de unidades de proceso son también importantes. Sería de esperar que las unidades de proceso en las que se utilizan procedimientos rigurosos el material tendrá una menor probabilidad de no conformidades.

b) Motivo de la especificación de la aleación. En algunos casos, las aleaciones se utilizan en los sistemas de tuberías por motivos distintos de resistencia a la corrosión o la integridad estructural. En estos casos, la integridad estructural del sistema no se vea perjudicada por conformidades materiales. Un programa de verificación de material puede no ser necesario en estos sistemas.

Un ejemplo sería los sistemas de aceite lubricante de acero inoxidable en los que se utiliza acero inoxidable para mantener la pureza del aceite.

### Programa de Verificación de material como elemento de Sistemas de Mantenimiento:

Los principios asociados con la verificación de materiales como parte de una nueva instalación de las tuberías deben aplicarse también para proporcionar confianza en que los materiales adecuados están siendo utilizados como parte de las actividades de mantenimiento. Los conceptos señalados anteriormente y en API 570 deben ser revisados y aplicados en la función de mantenimiento.

### Responsabilidades:

Es la responsabilidad del propietario / usuario evaluar los sistemas de mantenimiento para que los programas de verificación de los materiales pueden ser diseñados e implementados para apoyar eficazmente la integridad mecánica de los sistemas de tuberías de aleación. El propietario / usuario debe establecer un procedimiento escrito para el programa de verificación de material a ser utilizado para la reparación de los sistemas de tuberías durante las interrupciones de mantenimiento. Este procedimiento debe ser documentada por el propietario / usuario.

### Control de Materiales entrantes y almacén:

Un programa de verificación de material debe ser aplicado directamente a las actividades asociadas con la recepción de materiales de aleación en los sistemas de almacén. La prueba PMI se puede realizar como parte de esta función de recepción, o, en su caso, puede realizarse en las instalaciones del proveedor como condición para la liberación del envío. El programa de verificación de material que se adopte debe prever la documentación y los métodos adecuados para indicar qué materiales han sido probados y están aprobados para su uso.

El uso de los principios del programa de verificación de materiales para comprobar los materiales recibidos en un almacén debe ser considerado como una práctica de control de calidad para reducir al mínimo la posibilidad de descubrir una discrepancia de material de aleación durante la posterior prueba de PMI. Las pruebas de PMI en el almacén no deben considerarse como una alternativa a las pruebas de PMI en campo del sistema de tubería fabricada.

### Métodos de Ensayo para programa de verificación de materiales:

Una variedad de métodos de ensayo de PMI están disponibles para determinar la identidad de los materiales de aleación. Los métodos principales incluyen fluorescencia de rayos X portátil, espectroscopia de emisión óptica portátil, y el análisis químico de laboratorio. Además de estos métodos, hay una variedad de técnicas de clasificación de aleación que pueden ser apropiados para los fines del API-578 incluyendo pruebas magnéticas para diferenciar entre los materiales ferríticos y austeníticos. Es importante que los usuarios verifiquen lo que se requiere vs. objetivos y las precisiones de la herramienta de PMI que desea utilizar. Todas las herramientas tienen beneficios y limitaciones sobre los elementos que pueden o no pueden detectar, además de la precisión y la capacidad de diferenciar entre diferentes calidades de material que sólo tienen ligeras variaciones.

En Inspfalca tenemos nuestro propio equipo de fluorescencia de rayos X portátil, y tenemos experiencia específica proporcionando servicios integrales para apoyar los programas de verificación de los materiales por API-578.

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

Síguenos en twitter:  
[@inspfalca](https://twitter.com/inspfalca)

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

### Certificaciones y membresías

