



Assets Integrity

VOL. 01
ASSETS INTEGRITY

EDITORIAL

O'Hanlon es enfático al señalar que, "la gestión de activos no se trata de manejar los equipos, se trata de entregar valor a una organización mediante la utilización efectiva de sus activos".

¡Con esta frase se abre la primera edición de nuestra revista digital assets integrity!, en la mayoría de los casos, vemos como se crean eventos, organizaciones, y se vende paquetes y servicios corporativos a organizaciones, relacionando la gestión de activos únicamente con el mantenimiento y la confiabilidad, como si fuera lo único que importara, o lo más importante, siendo en muchos casos, lo contrario. Cabe destacar que, si hablamos de entregar valor a una organización, todo importa, importa la gente, la gestión de riesgos, finanzas entre otros. Siempre vemos que las únicas personas involucradas en congresos o conferencia o cursos de gestión de activos, es gente formada y que tiene carrera en el mundo de la confiabilidad y el mantenimiento, pareciese como que simplemente se haya cambiado el nombre mantenimiento y confiabilidad por gestión de activos. Me gustaría ver que en todos estos congresos se inviten a gente de los demás rubros relacionados con los activos. Rebatiendo esta idea, nuestra misión con el lanzamiento de esta revista digital, es incluir artículos en todas las áreas que aportan valor para la preservación de los activos, bien sea proyectos, confiabilidad humana, finanzas, operaciones, coaching. Bienvenidos sean todos a este nuevo portal de información, su portal, el cual pongo a disposición de manera gratuita para todos aquellos interesados en aportar valor a la mejorabilidad del funcionamiento de nuestros activos.

Ing. Ely Ramírez - Director General

Copyright ©2017 - ASSETSINTEGRITY



Ing. Ely R. Ramírez.
Director General
engineer.ely.ramirez@gmail.com

COLABORADORES



Ing. Humberto José Carrillo Febres
carrillofebres@gmail.com



Ing. Alexis Lárez Alcázar
alarez@a3consultraining.com



Ing. Mariela Cerrada Lozada
cerradam@gmail.com



Ing. Medina N. Robinson J.
robinson.medina@iasca.net



Ing. Edmundo E. Minguet C.
eminguet@gmail.com



Ing. Ernesto Primera.
editor@ernestoprimer.com



Raulyn Ladera
Diseñador Gráfico
rauln534@gmail.com

CONTENIDO

- 4 | Error Humano En La Industria, Causa O Efecto.

- 9 | 8 elementos para subutilizar la metodología de inspección IBR y no morir en el intento.

- 15 | Criticidad de activos para generar valor en las organizaciones alineada a la ISO 55001.

- 29 | Investigación y desarrollo en mantenimiento basado en condición como indicador del desempeño de planes de eficiencia energética y optimización de procesos industriales.

- 33 | Iso 55000, iso 31000 y api rp 581 aliados fundamentales para la generación de valor en la gestión del riesgo de los activos físicos.

- 50 | Premisas Básicas de Diseño en Automatización de Hornos.

- 59 | Diagnóstico del Error Humano durante la Investigación de Fallas.





Error Humano En La Industria, Causa O Efecto.

A medida que la tecnología avanza, el error humano en la fabricación se hace cada vez más visible. El error humano es responsable de más del 70% de las desviaciones de procesos y de fabricación. Lamentablemente, poco se sabe sobre la naturaleza de estos eventos, principalmente porque la calidad de las investigaciones terminan donde deben comenzar: en el “Error humano”.

Cuando investigamos eventos de calidad, el foco de esas investigaciones se basan en explicar lo que sucedió en el proceso y cómo el producto se vio afectado. El error humano por lo general explica la razón de la ocurrencia de la desviación; No obstante, la razón de ese error sigue sin explicarse y, por consiguiente, las acciones

correctivas y preventivas no abordan las condiciones subyacentes para ese fracaso. Esto a su vez se traduce en planes de acción ineficaces que resultan en actividades de valor agregado, desperdicio de recursos y eventualmente resultando en recurrencias y eventos repetidos.

El error humano solo describe el comportamiento humano. Los ingenieros químicos explican el comportamiento del producto, los ingenieros mecánicos explican el comportamiento del equipo, los ingenieros industriales explican el comportamiento del proceso, pero ¿quién explica el comportamiento humano? El comportamiento humano es complejo y, al igual que el equipo, el producto y el proceso,

debe analizarse en profundidad. Nunca terminaríamos una investigación indicando que la causa raíz fue una “falla en el equipo.” Explicaríamos exactamente cuál era el fallo del equipo para que pudiera solucionarse.

Para asegurar acciones efectivas, los eventos de error humano necesitan ser investigados completamente. Para asegurar que cumplimos con esta expectativa, necesitamos entender cómo el comportamiento humano se ve afectado tanto por variables externas como variables internas.

“Nosotros, como seres humanos, no operamos en el vacío. Los comportamientos están influenciados tanto por variables externas como internas. En entornos industriales, estas variables se podrían dividir en seis grandes categorías:

Procedimientos, Factores humanos, Capacitación, Supervisión, Comunicación, Individuo.”

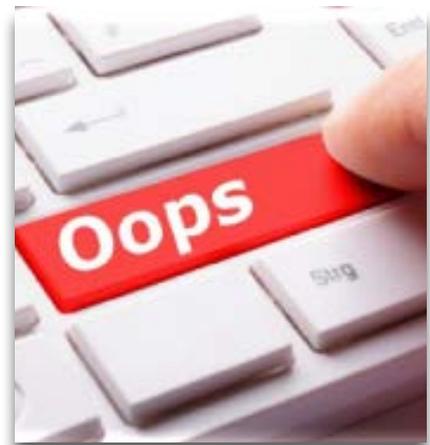
El error humano se define de muchas maneras, pero una definición interesante es “cualquier acción, realizada por una persona, que excede la tolerancia de un sistema”. El error humano es un error y no un acto intencional por daño. El sabotaje no se considera un error humano. Declarar que ha ocurrido un error humano no significa necesariamente que sea la culpa del “humano”.

Los individuos son ciertamente responsables de sus acciones. Pero antes de determinar qué factores internos son responsables del error (como actitud o atención), debemos tener en cuenta que las organizaciones deben dirigir sus esfuerzos a eliminar los factores externos que influyen en el comportamiento humano.

El rendimiento individual en la fabricación ha demostrado ser responsable de menos del 5% de las desviaciones. Por ejemplo, si un empleado no nota defectos debido a limitación de visión adecuada - ¿La organización se asegura de que los exámenes visuales se realicen regularmente?. Por otro lado, la capacitación se utiliza generalmente como una acción correctiva. Aunque la capacitación ha demostrado ser eficaz para la transferencia de conocimientos y habilidades, sólo funcionará para nuevos empleados, nuevos procesos o para instruir sobre cambios en los procesos. De hecho, la formación es responsable de menos del 10% de las desviaciones relacionadas con el rendimiento, pero la mayor parte de los esfuerzos de la organización se dirigen hacia este aspecto.

Una vez identificado el “error humano” como causa de la desviación es imperativo considerar este “error humano” como un nuevo evento

que necesita ser explicado para asegurar que las condiciones han sido identificadas y fijadas. El comportamiento pasado predice el comportamiento futuro si no se realizan cambios. Necesitamos realizar una evaluación de eventos pasados y asegurar las razones del error, además de los motivos del suceso. Entonces tenemos que categorizar estas causas (condiciones para el error) de una manera sistemática y uniforme.



Esto le permite analizar los principales contribuyentes y, sobre la base de las prioridades, crear un plan de acción que realmente se ocupa de estas condiciones (Recuerde: El error humano no es una causa). Por ejemplo, si la mayoría de sus eventos de error humano fueron relacionados con procedimientos incompletos; pues será necesario considerar

su revisión y agregar las instrucciones que faltan y la claridad de las ya existentes. El error humano no será erradicado a menos que podamos identificar realmente lo que está causando que los seres humanos cometan errores.

Los Análisis de Incidentes o Fallas Operativas serán efectivos cuando podamos eliminar las condiciones (causas) que hacen que las personas se desvíen del resultado esperado. La efectividad de estos análisis se alcanzará cuando el número de desviaciones disminuya. No cuando los eventos particulares no vuelven a ocurrir; de esta manera, no sólo seremos más productivos sino también justos para aquellos que van a trabajar con la intención de hacer un buen trabajo, pero terminan siendo víctimas de sistemas débiles y vulnerables.

Abordando los “errores humanos”

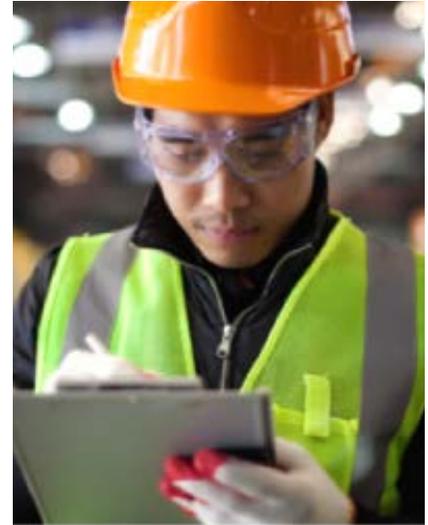
¿Cómo debemos abordar los errores humanos? Para ilustrar lo que se espera que hagamos, tomemos un evento bastante común: **“No seguir el procedimiento”**.

Bajo muchas circunstancias, no damos más que una mirada antes de categorizarlo como **“error humano”**; y muy bien puede serlo, pero consideremos otras áreas posibles antes de precipitarnos a esa decisión.

Preguntémosnos:

“¿Por qué no se siguió el procedimiento?” - puede conducir a muchas razones subyacentes diferentes, tales como: El procedimiento fue inadecuado y no se pudo seguir -probablemente tenemos procedimientos que necesitan mejoras. Los procedimientos pueden ser muy elaborados y esconden los temas medulares que son imprescindibles transmitir. Demasiado detalle crea procedimientos largos y difíciles de usar que pueden limitar la realización de la tarea, aumentando así el potencial de desviaciones. No hay suficiente detalle en las actividades críticas que conduce a un rendimiento inconsistente de la tarea, lo que también se traduce en desviaciones. Peor aún, nuestro proceso para cambiar procedimientos podría tener sus propios desafíos: Demasiados revisores, procesos de cambio difíciles, personas

que mantienen sus cambios en un procedimiento basado directamente en su forma de comprender las cosas.



Antes de categorizar la falla como un **“error humano”**, evalúe su procedimiento en lo siguiente: ¿Exigía el procedimiento específicamente que se realizara el paso? ¿Describió el procedimiento cómo se debe realizar el paso? ¿El procedimiento y la forma en que se está realizando la operación coinciden? ¿Se ha afianzado que para realizar una tarea, es tan importante usar el procedimiento como tener las herramientas para ejecutarlo, hay garantía supervisoria de ello?.

Cuestionemos un poco el aspecto del entrenamiento: ¿El entrenamiento preparó a la

persona para realizar la tarea adecuadamente? ¿Se capacita a la gente en los procedimientos - pero hacemos un trabajo lo suficientemente bueno? ¿Es verificado que el aprendizaje del procedimiento ha sido efectivo? ¿Hemos enfocado esfuerzos a realizar una retroalimentación luego de que el trabajador ha implementado el procedimientos través de la ejecución para determinar que dudas le surgieron? ¿El procedimiento lidera la estructura de pensamiento del trabajador en su ejecución diaria?

Siguiendo con preguntas que debemos establecernos ante errores humanos comunes de “No seguir el procedimiento”

¿El entrenamiento refleja el contenido del procedimiento - y todos los operadores están realizando la tarea de la misma manera?

¿Fue la primera vez que el operador realizó la tarea de forma independiente? ¿Se les permitía practicar lo suficiente en la tarea, o se entrenó apresuradamente? ¿Se utilizó el tiempo de entrenamiento para actividades de capacitación apropiadas?

¿Comprobó el entrenador la capacidad del operador de realizar cada elemento requerido de la tarea? ¿Contra qué estándar?

¿El entrenador les enseñó la manera correcta de hacer la tarea? ¿El instructor tenía los conocimientos y habilidades requeridos para enseñarla?

“Si hacemos que sea fácil para alguien cometer un error, lo harán. Tenemos que hacer que sea fácil para alguien hacer lo correcto.”

Una vez más, antes de decidir que el fallo fue un error humano, considere el diseño del proceso mas detenidamente. Piense si el proceso es adecuado, pregúntese:

- ¿El procedimiento refleja el proceso actual en su totalidad?
- ¿Es este proceso propenso a errores? ¿Por qué?
- ¿Puede una persona llevar a cabo el proceso de manera realista, o demanda a varias personas (complejidad, múltiples

tareas realizadas a la vez, etc.)?

- ¿Está el procedimiento a disposición del operador durante la realización de la tarea, o se están realizando desde la memoria?
- ¿Se les asignó demasiadas tareas de trabajo a la vez? ¿El operador estaba ejecutando la labor apresuradamente?
- ¿El operador pidió ayuda y no la obtuvo?
- ¿Se disponía de los recursos necesarios (como supervisores o revisiones cruzadas) cuando era necesario?

En terminos generales, las potencialidades que podemos desarrollar en torno a las condiciones que promueven un “error humano” y por ende una desviación son muchas y, el enfoque organizacional debe estar dirigido a desarrollarlas para que se generen aportes precisos a la confiabilidad humana.

De manera concluyente, la forma más efectiva de controlar el error humano es

implementar buenos sistemas o rutinas de apoyo y validación que se enfoquen en mitigar los factores humanos internos y externos. Haga de sus procesos escenarios ordenados, estructurados y de aporte pleno a la actividad humana que, al final del día, siempre seguira siendo falible.

Autor:

Ing. Humberto José Carrillo Febres

Ingeniero Civil Mecánico con 15 años de experiencia en el sector Industrial Químico, ocupando posiciones de liderazgo en la Gerencia de Produccion y Mantenimiento. Cuenta con estudios superiores de Gerencia, Ingeniería y Calidad en Universidad de Chile y actualmente se desarrolla como Sugerente de Operaciones Fosfoquim, S.A., empresa líder de producción de reactivos químicos para la minería del cobre, Chile.

Correo Electrónico: carrillofebres@gmail.com



8 elementos para subutilizar la metodología de inspección IBR y no morir en el intento

“En el IBR a veces nadie percibe que grandes cosas suceden y al no estar consciente de ellas toda la organización termina desaprovechando su potencial uso”

A través del tiempo vemos como compañías, usuarios y proveedores de servicios utilizan la metodología de inspección basada en riesgo (IBR), sin embargo, únicamente obtienen o utilizan del IBR cuatro cosas principalmente: lazos de corrosión, matriz de riesgo cuantitativa, plan de inspección y próxima fecha de inspección, desestimando otros beneficios que brinda esta poderosa herramienta, y por desconocimiento, terminan desaprovechando todo un portafolio de oportunidades adicionales. A fin de cuentas, terminan subutilizando la herramienta.

Adicionalmente en otras

ocasiones, los resultados obtenidos no son bien analizados el usuario termina desvalorizando el increíble potencial de esta metodología, y engavetando los resultados obtenidos de la metodología

A través de esta publicación daremos a conocer beneficios ocultos los cuales de manera directa o indirecta ocurren, que trascienden más allá de los productos ya conocidos.

1. Condiciones de operación y de diseño son entendidas e internalizadas, sustituyendo suposiciones conservadoras o demasiado optimistas. Como ya sabemos las condiciones de

operación afectan a todos los mecanismos de daños directa o indirectamente. Declararlas, interpretarlas e internalizarlas es una buena oportunidad para que todas las organizaciones analicen el vínculo de estas con la degradación de los materiales y de los equipos, más allá de únicamente para un proceso, un equipo o generar un evento catastrófico. Además, la norma API 580 hace el llamado a la generación de ventanas de integridad operativas según API 584 como un factor de mitigación. En conclusión, pudiera significar que hay menos probabilidades que cualquier deterioro significativo sea pasado por alto y, fomentar a

buenas prácticas operacionales y de mantenimiento que extienden la vida de servicio de los activos.

2. Incita a la sinergia entre organizaciones, aunque en muy pocos estándares códigos o practicas recomendadas relacionadas con IBR, se resalta la importancia de crear un equipo de trabajo, el IBR plantea la necesidad de formarlo, sin embargo, más allá de simples reuniones o de depender de la visión de la alta gerencia en darle el impulso necesario al IBR, se crea vínculos, crea relaciones, crea necesidades y lo más importante integra a diferentes organizaciones. Hace que más personas estén conscientes de los factores que pueden causar deterioro prematuro del tanque.

“IBR crea vínculos, crea relaciones, crea necesidades y lo más importante integra a diferentes organizaciones”



3. Se crea una base de datos útil para otros estudios. Este es un punto muy importante, al parecer muy poco de los softwares desarrollados hasta ahora permiten la flexibilidad de usar la base de datos generada en el IBR para vincularla con otras metodologías y usarla para posteriores estudios, cada dato involucrado en cada uno de los cálculos es de gran importancia, que lo ideal es que una efectiva base de datos generada acá se declare oficial para ser usada por otras organizaciones como procesos, seguridad, ambiente finanzas, procesos, mantenimiento, aparte claro este de la organización de inspección. Además, la misma sea utilizada por ejemplo para la definición de ventanas de integridad operativa. No cabe duda la base de datos es el soporte es el pilar de toda organización.

4. Nos muestra que no todos los mecanismos de danos degradan al material y lo manifiestan de manera física y constante. Personal involucrado con las operaciones de los activos frecuentemente creen que la fuga ocurrirá antes de una falla, prestando únicamente atención a lo que pudiera mostrar físicamente una sección corroída o adelgazada. Sin embargo, esta secuencia no siempre se cumple para cada mecanismo de daño. En muchas ocasiones fallas catastróficas han ocurrido sin tener evidencia física de corrosión o fuga alguna. El IBR identifica que signos pudieran ser alerta y que ensayos pudieran utilizarse para monitorear cada uno de estos mecanismos de danos antes de que ocurra la falla. Además, alerta que se debe tomar en cuenta el efecto acumulativo de cada modo de falla y mecanismo de daño. En algunos casos el daño por un mecanismo puede progresar a un punto en el cual un nuevo mecanismo toma lugar y comienza a dominar la rata de daño. Lo ideal, es hacer un catálogo de modo de fallas, realizar análisis causa raíz cuando sea necesario, lo cual permitirá hacer los correctivos necesarios a tiempo para prevenir cualquier falla.

5. Optimización de costos: Muy pocas empresas que realizan IBR le muestran y permiten que los clientes monitoreen y optimicen la relación costo riesgo beneficio a lo largo de todo el ciclo de vida del activo a partir de la implantación del mismo. Si bien se sabe que el IBR arroja una matriz de riesgo financiera y que permite optimizar costos de inspección, a continuación otras de las formas en que IBR

optimiza costos según API 580.

- IBR debería mejorar la predicción de fallas causada por los mecanismos de danos, por ende el tiempo de ciclo de vida debería aumentar y los costos de ciclo de vida deberían decrecer

- IBR puede ser usado para evaluar los efectos de cambio de un fluido a uno más agresivo, para mejorar los materiales de construcción o reemplazar partes específicas. Esto permite disminuir los costos de ciclo de vida a través de mantenimientos reducidos, inspecciones optimizadas y tiempo de operación incrementado.

- Costos de mantenimiento y paradas de planta también tienen un efecto en los costos de ciclo de vida y una parte o equipo. Usando los resultados del plan de inspección IBR para identificar exactamente donde inspeccionas y que reemplazo o reparación son esperados, el trabajo de y mantenimiento y parada de planta permite ser planificado y en muchos casos ejecutado a un bajo costo, en comparación si no se hubiera planificado.

A través del IBR, Los costos de inspección pueden ser reducidos, los equipos de bajo riesgo recibirán menores recursos y actividades de inspección sin afectar apreciablemente su riesgo de falla. Los equipos de alto riesgo, descenderán apreciablemente en la lista jerarquizada del riesgo como resultado de haber recibido mayor inspección y mantenimiento.

Por otra parte, si el IBR se realiza exactamente antes de la parada de planta, los equipos pueden ser jerarquizados de bajo a alto riesgo, y los equipos de bajo riesgo probablemente salga de la lista de equipos a intervenir y los de mediano riesgo estarán sometidos a evaluación adicional para ver si serán intervenidos o no.

- IBR puede ayudar a los dueños de los equipos a gestionar mejor la confiabilidad de sus equipos en tiempos donde se maneje un presupuesto ajustado.

“IBR puede ayudar a los dueños de los equipos a gestionar mejor la confiabilidad de sus equipos en tiempos donde se maneje un presupuesto ajustado”



6. Creación de confianza en el dueño del equipo, La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación.

El IBR Es una herramienta que permite generar una cultura de confianza en la relación de los dueños- operadores y sus activos. Cuando hablamos de confianza aplicada a las operaciones de una planta, me refiero a la tranquilidad que siente cada operador o dueño de equipo. Es decir, crea un círculo de confianza, y dentro de él, por tanto, no es necesario estar a la defensiva ni malgastar recursos. Aquí es donde entra la vulnerabilidad, entendida como la tranquilidad de sentirte seguro de que todo estará bien, sin tener que estar evaluando a cada instante, si determinado

equipo fallara inesperadamente, pudiendo centrar todos los esfuerzos en mejorabilidad e innovación, por ejemplo.

“Cuando hablamos de confianza aplicada a las operaciones de una planta, me refiero a la tranquilidad que siente cada operador o dueño de equipo. Es decir, crea un círculo de confianza, y dentro de él, por tanto, no es necesario estar a la defensiva ni malgastar recursos.”



7. Permite descubrir otras cosas que hasta el momento se estaban haciendo mal. Uno de los hechos más interesantes del que tengo experiencia cada vez que se realiza un IBR, es que sirve para darse cuenta de cosas que no se estaban haciendo bien, bien sea en la unidad en estudio o en sus adyacencias.

En muchas ocasiones al inicio de todo proyecto, vemos o analizamos situaciones desde una sola óptica: la de diseño e ingeniería, cuando evaluamos cada detalle desde el punto de vista del riesgo, probabilidad de falla y la consecuencia, es decir haciendo un IBR, podemos hacer una especie de ingeniería inversa y de análisis de sensibilidad, en donde podemos analizar que determinado cambio puede conducirnos a que surjan efectos no deseados.

Si el IBR se realiza en la etapa de diseño, (lo cual sería lo ideal), pueden ser detectados algunos elementos de mitigación que influenciaran inclusive las etapas de diseño y la ingeniería del proyecto, bien sea conceptual o básica. Elementos detectados en la evaluación IBR, que facilitan la toma de datos de procesos, que mitigan elevados valores en consecuencia o probabilidad de falla, o dispositivos que facilitan las operaciones o el mantenimiento, pueden ser incluidos en planos, documentos y especificaciones que conforman la ingeniería y, lo más importante antes del inicio de la construcción. En esta fase del proyecto, es clave la participación del personal de operaciones y mantenimiento que estarán encargados de la planta o unidad a construir.

8. Seleccionando la adecuada técnica de inspección

IBR también ofrece una gran oportunidad para identificar vacíos y deficiencias en las tecnologías y técnicas de inspección actualmente usadas, y con ello comparar cual sería la efectividad de cada una y la mejor desde el punto de vista costo efectivo. Cada día salen al

mercado nuevas tecnologías y nuevos equipos de inspección, el usar uno u otro incidirá directamente en la probabilidad de falla y el riesgo del activo.

Por otra parte, comparando equipos y técnicas, algunas son muy costosas, y realmente no son realmente útiles para la detección de determinado mecanismo de daño la cuales muchas veces, no se adaptan al presupuesto de los clientes, o termina siendo más cara la inspección que lo que el propio equipo produce.

En algunas ocasiones un ensayo no destructivo, no reemplaza a otro, más bien se complementan entre sí. Incluso, algunos sirven como métodos generales (screening) y luego se usan otros más específicos.

Por ejemplo, no todas las indicaciones dentro del material pueden ser detectadas por radiografía, muchas veces por la orientación del defecto, estos no pueden ser detectados por las emisiones de radiación, mientras que si son altamente probables de que se detecten por otro ensayo volumétrico como el de ultrasonido y viceversa. Hay casos donde simplemente una examinación visual será suficiente para realizar la inspección, y las empresas previo a la realización del IBR venían gastando millones de dólares, probando cualquier tipo de tecnología de inspección que se cruce en el camino.

Autor:

Ing. Ely Ramirez

Consultor senior de integridad mecanica

Ingeniero mecánico

Posgrado en Gerencia de mantenimiento

Posgrado en Automatización y confiabilidad industrial

Actualmente cursando maestria en Gerencia de proyectos

Certificado internacional API 653 N° 48192 Above ground Storage Tank

Certificado internacional API 510 N° 49998 Pressure Vessels Inspector

Certificado internacional API 570 N° 53660 Piping Inspector

Certificado internacional API 577 N° 56489 Welding inspection and Metallurgy professional

Certificado internacional API 571 N° 65535 Corrosion and materials specialist

Certificado internacional API 580 N° 56525 Risk based inspection

Certificado internacional API 936 N° 67838 Refractory inspector

Certificado internacional CWI AWS N° 15053911 Certified Welding inspector

Certificado Nivel III MT NDT ASNT N° ID 245173

Con más de 16 años de experiencia en la industria de oil and Gas, onshore y offshore.

Correo Electrónico: servicios@ely-ramirez.com



Centro de Conocimientos que promueve y brinda experiencias, guías, prácticas, técnicas, herramientas, modelos y metodologías para la Gestión de Activos y Riesgos, Ingeniería de Confiabilidad, Mantenimiento y Maquinarias Rotativas, para el universo de profesionales de la ingeniería e industria mundial a través de programas de Formación, Capacitación, Investigación, y Desarrollo.



Gestión de Activos y Riesgos:

- ISO-55000: Gestión de Activos Físicos.
- ISO-31000: Gestión del Riesgo.
- RBM. (Risk-Based Methods) Métodos Basados en Riesgo.

Ingeniería de Confiabilidad:

- Técnicas de Confiabilidad.
- KPI. Indicadores Claves de Desempeño.
- BSC. Indicadores Balanceados de Gestión.
- Estudios RAM. Confiabilidad / Disponibilidad / Mantenibilidad.
- RCM. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- RCA. Técnicas de Análisis Causa Raíz.
- RBS. (Risk-Based Spare): Inventarios Basados en Riesgos.
- TPM. (Total Productive Maintenance): Mantenimiento Productivo Total.
- Lean Six Sigma.
- LCC. (Life Cycle Cost): Análisis de Costo de Ciclo de Vida.

Maquinaria Rotativa:

- Selección, Aplicación y Operación de Sistemas de Bombeo.
- Mantenimiento de Bombas y Compresores.
- Mantenimiento Mayor de Bombas (Overhaul)
- Sellos Mecánicos y Sistemas de Sellado.
- Compresores: Reciprocantes, Centrífugos y de Tornillo.
- Confiabilidad de Sistemas de Bombeo.
- Turbinas a Gas: Operación y Mantenimiento.
- Confiabilidad de Turbinas a Gas.
- Cojinetes: Aplicaciones y Análisis de Fallas.
- Fundamentos de Hidráulica.
- Alineación de Equipos Rotativos.
- Lubricación Industrial.
- Análisis Metalúrgico de Fallas.

Técnicas Predictivas:

- Análisis de Vibraciones Mecánicas.
- Análisis de Aceites Lubricantes (Tribología).
- Termografía Infrarrojo.
- Ruido Ultrasónico.

MODALIDADES

Presenciales



Distancia (On-line)



Programas Avanzados

Diplomados

Cursos

Talleres



PERSONAS

Pirámide Evolutiva de la Confiabilidad
All rights reserved. © MRI

Mobile City, Alabama - USA. 36695
+1 251 285 0287 / +1 205 578 7025
info@machineryinstitute.org

@MachineryRelia

MachineryInstitute

www.machineryinstitute.org





Criticidad de activos para generar valor en las organizaciones alineada a la ISO 55001.

Introducción

Las fluctuaciones constantes del sistema económico global está generando dentro de las organizaciones que estas, emprendan la búsqueda y adopción de nuevos procesos y herramientas que les permitan sortear las muchas incertidumbre a las que se encuentran expuestas dentro de un mercado mundialmente competitivo. Hoy en día las organizaciones se han hecho consciente que la “Gestión de sus Activos” es altamente especializada y compleja en cuanto al manejo y gestión de la información. En este sentido existen diversas estrategias y herramientas técnicas que pueden ser utilizadas durante el ciclo de vida de los activos para buscar generar valor a la organización.

En este artículo, se busca explorar un enfoque simplificado para determinar la criticidad de los activos enmarcada dentro del contexto de la ISO 55000, que permita lograr los resultados esperados, con mayor rapidez y eficacia a la hora de su implementación dentro de las organizaciones.

En este punto valdría la pena realizar algunas de las siguientes preguntas, ¿Realmente es necesario realizar el análisis de criticidad de todos los activos de la organización?, de ser así, será de utilidad el resultado de esta actividad? ¿Es una pérdida de tiempo y de dinero?”. Por lo que resulta importante antes de iniciar el proceso

de análisis clarificar el objetivo del mismo, con la intención de obtener el mayor provecho de la herramienta puesto que una vez finalizado el análisis, se debe proceder a cargar la información en el sistema de gestión que utilice su organización, ERP, EAM o CMMS, como parte de la información de soporte para la gestión de sus activos.

Según la ISO 50000-2014, La gestión de activos se define como las acciones coordinadas de una organización para generar valor a partir de sus activos. Desde esta conceptualización este artículo busca indagar si existe un acuerdo común sobre lo que es la criticidad de los activos y el impacto de esta dentro de las organizaciones.

¿Que es el análisis de criticidad o la Gestión del riesgo asociado a las fallas de los activos?

Es una metodología que permite establecer el grado de importancia, jerarquía o prioridades de las instalaciones, sistemas y activos. Esta permite establecer rangos relativos para representar las probabilidades y/o frecuencias de ocurrencia de eventos (modos de fallas) y sus consecuencias asociadas. Ambas magnitudes, frecuencias de fallas y consecuencias están dirigida a la mitigación del riesgo tal como lo describe el (estándar Norsok Z-008, 2011) - Riskbasedmaintenance and consequenceclassification.

Cuando se habla de análisis de criticidad se hace referencia a la gestión del riesgo asociado a la ocurrencia de un evento o falla (Edwin Gutiérrez, 2007).

Por otro lado la el estándar (Norsok Z-008, 2011) plantea la eliminación del término “Análisis de criticidad” y en su lugar plantea el termino mantenimiento basado en riesgo y clasificación de las consecuencia y para ello establece la matriz de riesgo mostrada en la figura 1.

Categoría	F.Fallas/años	MTBF (años)	RIESGO		
			M	H	H
F4	>1	0 a 1	M	H	H
F3	0,3 a 1	1 a 3	M	M	H
F2	0,1 a 0,3	3 a 10	L	M	H
F1	<0,1	>10	L	L	M
Consecuencia de la pérdida de la función					
Categoría de Consecuencia		C1	C2	C3	
Consecuencia en Seguridad		Sin daños potenciales Sin efectos en la seguridad	Daños potenciales Requiere tratamiento medica. Limitado efecto en la seguridad	Potencial daño serio a las personas. Daños Críticos a la seguridad. Sistema no operable	
Consecuencia en Contención		Medio no inflamable Medio no tóxico Presión / temperatura normal	Medio inflamable por debajo del punto de inflamación Medio moderadamente tóxico Alta presión/temp media (> 100 bar / 80 °C) Medio moderadamente tóxico	Medio inflamable por encima punto inflamación Medio altamente tóxico Presión extremadamente alta/temperatura media	
Consecuencia en el Ambiente / Tiempo de restitución		Polución por debajo de límites especificados < mes	Modorada polución (durante 1 mes - año)	Gran polución	
Consecuencia en producción		Sin pérdida de producción	Pérdida o disminución de la producción	Pérdida inmediata y significativa de la producción	
Otras Consecuencias		Sin consecuencia operacional o costos	Moderadas consecuencias operacionales o costos	Importantes consecuencia operacional o costos	

Figura.1 Matriz de riesgo, Norma NORZOK Z-008, (Rev. 3, June 2011)”

El objetivo principal de la norma NORSOK es establecer una guía de referencia para el diseño y la optimización de los planes y

programas de mantenimiento que permitan gestionar los riesgos asociados a los activos basados en la consecuencia e impacto que pueda tener un modo de falla considerando los riesgos relacionados con:

- Personal
- Ambiente
- Pérdida de producción.
- Impacto económico(lucro cesante, impacto en operaciones)
- Impacto en la reputación o imagen corporativa, etc.

El estándar NORSOK Z-008 aplica para Equipos Mecánicos (estáticos y rotativos), Instrumentos y Equipos Eléctricos. Están excluidas del alcance de esta Norma las Estructuras de Carga Rodante, Estructuras flotantes, Raisers y gasoductos/oleoductos.

Este estándar NORSOK es aplicable en diferentes etapas o fases del ciclo de vida de los activos, tales como:

- Fase de Diseño. Determinar los requerimientos iniciales para los programas de mantenimiento y

selección de partes y repuestos, tanto de alta rotación como estratégicos.

- Preparación para la operación: Desarrollo de programas de mantenimiento iniciales para la implementación del sistema de gestión de mantenimiento y selección de piezas de repuesto corrientes.
- Fase Operaciones. Actualización y Optimización de programas de mantenimiento existentes, como guía para priorizar ordenes de trabajo y extensión de la vida útil.

Para la determinación de la criticidad o clasificación de las consecuencias de los activos, esta norma emplea el siguiente flujograma, mostrado en la figura 2:

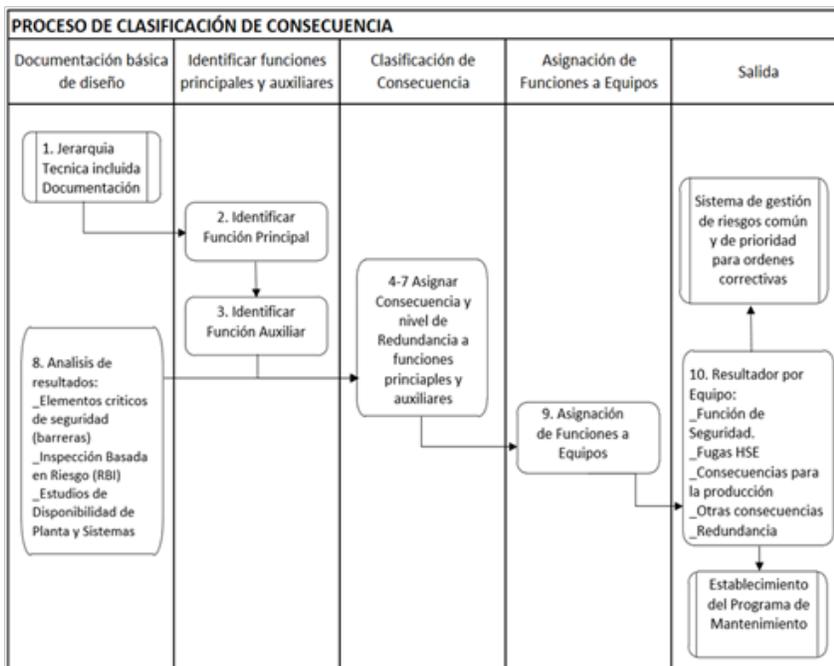


Figura 2 Proceso de clasificación de consecuencia

La Criticidad o Gestión del riesgo de los activos visto desde la perspectiva de la ISO 31000-2009.

Por otro lado la ISO 31000: 2009 - Gestión de Riesgos - Principios y Directrices define el riesgo como “el efecto de la incertidumbre en los objetivos”. El proceso de evaluación de riesgos se inicia identificando en primer lugar los eventos de riesgo, tal como lo describe la figura 3.



Figura.3 Proceso para la gestión del riesgo

A su vez, estos eventos de riesgo tienen dos dimensiones:

- La consecuencia de un evento.
- La probabilidad de ocurrencia del mismo.

El nivel general de riesgo se determina por la combinación de estas dimensiones, con frecuencia se visualiza en una matriz de riesgo, tal como la que se describe en la figura 4.

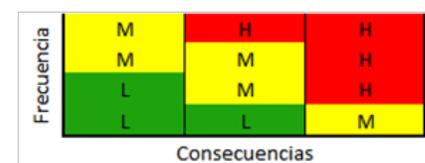


Figura.4 Matriz de riesgo

El riesgo puede expresarse de manera cualitativa, semi cuantitativa o cuantitativamente, la selección de algunas de estas formas para expresar el riesgo, debe corresponderse al tipo de riesgo estudiado, a la información

disponible y al objetivo para el que se utiliza el análisis de riesgo.

Podemos considerar el riesgo como la combinación de la gravedad de las consecuencias de un evento, y la probabilidad o posibilidad de que evento ocurra. En otras palabras, se gestiona el riesgo de que se pueda producir el evento, no al activo propiamente dicho. Por lo tanto si se considera que la criticidad del activo es el equivalente al riesgo de que ocurra la falla sobre el activo, entonces debemos ser necesario precisar, de que son las potenciales fallas las que deben ser evaluadas. Dicho de otra forma el componente de un activo puede fallar debido a diferentes modos y causas de falla, y la probabilidad y las consecuencias de cada uno de estos eventos de falla será diferente. Entonces, cabría preguntarse: ¿De qué manera es posible gestionar los riesgos asociados a la ocurrencia de estos eventos hasta llegar a un nivel global de riesgo en los activos? ¿Hasta ahora existe alguna normativa que indica cómo es posible lograrlo?

La norma ISO 31000 también establece que el tratamiento para gestionar el riesgo implica la selección e implementación de una o varias opciones que permitan modificarlos, es importante acotar, que dado a que el alcance de este artículo es al análisis de criticidad, plantearemos las opciones posibles para la gestión del riesgo de que se produzca un potencial modo de falla, dentro de estas encontramos:

- Modificar la probabilidad de falla.
- Modificar las consecuencias de falla.
- Mitigar el impacto de que se produzca la falla.

Algunas otras normas y estándares asociados

En el apartado anterior se hizo referencia a la norma ISO 31000-2009, herramientas para evaluar la gestión de riesgo y el estándar Noruego Norsok Z-008-2011, mantenimiento basado en riesgo y clasificación de las consecuencias, como herramienta orientativa asociado a la criticidad de los activos, sin embargo existen otras norma a las que hacer referencia, en este tema.

Si bien es cierto existen normas como la UNE-EN 60812-2008, Técnicas de análisis de la fiabilidad de sistemas. Procedimiento

de análisis de los modos de fallo y de sus efectos (AMFE), que ofrecen una visión más clara para llevar a cabo una gestión de los modos y efectos de falla y análisis de criticidad (FMECA). Sin embargo, hay que señalar que este proceso de criticidad está relacionada con la importancia de los modos de fallas y se utiliza como parte del proceso para establecer la prioridad de los modos de fallas, que permiten identificar las acciones más apropiada a tomar para minimizar o eliminar la probabilidad potencial o consecuencias de que este se produzca (causa), mediante el uso del Numero de Prioridad de Riesgo (NPR). Este proceso no está destinado a dar lugar a una evaluación global a nivel de criticidad activos o componentes. Además, esta evaluación de riesgos se realiza normalmente suponiendo que no hay controles establecidos para mitigar los riesgos asociados a cada modo de fallo, que por lo general, no es el caso una vez que el activo está en operación.

Incluso la norma (ISO 55000-2014, Gestión de Activos), no incluye en sus definiciones el análisis de criticidad, aunque sí

define que es un “Activo Crítico”. “Activo que tiene potencial de impactar significativamente en el logro de los objetivos de la organización”, por otro lado la norma (ISO 55001-2014, Gestión de Activos-Requisitos) en el requerimiento 6.2.2, párrafo K, solicita a las organizaciones “que deben emprender las acciones necesarias para tratar los riesgos y oportunidades asociados a la gestión de activos, teniendo en cuenta de qué, modo, estos riesgos y oportunidades pueden cambiar con el tiempo, estableciendo procesos para:

- Identificar riesgos y oportunidades;
- Evaluar riesgos y oportunidades;
- Determinar la importancia de los activos para el logro de los objetivos de gestión de activos;
- Implementar el tratamiento adecuado, realizar el seguimiento de los riesgos y oportunidades.

Adicionalmente la ISO 55002-2014 “Directrices para la implementación de la gestión

de activos, sugiere que un “un proceso de clasificación de riesgo se puede utilizar para determinar qué activos tienen un importante potencial de impactar en el logro de los objetivos de la gestión de activos, es decir, que son los activos críticos”. Sin embargo, una vez más, la evaluación del riesgo implica tener que evaluar la probabilidad de un evento, que a su vez significa que debemos tener claro, exactamente qué eventos se están evaluando, y cómo la probabilidad y las consecuencias asociadas a ello puede impactar al negocio.

¿Por qué determinar la importancia de los activos dentro del sistema productivos de la organización?

Tal como lo establece la ISO 55000-2014, dado que el valor de los activos determina el valor de la organización y este valor cambia durante las diferentes etapas del ciclo de vida del activo, para las organizaciones es determinante gestionar los riesgos asociado a ello, en la práctica las organizaciones utilizan algunas de las diferentes razones para llevar a cabo una adecuada gestión de los riesgos asociados a los modos

de fallas dentro del proceso productivo (Wang, Chu, & Wu, 2007).

Algunos de los usos potenciales para una clasificación adecuada de los activos críticos de la organización dentro del CMMS, ERP o EAM son:

- Como elemento de entrada para determinar la prioridad para llevar a cabo las tareas de mantenimiento sobre los activos. (a veces combinado con una “orden de trabajo Prioridad” se consignará en la tarea específica para dar una prioridad general para la tarea).
- Establecer estrategias adecuadas para la mitigación de los riesgos asociados a la ocurrencia de los modos de fallas (monitoreo de condición, ACR, RCM, etc.)
- Determinación de los repuestos necesarios para garantizar la continuidad operacional (Reliability Centre Spare), es

decir apoyar el establecimiento de los niveles óptimos de inventarios (máximos, mínimos, puntos de re orden, etc.), soportados con la información necesaria de confiabilidad.

- Aportar datos e información de los activos críticos alos programa de CAPEX y OPEX, para priorizar su actualización o sustitución.
- Direccionar y Orientar a los ingenieros de confiabilidad para que enfoquen sus esfuerzos para mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los activos identificados como “críticos”.

Elementos claves para la gestión de la criticidad de los activos de la organización.

Existen 3 elementos claves que deben ser gestionados a la hora de llevar a la práctica un análisis de criticidad de activos dentro de una organización, estos elementos se muestran en la figura 5.



Figura 5. Pasos para el desarrollo de la criticidad de los activos

1. Selección del Método o Matriz de riesgo.

Para desarrollar el primer elemento de la figura 5, según (El Thalji & Liyanage, 2012) las grandes corporaciones industriales, el proceso de selección del método o diseño de la matriz suele llevarlo a cabo de forma corporativo, es definida a un alto nivel, y luego distribuida a las diferentes unidades de negocios, sin embargo, es necesario recordar que este método o matriz debe ser revisada y adaptada a cada contexto operacional, por lo tanto esta es una responsabilidad

del equipo de trabajo que lleva a cabo el proceso de evaluación dentro de la organización.

Según (Edwin Gutiérrez, 2007), durante este proceso de concepción y selección de una estructura de criticidad para un sistema, proceso o negocio en particular, debe tomarse en cuenta tres grandes tareas:

- Realizar un exhaustivo análisis estadístico de eventos de falla y de su impacto global en el negocio, para establecer rangos relativos para las frecuencias de falla y para los impactos o consecuencias de falla.

- Establecer claramente que se considerará como riesgo intolerable y lo que se considerará como riesgo tolerable; lo cual implica un extenso análisis de “toleranciaal riesgo” en toda la organización, y la revisión de normas, estándares y regulaciones vigentes por tipo de proceso.

- Lograr un “gran acuerdo” aceptado a todos

los niveles donde se utilizará la estructura de criticidad y unificar criterios para su interpretación y correcta utilización.

Adicionalmente el equipo de trabajo debe definir los criterios a utilizar para el proceso de evaluación de la criticidad de los activos, algunos de estos criterios son:

- Lucro cesante
- Efecto en la seguridad, higiene y ambiente
- Impacto en la imagen corporativa
- Impacto en los costos de mantenimiento
- Frecuencias de falla
- Flexibilidad operacional (existencia de stand by o respaldo)
- Entre otros

En la práctica las acciones descritas previamente son posibles, pero implican una considerable inversión de recursos (humanos, económicos y tecnológicos), (Parra, 2012). Por lo que las unidades de negocios dentro de las organizaciones deben buscar adecuar estos criterios en dos direcciones:

- A medida que el tamaño de los riesgos asociados con las fallas a nivel de los activos es bajo, las ponderaciones se deben adecuar al contexto, dicho de otra forma, cada criterio a evaluar en la matriz de riesgo debe penalizar en proporción al contexto operacional.
- Por otro lado las matrices de riesgos o plantillas de criticidad, tienden a contener una gran cantidad de categorías de riesgo que se superponen. Es decir, según (O'Connor & Mosleh, 2016) la matrices de riesgo que evalúan de forma individual todas las siguientes categorías: Salud, Seguridad, Medio Ambiente, Comunidad, la reputación, operaciones, mantenimiento etc. En realidad o en la práctica a nivel de activos, lo que se evidencia, es que si un evento

conduce a consecuencias significativas o de gran impacto en una de estas categorías o criterios, entonces lo más probable es que también tenga consecuencias significativas en una o más de las otras categorías, por lo tanto, con frecuencia se tiene la oportunidad de combinar o eliminar categorías de consecuencia con el fin de agilizar el análisis.

2. Definir la jerarquía de los activos de la organización (estructura desagregada y taxonomía)

Al establecer una jerarquía de activo a lo largo de líneas funcionales (una planta se compone de un número de unidades de proceso, y cada unidad de proceso se compone de varios sistemas de activos, y cada sistema se compone de activos individuales etc.)(ISO 14224-2006), entonces esto va a acelerar en gran medida el análisis de criticidad de los activos de su organización. En cambio si su jerarquía de activos no está organizada a lo largo de estas líneas, entonces valdría la

pena invertir tiempo necesario en la reestructuración de la jerarquía a lo largo de líneas funcionales.

Incluso si la jerarquía de activos de su organización está dispuesta a lo largo de líneas funcionales, con mucha frecuencia existe la necesidad de revisar esta estructura jerárquica, y para ello se puede iniciar revisando la definición de taxonomía según (ISO 14224-2006), que la define como la clasificación sistemática de los activos en grupos genéricos basados en factores posiblemente comunes de varios sistemas.

Establecer una clara y ordenada taxonomía de los activos permite obtener una descripción de los límites y frontera de estos dentro de los sistemas, y resulta imprescindible para efecto de obtener la información necesaria así como para el análisis de los datos del mantenimiento y la confiabilidad en cualquier tipo de industrias, plantas u organización intensiva en activos. Por otro lado, facilita la comunicación e interacción entre todas las área

habilitadoras y que ejercen acciones sobre los activos que pueden impactar en la generación de valor (ISO 55002, 2014).

Según la (ISO 14224-2006) la correcta identificación y registro de los activos de una organización es una de las primeras y fundamentales acciones que cualquier organización intensiva en activos pueda emprender, dado que de esta forma se puede obtener y documentar la información necesaria para dar respuesta a las siguientes preguntas:

¿Cuál es el inventario de activo de la organización?

¿Cuál es estado actual o condición de los activos?

¿Dónde se encuentran ubicados?

¿Qué tipo de intervenciones, Tipos de mantenimientos y costos están asociado a los activos?

¿Es posible establecer estrategias de reemplazo?

La taxonomía permite establecer una estructura jerárquica basada en factores posiblemente comunes a varios de los activos tales como (ubicación, uso, subdivisión de activo, etc.), tal como se muestra en la figura.6.



Figura.6 Taxonomía

Según la (ISO 14224-2006) una adecuada taxonomía de activos permite obtener ventajas competitivas en cuanto a la facilidad de interacción y fluidez de la información, para ello es necesario aclarar, que esto se cumplirá, siempre y cuando la información que se documente y registre sea confiable y de calidad, algunas de las áreas de la organización que se benefician de ello son:

Planificación y programación.

Gestión y administración de las actividades del mantenimiento (Ordenes de trabajos, Solicitud de pedidos de servicios y compras), Gestión de costos, catalogación de repuestos, gestión de indicadores, etc.

Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad

Optimización de planes de mantenimiento mediante el uso de metodologías como RCM, FMECA, IBR, Análisis estadísticos de pérdidas, análisis de causa raíz.

Ejecución del Mantenimiento

Entregas de OT, generación de avisos en campo, retroalimentación OT.

Operaciones

Generación de solicitudes de OT por el usuario (operadores), interacción directa con mantenimiento.

Finanzas

Apoyo en la gestión financiera de los costos del ciclo de vida de los activos: NIC 16, NIC 36. (Revalorización de activos, etc)

Cabe señalar que la identificación taxonómica de los activos la definen normalmente las organizaciones, sin embargo la norma (ISO 14224-2006), provee un marco de referencia de asignación de códigos únicos para cada activo dentro del sistema de gestión, y esta puede ser aplicada a diferentes tipos de industrias, por otro lado es importante señalar que este tipo de estructura taxonómica no aplica para la industria de generación eléctrica que utiliza el sistema KKS.

3. Hasta donde desagregar la estructura de activos de la organización.

Muchas organizaciones tienen sus procesos de desagregado de activos muy documentado y claros, sin embargo aún existen organizaciones que clasifican partes mantenibles o re cambios (rodamientos) como un activo, lo que se considera un error conceptual, dado que esto desvirtúa la información que debe registrarse dentro del sistema de información (ERP, AEM,

CMMS) para efecto de los análisis posteriores. Si bien es cierto existen algunos criterios particulares dependiendo del tipo de organización, en especial para aquellas partes cambiables que tienen un alto impacto en los costos y que su fabricación sea especial, estos normalmente se consideran como activos, ejemplo de ello un alabe de una turbina.

Es frecuente encontrar dentro de los sistemas de información de las organizaciones (ERP, EAM o CMMs) desviaciones como por ejemplo, activos que no pertenecen a ningún sistema

o activos que se encuentran en la posición incorrecta en dentro de la jerarquía. La revisión de estos elementos antes de empezar una adecuada evaluación de la criticidad, acelerará el proceso de análisis al equipo de personas responsable de ello.

En la práctica la idea es poder descomponer la estructura de activos por sistemas principales y auxiliares, a continuación se comparte un ejemplo de descomposición de un ciclo combinado en sistemas, para efecto de facilitar el análisis del mismo:

- Gas Yard o ERM
- Turbina de Gas
- Condensador del Ciclo de Vapor
- Turbina de Vapor
- Generador
- Calderas
- Sistema de Refrigeración
- Sistema de Alta Tensión
- Sistema de tratamiento de Agua
- Sistema contra incendio
- Equipos Auxiliares

4. *Evaluar los riesgos de fallas de los activos.*

Según (El Thalji & Liyanage, 2012) al evaluar los riesgos asociada a las fallas para determinar la criticidad de los activos, hay cuatro recomendaciones clave para lograr un proceso robusto, pero racionablemente adecuado al contexto operacional.

- Evaluar el riesgo relacionado con la probabilidad de ocurrencia del modo de falla.
- Seleccionar al menos un caso, aquel que tiene mayor impacto a nivel del Mantenimiento, Reparación y Operaciones.
- Evaluar sólo una dimensión del riesgo.
- Comenzar en la parte superior de la jerarquía de activos en aquellos procesos medulares

de la organización.

Resultados de la evaluación de los riesgo asociada a las fallas de los activos o del análisis de criticidad de activos.

Una vez llevada a cabo el proceso de evaluación por el método que se haya seleccionado, para el caso de este escrito utilizaremos la matriz de riesgo recomendada por el (estándar Norsok Z-008, 2011). Riskbasedmaintenance and consequenceclassification. Figura.7 mostrada anteriormente.

Categoría	F.Fallas/años	MTBF (años)	RIESGO		
			M	H	H
F4	>1	0a1	M	H	H
F3	0,3 a 1	1a3	M	M	H
F2	0,1 a 0,3	3a10	L	M	H
F1	<0,1	>10	L	L	M

Consecuencia de la pérdida de la función			
Categoría de Consecuencia	C1	C2	C3
Consecuencia en Seguridad	Sin daños potenciales Sin efectos en la seguridad	Daños potenciales Requiere tratamiento médico. Limitado efecto en la seguridad	Potencial daño serio a las personas. Daños Críticos a la seguridad. Sistema no operable
Consecuencia en Contención	Medio no inflamable Medio no tóxico Presión / Temperatura normal	Medio inflamable por debajo del punto de inflamación Medio o moderadamente tóxico Alta presión/ temperatura (> 100 bar / 80 °C) Medio o moderadamente tóxico	Medio inflamable por encima punto inflamación Medio altamente tóxico Presión extremadamente alta/temperatura media
Consecuencia en el Ambiente / Tiempo de restitución	Polución por debajo de Límites especificados < 3 meses	Moderada polución (plutante 3 meses -año)	Gran polución
Consecuencia en producción	Sin pérdida de producción	Pérdida o disminución de la producción	Pérdida inmediata y significativa de la producción
Otras Consecuencias	Sin consecuencia operacional o costos	Moderadas consecuencias operacionales o costos	Importantes consecuencias operacionales o costos

Figura.7 Matriz de riesgo, Norma NORZOK Z-008, (Rev. 3, June 2011)"

Como resultado de la aplicación de esta matriz, obtendremos una tabla de activos jerarquizadas con los niveles de riesgo altos, medio y bajo, tal como se muestra en la figura 8.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD	FACTORES EVALUADOS				
	Seguridad	Medio Ambiente	Producción	Costos Mito.	CRITICIDAD
ACTIVOS	CRITICIDAD	CRITICIDAD	CRITICIDAD	CRITICIDAD	
BOMBA DE RETROALIVADO 2B	A	B	B	B	B
BOMBA DE RETROALIVADO 3C	B	B	B	B	A
BOMBAS DE RETROALIVADO 1D	B	B	B	B	B
BOMBA DE RETROALIVADO 1E	B	B	B	B	B
BOMBA AGUA CONDENSADA 2A	B	B	B	B	A
BOMBA AGUA CONDENSADA 2B	B	B	B	B	A
BOMBA AGUA ALIMENTACION 2A	B	B	B	B	A
BOMBA AGUA ALIMENTACION 2B	B	B	B	B	A
BOMBA AGUA ALIMENTACION 2C	B	B	B	B	A
BOMBA DE FILTRADO 2A	B	B	B	B	A
BOMBA DE FILTRADO 2B	B	B	B	B	A
BOMBA DE FILTRADO 2C	B	B	B	B	B
BOMBA AGUA ENFRIAMIENTO 2A	B	B	B	B	A
BOMBAS AGUA ENFRIAMIENTO 2B	B	B	B	B	A
BOMBAS DE RECIRCULACION ABSORBER 2A	B	B	B	B	B
BOMBAS DE VACIO 2A	B	B	B	B	B
BOMBAS DE VACIO 2B	B	B	B	B	B
BOMBAS DE VACIO 2C	B	B	B	B	A
BOMBAS DE VACIO 2D	B	B	B	B	B
BOMBAS DE VACIO 2E	B	B	B	B	B
BOMBAS AGUA CONDENSADA	B	B	B	B	A

Figura. 8 Listado de activos jerarquizados por niveles de riesgos

Determinar la estrategia de mitigación de riesgos que se aplicará a los activos.

Existen algunos planteamientos en cuanto a definir de qué manera pueden ser mitigado estos niveles de riesgo asociados a la probabilidad de ocurrencia de los modos de fallas en los activos, sin embargo en este apartado compartiremos el enfoque planteado por (Dunn, 2015), tal como se muestra en la figura 9, para hacer frente a los mismos.

Criticidad de Activos	Estrategia de mitigación del riesgo
Alta	Plan de contingencia, Confabilidad basado en repuestos, Mantener repuestos críticos en inventario, Mantenimiento predictivo y Mantenimiento preventivo
Media	Mantenimiento predictivo y Mantenimiento preventivo
Baja	Mantenimiento preventivo, Run to fail o acción mantenimiento correctiva

Figura 9. Estrategias de mitigación del riesgo, adaptada y modificada (Dunn, 2015)

En este tipo de enfoque la clave es tener la claridad si se aplica el mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo o cualquier otro. En particular, la selección de la estrategia de mantenimiento debe dar respuesta a los modos de fallo específicos que se producen en los activos(Wang et al., 2007). Por otro lado para asegurar que el plan de contingencia se corresponde con los activos de alta criticidad, es necesario considerar si debe o no mantener repuestos críticos

dentro del almacén o bodega y para ello, se mencionan algunos aspectos.

La criticidad de activo como información para estimar la cantidad de repuestos óptimo dentro del almacén.

En este punto solo se pretende dar una interpretación y uso de la información de los niveles de riesgos o criticidad de los activos para la estimación de las cantidades de repuestos óptimas a considerar dentro del almacén.

Tal como lo afirma (Organ, Whitehead, & Evans, 1997), si la definición de los niveles de criticidad de los activos no está claramente definida, entonces la definición de “piezas de recambio crítica” tampoco lo estará. Muchas organizaciones sostienen como política, que deben ser mantenidos en el almacén, solo repuestos de alto valor, otros consideran que esto excluye del stock los artículos de alta rotación. Por otro lado, otros confunden las definiciones de repuesto “críticos” con los repuestos “estratégicos”.

Para llevar a cabo este proceso (Kirkwood, 2014) afirma que es necesario considerar los eventos potenciales de falla (modos de fallas) que originan la necesidad de que ese repuesto se encuentre en el almacén. Este puede, o no, ser el mismo evento de falla que consideramos cuando evaluamos la criticidad general para ese activo. Si no es así, entonces a continuación, debemos utilizar una evaluación genérica de la criticidad de activos, ahora bien, es probable que este ejercicio nos pueda conducir a un exceso de existencias de piezas de repuesto. Por lo tanto, es necesario evaluar los riesgos a los que estarían expuestos los activos, sino se disponen de los repuestos en stock, y comparar esto, con los riesgos que supondría tenerlos en stock. El nivel de reducción del riesgo que resulta debe equilibrarse con los costos de mantener la pieza de repuesto en stock (Gulati, 2012)

Por tanto la determinación del stock de repuesto es fundamental para la organización y el análisis de criticidad provee información determinante que permitirá a la organización optimizar costos de inventarios (Slater, 2010)

Influencia del análisis de criticidad en la estrategia de reemplazo y actualización de activos.

Para llevar a cabo el proceso de determinación de la estrategia de reemplazo de los activos de una organización, según (Rodríguez R, 2007) debemos considerar varios elementos como: El análisis de coste del ciclo de vida (LCC) la condición actual de activo y la importancia del activo dentro del proceso (criticidad del mismo), y esta estrategia debe estar adecuada al contexto de las operaciones de la organización. Por tanto para llevar a cabo este ejercicio de forma adecuada, el análisis de criticidad debe ser revisado y actualizado de forma periódica.

Por otro lado dado que el ciclo de planificación de capital (CAPEX) normalmente es medido en años, se hace necesario pronosticar cuándo probablemente se tenga que sustituir o mejorar el activo al menos a un año vista, aunque la mayoría de las veces probablemente con varios años de antelación (3-5 y hasta 10 años). Esto significa que, para que este ejercicio de planificación de capital (CAPEX) sea valioso, no

es suficiente evaluar la criticidad equipo actual - también hay que prever su criticidad futuro.

Conclusión

La criticidad de los activos de una organización establece el grado de importancia que tienen estos dentro del sistema de activos, por lo tanto esta permite gestionar los riesgos asociados a la ocurrencia de los modos de fallas de una forma adecuada.

Por otro lado garantiza información adecuada al contexto operacional, para establecer, estrategias de mantenimiento, estrategias de reemplazo de activos, estimación de repuestos y gestión de los costos del ciclo de vida de los activos.

Finalmente facilita la toma de decisiones de forma más eficientes y con una gestión de las incertidumbres adecuadas, para llevar a cabo las actividades de mantenimiento, esto incluye asignación y distribución de recursos (humanos, repuestos, económicos) contribuyendo de esta forma con la rentabilidad y sostenibilidad del negocio.

.....

AUTOR.

Alexis Lárez Alcázar; CMRP

MSc. Gestión de Proyecto y MSc. Habilidades Directivas. Postgrados en Gestión de Activos, Mantenimiento y Confiabilidad.

Auditor líder de sistemas de gestión (ISO 55001 / ISO 9001)

Docente Universitario / Consultor / Conferencista internacional

Doctorando en UCAM

Correo Electrónico: alarez@a3consulttraining.com



RAULYN+LADERA
diseñador gráfico

¿Buscando Diseño Gráfico?

Nosotros somos tu alternativa.
Creamos para ti diseños adaptados
a las nuevas tendencias.

Nuestros Servicios



diseño gráfico



web



branding

✉ rauln534@gmail.com



Copyright ©2017 - raulynladera

Investigación y desarrollo en mantenimiento basado en condición como indicador del desempeño de planes de eficiencia energética y optimización de procesos industriales

La producción industrial depende fuertemente de la disponibilidad y el correcto funcionamiento de los procesos tecnológicos involucrados, los cuáles se dan desde los procesos de planta, hasta los procesos a niveles gerenciales. Considerando que, en un sentido general, una falla es aquello que cambia el comportamiento de los sistemas de modo que no pueden satisfacer su propósito original, las fallas en los procesos de planta pudieran tener efectos catastróficos incluso en los sistemas de ejecución de manufactura y planificación de los recursos de la empresa, si estos no incluyen acciones que le permita lidiar antes los diferentes escenarios que una falla de planta puede generar a los largo de toda la pirámide de

automatización.

Es por ello que la gerencia de mantenimiento, normalmente separada de las gerencias responsables de los procesos de producción a nivel de control, ejecución y planificación, toma cada vez un rol más importante en toda la dinámica de la producción industrial, y la tendencia es que se haya una integración que permitan generar flujos de trabajo comunes que permitan manejar eficiente y eficazmente aspectos como: Notificaciones de falla o comportamientos anormales, instrucciones en línea, procedimientos si las alarmas son ignoradas, acciones de mitigación de la falla (qué hacer mientras de espera por la reparación), acciones correctivas directas, y pasos para regresar a la condición normal de funcionamiento, una vez la falla se ha reparado.

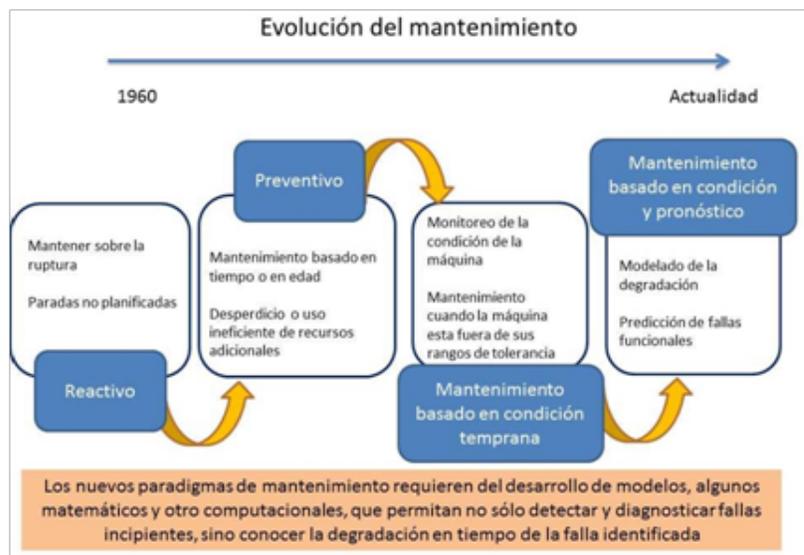


El Mantenimiento Basado en la Condición (CBM) es una estrategia de mantenimiento que tiene como objetivo extender la vida útil de las máquinas, aumentar la productividad y reducir los costos de operación diarios. Bajo esta estrategia, los servicios de mantenimiento se basan en el conocimiento del estado de los procesos o máquinas, entendiendo como estado a la determinación de si el proceso está en condición de funcionamiento normal o de una falla, y en este último caso cual es la situación anómala particular existente y el nivel de degradación. Una consecuencia directa de aplicar mantenimiento basado en condición, es que se pueden detectar fallas incipientes, aquellas que apenas están comenzando, cuyo monitoreo adecuado permite determinar cuándo y qué tipo de mantenimiento se necesita. Esto permite evitar la ejecución de procedimientos intrusivos que pueden resultar en paradas de planta no necesarias. Al evitar paradas no necesarias, el grado de aplicación de tareas de mantenimiento basado en condición estaría funcionando como un indicador de eficiencia energética y optimización de

procesos industriales.

Nuevos procedimientos para el desarrollo de técnicas de mantenimiento basado en condición son elementos fundamentales como indicadores del desempeño de planes de eficiencia energética y optimización de procesos industriales. Un mantenimiento regular significa mayor desempeño en eficiencia energética además de ser efectivo en costo. Según diferentes estudios, existe evidencia importante de que políticas de mantenimiento adecuadas soportan la adopción de mejores prácticas de ahorro energético, resaltando que se puede alcanzar hasta un 15% de reducción en la eficiencia energética por la ausencia de un mantenimiento efectivo. Entonces, el primer paso en un plan de eficiencia energética es reparar, mantener y operar los equipos existentes tan eficientemente como sea posible.

El rol del mantenimiento para propósitos de confiabilidad ha sido ampliamente estudiado como tópico en la ingeniería de confiabilidad. Específicamente, el mantenimiento basado en condición es una estrategia orientada a la ejecución de tareas con el objetivo de extender la vida útil de los equipos, aumentar la productividad y reducir los costos de operación. Pero además, los resultados de aplicación de estas tareas es fundamental para la planificación de otras actividades de mantenimiento orientadas a tiempo, para prevenir la ejecución de acciones correctivas (esto es, cuando los equipos ya han dejado de cumplir su función).

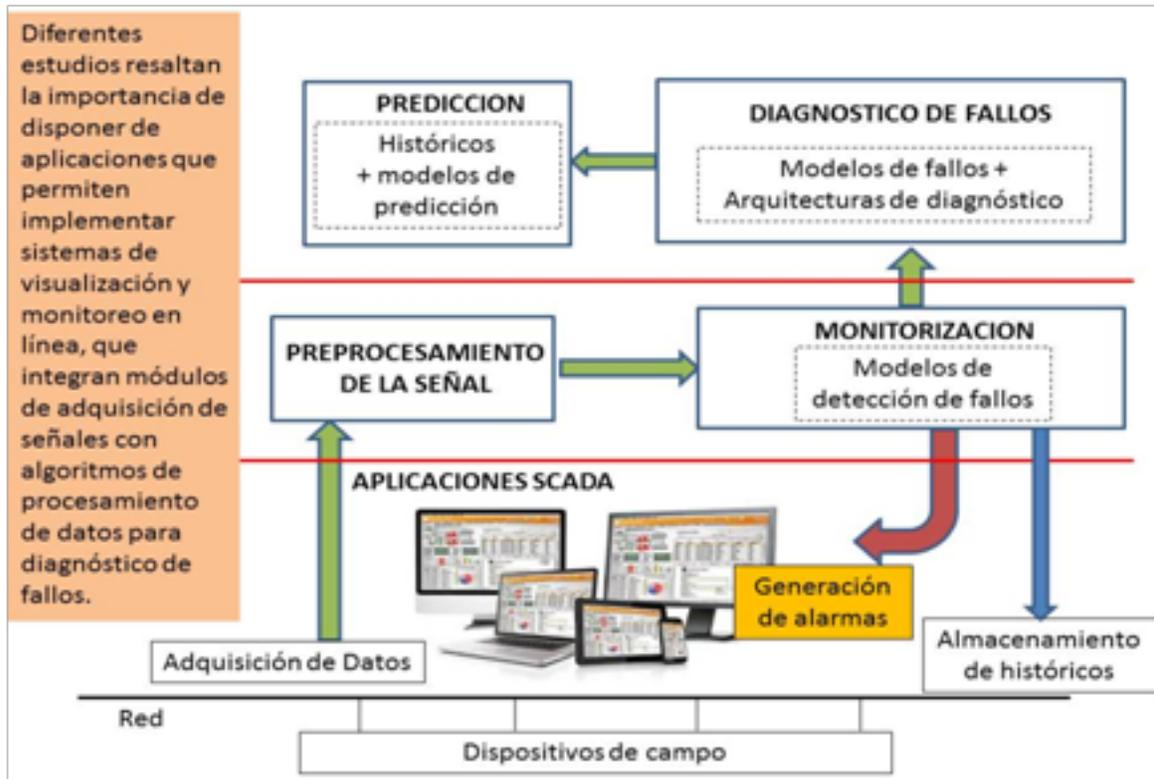


En este sentido, se justifica el estudio de diferentes alternativas que produzcan elementos indicativos de eficiencia energética a través del mantenimiento industrial, en dos ejes importantes: (1) mejora en la disponibilidad de máquinas energéticamente eficientes, mediante la planificación y ejecución de tareas de mantenimiento basado en condición, y (2) optimización de los proceso de producción, mediante la implementación de algoritmos de mantenimiento basado en condición, con capacidad para procesar e integrar los datos en tiempo real, integrando Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). En el primer y segundo componente existen aún problemas abiertos, poco explorados, abiertos a investigación, el tercer componente está orientado al estudio de soluciones tecnológicas.

La detección y diagnóstico de fallos como tareas primordiales en el mantenimiento basado en condición está ampliamente estudiado y reportado en la literatura, donde se usan diferentes señales medidas de los dispositivos conjuntamente con modelos matemáticos y computacionales de diferente naturaleza, para identificar cuál es el estado actual del equipo (detección de fallas), la situación particular anómala que puede estar ocurriendo (diagnóstico de fallas),



Finalmente, la industria ha expresado la necesidad de integración de datos en tiempo real con procesos de conocimiento empotrado (knowledgeembeddedprocess). Un ejemplo de ésto es la ejecución de tareas de mantenimiento basado en condición que puedan ser implantadas en sistemas SCADA o en sistemas embebidos. Diferentes estudios resaltan la importancia de disponer de aplicaciones que permiten implementar sistemas de visualización y monitoreo en línea, que integran módulos de adquisición de señales con algoritmos de procesamiento de datos para detección y diagnóstico de fallos. Más recientemente se pueden encontrar ejemplos de desarrollo de tecnología que usan dispositivos FPGA con este propósito de desarrollo de sistemas de monitoreo basado en la condición, lo cual evidencia que es posible continuar haciendo aportes tecnológicos en esta dirección.



Existen diferentes enfoques de desarrollo de aplicaciones de detección y diagnóstico de fallas, unas usando modelos matemáticos y otras usando modelos computacionales basados en datos, que incluyen los paradigmas de la inteligencia artificial y las máquinas de aprendizaje. En futuros artículos estaremos conversando sobre este interesante tema de investigación y desarrollo.

AUTOR:

Mariela Cerrada Lozada.

Ingeniero de Sistemas y MSc. en Ingeniería de Control de la Universidad de Los Andes de Mérida-Venezuela.

PHD en Sistemas Automáticos del Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas de Toulouse-Francia.

23 años de experiencia académica y de investigación reportadas en más de 100 artículos científicos y más de 12 proyectos de investigación y asesoría, en el campo de control de procesos y la supervisión industrial.

Correo: cerradam@gmail.com



ISO 55000, ISO 31000 y API RP 581 ALIADOS FUNDAMENTALES PARA LA GENERACIÓN DE VALOR EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE LOS ACTIVOS FÍSICOS

Introducción

El análisis del riesgo ha sido utilizado de manera informal a lo largo de la historia de la humanidad, asociado siempre con la toma de decisiones. Estas corresponden a cuestiones tan simples como cruzar una calle o tan complejas como el diseño y operación de instalaciones industriales. En cualquier caso existen múltiples posibilidades, unas mejores y otras peores, cuya elección supone valorar y aceptar el riesgo asociado con la incertidumbre del resultado futuro.

El proceso de análisis del riesgo ha ido evolucionando a lo largo de la historia, aunque siempre ha estado basado en la recolección del mayor volumen de información posible acerca del problema y en la experiencia adquirida en el análisis de problemas similares.

Dicha evolución ha ido acompañada o precedida por la demanda social de mayores niveles de seguridad, en particular en aquellos aspectos de la actividad humana que puedan suponer la pérdida de vidas humanas, graves daños al entorno, o pérdidas comerciales importantes. En ello ha influido, evidentemente, la rápida evolución tecnológica que ha experimentado la industria a lo largo de las últimas décadas, lo que ha llevado a un aumento de la frecuencia de accidentes con impacto importante

sobre las personas, el medio ambiente o la propiedad. Estas

circunstancias han favorecido el crecimiento de un sentimiento generalizado sobre la necesidad de controlar de manera más precisa el riesgo asociado con el desarrollo de la actividad industrial.

1. Definición De Riesgo.

Desde el punto de vista filosófico, el riesgo es un concepto complejo que tiene que ver con la posibilidad de ocurrencia de sucesos en el futuro, y que, por consiguiente, no se encuentra presente en aquellas situaciones donde el futuro se conoce con total certeza. En cierto sentido, el riesgo se considera como algo irreal, producto de la mente, que se encuentra íntimamente ligado a la percepción individual o colectiva. Podemos

decir entonces que el temor que infunde el enfrentar situaciones que encierren incertidumbre y pongan en peligro la integridad física del hombre o su entorno este sentimiento lo identificamos los humanos como riesgo. Sin embargo, el propósito del ingeniero consiste en tratar de establecer su valoración mediante las técnicas y modelos matemáticos a su alcance.

La palabra riesgo es entendida en la mayoría de los casos en términos peyorativos, aunque se encuentre

presente, en mayor o menor medida, en gran parte de la actividad humana, hasta el punto que éste no es asumido de manera voluntaria sin esperar un beneficio a cambio.

No existe una relación lineal entre la reducción del riesgo y la asignación de recursos necesaria para ello. Es más, cuanto menor es el nivel de riesgo deseado mayor es el número de recursos necesarios para su disminución, y en la mayoría de los casos no existe el término riesgo nulo. Por consiguiente, se habla de riesgo aceptado o soportado sobre la base de los recursos asumidos

como convenientes para controlarlo.

En el lenguaje cotidiano el riesgo es sinónimo de peligro y, por consiguiente, se considera que ambos son intercambiables. Sin embargo, un tratamiento riguroso por parte del ingeniero que debe llevar a cabo el análisis de riesgos requiere que la terminología sea más precisa. La figura 1 muestra un esquema con los conceptos básicos más importantes, cuyo dominio resulta imprescindible para entender el fundamento para seleccionar y manejar la técnica más adecuada en cada caso dentro de las diferentes etapas que componen el procedimiento de aplicación del Análisis de Riesgo.

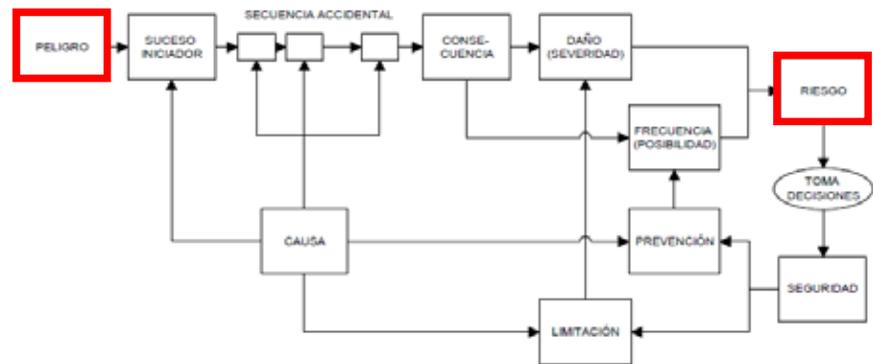


Figura 1. Esquema conceptual del Riesgo

Peligro: El concepto de peligro, en inglés “hazard”, se utiliza para designar una condición física o química que puede causar daños a las personas, al medio ambiente y/o a la propiedad. Por consiguiente, el peligro es algo tangible y objetivo. Entre los ejemplos de tipos de peligros se pueden citar las sustancias tóxicas, inflamables y explosivas, la altura.

Riesgo: Por su parte, el riesgo, en inglés “risk”, se utiliza para indicar la posibilidad de causar pérdidas o daños a las personas, al medio ambiente y/o a la propiedad como consecuencia de la ocurrencia de sucesos no deseados. Así, el riesgo puede entenderse como una medida cuantitativa del peligro.

La diferencia entre peligro y riesgo se pone de manifiesto en la figura 1. El peligro se encuentra en el origen de una consecuencia adversa sobre las personas, el medio ambiente y/o la propiedad. Sin embargo para que el peligro existente desemboque en dicha

consecuencia adversa se requiere que ocurra una cadena de acontecimientos. El primer eslabón de la cadena corresponde al suceso iniciador. En principio, en el caso de instalaciones, los sucesos iniciadores se dividen en dos grandes grupos:

- **Sucesos internos, tales como:**

Perdida de la función contención de equipos activos tales como recipientes a presión, tuberías, calderas, bombas, mal funcionamiento en procesos de operación y controles, y errores humanos.

- **Sucesos externos, tales como:**

Fenómenos naturales (rayos, terremotos, inundaciones), impactos de industrias vecinas, impactos de medios de transporte como por ejemplo aviones, camiones, errores humanos o sabotajes.

El primero de los grupos tiene su origen en la propia actividad industrial mientras que el segundo se sitúa en el entorno de la actividad.

Causas: Como se esquematiza en la figura 1, detrás de cada suceso iniciador o eslabón de la cadena accidental existen diferentes causas que explican el camino concreto seguido en la progresión de un determinado accidente hasta llegar a un determinado tipo de consecuencia, el cual es conocido como secuencia accidental. La identificación de las causas que pueden conducir a las diferentes secuencias accidentales es fundamental, no sólo para cuantificar el riesgo de una secuencia accidental, sino en particular para establecer la política más adecuada en materia de seguridad para contrarrestarlo.

Componentes del riesgo: frecuencia y daño son los elementos que el ingeniero estableció para valorarlos y frecuentemente cuando se pide una definición es común escuchar esta.

Cada secuencia accidental conduce a un determinado tipo de consecuencia adversa para la seguridad de las personas, medio ambiente y/o propiedad. Además de las causas, dos son los aspectos que caracterizan a una determinada secuencia accidental; el

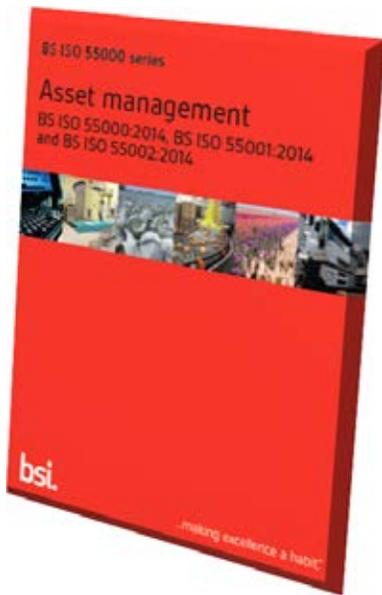
primero referido a la frecuencia con que esta puede ocurrir y en segundo lugar el daño que su ocurrencia puede generar. Por ello, en general se habla de que el riesgo tiene dos componentes, correspondientes a la frecuencia y el daño. Así, una de las maneras más simples y comunes de expresar el riesgo de una secuencia accidental es mediante el siguiente producto:

$$R = F \cdot D$$

Donde F representa la frecuencia prevista de ocurrencia, por ejemplo, expresada como veces por unidad de tiempo, y D corresponde al daño esperado tras dicha ocurrencia, el cual es la medida de la magnitud o severidad de un determinado tipo de consecuencia, por ejemplo, expresada como la cantidad de pérdidas económicas por cada suceso.

2. Serie Iso 55000 Gestión De Activo.

Esta Norma Internacional proporciona una visión general de la gestión de activos y Gerencia de Sistemas de gestión.



La aplicación de un sistema de gestión de activos acorde a esta normativa proporciona la seguridad de que los objetivos organizacionales se pueden lograr de manera consistente y sostenible en el tiempo.

La serie ISO 55000 está conformada por tres documentos específicos:

ISO 55000: Proporcionará una visión global, conceptos y terminología en Gerencia de Activos

ISO 55001: Especificará los requerimientos para las buenas prácticas en Gerencia de Activos.

ISO 55002: Proporciona una guía para la interpretación e implementación para

un Sistema de Gerencia de Activos.



3. Fundamento De La Gestión De Activos.

En el documento ISO 55000 se establece claramente dos aspectos fundamentales en el éxito de una gestión de activos:

Generación de valor: El activo existe para generar valor a la organización y sus accionistas. La Gestión de activos no se centra en el propio activo, sino en el valor que el activo puede proporcionar a la organización. El valor (puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero) incluye:

- Una declaración clara de cómo los objetivos de gestión de activos se alinean con los objetivos de la organización.
- Enfoque de gestión en el ciclo de vida del

activo para potenciar la generación de decisiones soportadas en valor.

- Establecimiento de procesos de toma de decisiones alineadas a los intereses del negocio.

Alineación de Objetivos: La Gestión de Activos traduce los objetivos de la organización en objetivos técnicos, financiero, decisiones, planes y actividades.

- Las decisiones basadas en riesgo, en información conjuntamente con la planificación efectiva, serán fundamental para transformar los Planes Estratégicos de la Organización en Planes de Gestión de activos.
- Es necesario lograr que la gestión de activos se convierta en un eje transversal que toque toda la organización (finanzas, recursos humanos, sistemas de información, logística, producción, ingeniería, mantenimiento y operaciones)
- Las especificaciones de diseño como elemento

fundamental en el soporte de la Gestión de activos.

4. La Gestión De Activos Y Su Interconexión Con La Gestion De Riesgo.

En el modelo conceptual de la Gestión de Activos establecido por el Instituto of Asset Management (IAM) que se muestra en la figura 2, establecido en el documento **Asset Management - an anatomy**



Figura 2. Modelo Conceptual del Asset Management. © Copyright 2014 Institute of Asset Management (www.theIAM.org/copyright)

En esta figura se establecen seis grandes grupos que conforman la estrategia de Implementación del Asset Management y son los siguientes:

- Estrategia de Planificación y gestión de Activos
- Planificación de la Gestión de Activos, toma de decisiones

- Actividades del Ciclo de Vida
- Conocimiento de los Activos
- Organización y personas facilitadoras
- Revisión y Riesgo

Cada uno de estos seis grupos están conformados por 39 Temas que le dan forma y sustentan conceptualmente el Asset Management, dichos temas se consolidan en la figura 3 que se muestra a continuación.

Estrategia de Gestión y Planificación de Activos	<ul style="list-style-type: none"> • Política de gestión de activos • Estrategia de gestión de activos • Análisis de la demanda • Planificación Estratégica • Planes de gestión de activos 	Conocimiento de Activos	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia de información de activos • Estándares de Conocimiento de activos • Sistemas de Información de Activos • Los datos de activos y de conocimiento
Planificación de la Gestión de Activos "Toma de decisiones"	<ul style="list-style-type: none"> • Toma de decisiones para inversión de capital • Tomas de decisiones en Operaciones y Mantenimiento • Coste del ciclo de vida y optimización de Valor • Estrategia y Optimización de recursos • Estrategia y Optimización de Paradas • Estrategias de sustitución de Activo 	Organización y Personas Facilitadoras	<ul style="list-style-type: none"> • Contratos y Gestión de Proveedores • Liderazgo de Gestión de Activos • Estructura organizativa y cultura • Competencia y Comportamiento
Actividades del Ciclo de Vida	<ul style="list-style-type: none"> • Normas Técnicas y Legislación • Creación de activos y adquisición • Ingeniería de Sistemas • Gestión de activos • Entrega del Mantenimiento • Ingeniería de Confiabilidad y Análisis de Causa Raíz • Operaciones de Activos • Gestión de Recursos • Apagar / Interrupción de Gestión • Respuesta a Incidentes • Racionalización y eliminación de activos 	Revisión & Riesgo	<ul style="list-style-type: none"> • La criticidad, Evaluación de Riesgos y Gestión • Planes de Contingencia y Análisis de Resistencia • Desarrollo Sostenible • Clima y Cambio Climático • Activos y Sistemas de Rendimiento y Monitorización de la Salud • Activos y Sistemas de Gestión de Cambio • Revisión de la Gestión, Auditoría y Aseguramiento • Prácticas de Contabilidad • Interesados

Figura 3. 39 Temas del Asset management. © Copyright 2014 Institute of Asset Management (www.theIAM.org/copyright)

En este sentido podemos ver claramente como una gestión de riesgo bien establecida puede apoyar cada uno de los 6 grupos que conforma la estrategia de implementación del Asset management.

• Estrategia de Planificación y gestión de Activos

En este grupo una estrategia de gestión basada en riesgo permite el establecimiento de una planificación estratégica a corto mediano y largo plazo, estableciendo las prioridades para facilitar el direccionamiento del presupuesto de mantenimiento hacia los equipos que realmente lo requieren así como estableciendo claramente el alcance de lo que requieren para ser mantenidos

bajo los niveles de riesgo tolerables establecidos por la organización. Toda esta planificación estratégica estaría soportada por la generación de los planes de Inspección y/o mantenimiento soportados en riesgo. Es fundamental en esta etapa el insumo de los compromisos de producción a corto mediano y largo plazo para que realmente la planificación aporte valor al negocio.

Planificación de la Gestión de Activos, toma de decisiones

En este grupo una estrategia de gestión basada en riesgo comparada con una tradicional basada en condición , la estrategia basada en riesgo reduce simultáneamente tanto el riesgo asociado a la operación de equipos como los costos asociados al esfuerzo de la inspección. Ver figura 4.



Figura 4. Curva Comparativa ente costos de programas de Mantenimiento entre estrategias basada en riesgo y basadas en condición. Tomada del API RP 580.

La experiencia indica que en una planta de proceso en funcionamiento, un porcentaje relativamente alto del riesgo se asocia a un pequeño porcentaje de los equipos.

Las decisiones basadas en riesgo buscan concentrar o direccionar los recursos disponibles hacia los equipos con mayor nivel de riesgo, asignando a cada equipo el nivel de mantenimiento que individualmente cada una amerita.

Existen varias maneras de alcanzar reducciones importantes de costos en la inspección y mantenimiento de un activo, el más significativo es afectando el alcance de las paradas de plantas programadas, permitiendo tomar decisiones que aportan alto valor al negocio disminuyendo considerablemente la duración de las mismas, como aporte importante hablamos de:

- Reducción del número de equipos que serán aperturados para inspección interna en la futura parada.
- Extensión de los intervalos entre paradas.

- Reducción de la duración de la parada.
- Reducción de costos por disminución del alcance de las inspecciones de monitoreo de espesores en tuberías y recipientes.
- Disminuir la cantidad de Dispositivos de Alivio de Presión a mantenimiento por año.

Actividades Del Ciclo De Vida

En este grupo una estrategia de gestión basada en riesgo permite potenciar claramente las actividades que aportan mayor valor sobre el ciclo de vida del activo determinando claramente su condición, estableciendo estrategias de mantenimiento acordes a la necesidad de cada equipo, tomando en cuenta las consecuencias de falla de cada uno, esto como elemento fundamental para la definición del riesgo asociado y determinando al mismo tiempo de manera proactiva estrategias de mitigación de las posibles consecuencias de falla de cada equipo. En este sentido el cálculo de consecuencias de falla deberá permitir el

establecimiento de diferentes escenarios de ocurrencia y con ellos establecer el cálculo financiero del impacto de falla de cada equipo, reflejando su potencialidad sobre la seguridad de la gente, el impacto sobre ambiente y el negocio mismo.

Conocimiento de los Activos

El desconocimiento o incertidumbre sobre la condición de los activos es un elemento potenciador del riesgo y al mismo tiempo es una de las causas de mayor destrucción de valor en una organización, En este grupo una estrategia de gestión basada en riesgo permite en primera instancia sentar las bases para la organización de la información, es muy común escuchar de la existencia de plantas con más de 30 años de operación y no se tienen información de sus equipos, esto obedece a una cultura donde se le ha dado muy poca importancia a la información. En este sentido el mejor día para iniciar un proceso de mejora en una organización sobre la información de los activos es hoy y olvidarse de los milagros, la información hay que construirla y para construirla hay que invertir tiempo y

dedicación. Una estrategia de mantenimiento basada en riesgo permite construir dicha información y erradicar la incertidumbre sobre la condición de los equipos, basando dicha estrategia en el cierre de ciclos y esto solo se puede lograr mediante el cumplimiento de los programas de mantenimiento e inspección, ya que en la medida que intervenimos o inspeccionamos nuestros equipos en esa medida nos va generando información de su comportamiento y con ellos poder predecir eficientemente su comportamiento futuro, esto solo se logrará si contamos con un sistema informático que nos permitan conservar eficientemente esa historia la cual permitirá construir la certeza e cuanto a la condición de cada uno de nuestros equipos a lo largo del ciclo de vida.

El cierre de ciclos es la piedra angular del éxito de una gestión de mantenimiento basada en riesgo, como todos sabemos el riesgo es una función del tiempo y de la incertidumbre en la medida que ambos componentes se incrementan necesariamente va a cambiar la probabilidad de falla del equipo bien sea por incertidumbre o porque en realidad los mecanismos de daño están actuando físicamente sobre la integridad del componente, la única manera de poder tener control sobre estos dos parámetros es cumpliendo el ciclo de retroalimentación requerido para el recalcu de riesgo y con ello definir eficientemente cual es la necesidad de mantenimiento real que el equipo necesita. En la figura 5 podemos visualizar algunos componentes del ciclo.

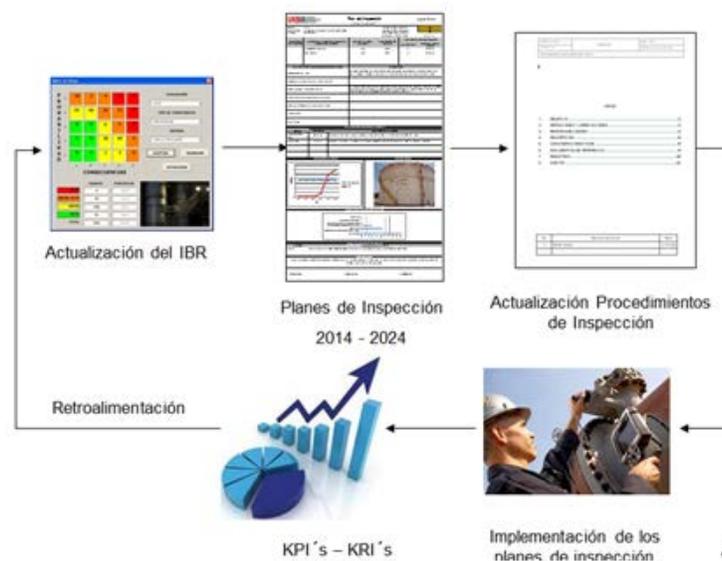


Figura 5. Ciclo de implementación de una gestión basada en riesgo.

Organización y personas facilitadoras

Reglas y procedimientos organizacionales no actualizados es una de las primeras debilidades que una empresa debe fortalecer para asegurar el éxito de un proceso de implementación de riesgo, sobre todo en aquellas empresas donde la tercerización es muy común, esto va a permitir que todos los entes externos efectúen las actividades acorde a los requerimiento de la empresa, en este sentido es fundamental que las especificaciones técnicas de los diferentes contratos estén alineadas a los procedimientos internos, esto asegurará que las actividades se hagan como internamente queremos que se haga.

En este grupo una estrategia de gestión basada en riesgo requiere de una organización alineada a cuatro roles fundamentales de una organización de mantenimiento Diagnóstico, Planificación, Programación y Ejecución, la inexistencia de algunos de estos roles en una organización de mantenimiento convierte en un ente disfuncional a la organización, haciendo un símil con el cuerpo Humano la ausencia de los sentidos, del cerebro o de las manos nos hace discapacitados como seres humanos para desarrollarnos integralmente igual ocurre en las organizaciones tal como se muestra en la figura 6 que se muestra a continuación.



Figura 6. Símil entre el cuerpo humano y los roles de una organización de mantenimiento.

Revisión y Riesgo

Dentro de los 39 temas establecidos por el Institute Of Asset Management (IAM) como integrantes del Asset management

específicamente se encuentra la evaluación de riesgos y su gestión, para ellos es fundamental el establecimiento de estrategias que aseguren claramente el éxito de este importante tema, es tan así de importante que dentro de los estándares ISO, se estableció en el año 2009 el estándar ISO 31000 tomando en cuenta que todas las actividades de una organización implican riesgos. Es por ellos que esta norma se considera complemento del ISO 55000.

5. ISO 31000 Y Api Rp 581 En La Gestión Del Riesgo

Mientras todas las organizaciones gestionan el riesgo a diferentes niveles, la ISO 31000 establece una serie de principios que se deben satisfacer para que la gestión del riesgo sea eficaz. Esta norma internacional recomienda que las organizaciones desarrollen, implementen y mejoren de manera continua un marco de trabajo cuyo objetivo sea integral el proceso de gestión del riesgo en los procesos de gobierno, de estrategia y de planificación, así como en los valores y en la cultura de toda la organización.

Aunque la práctica de

la gestión del riesgo se ha desarrollado a lo largo del tiempo y en numerosos sectores con el objeto de satisfacer diversas necesidades, la adopción de procesos coherentes dentro de un marco de trabajo exhaustivo puede contribuir a asegurar que el riesgo se gestione de una manera eficaz, eficiente y coherente en el seno de la organización. El enfoque genérico que se describe en esta norma internacional Proporciona los principios y las directrices para gestionar cualquier forma de riesgo de una manera sistemática, transparente y confiable, dentro de cualquier alcance y de cualquier contexto. En este sentido es aquí donde entra a jugar un papel fundamental la necesidad de definir las estrategias que complementen a esta normativa para la definición de riesgo de un equipo estático, la cual podrá ser desarrollada mediante el uso conjunto de la normativa API RP 581 Risk-Based Inspection Technology.



Figura 8. Documento API RP 581

De acuerdo a lo establecido en la Norma ISO 31000 para que la gestión del riesgo sea eficaz, las organizaciones deben cumplir los siguientes principios:

(a) La gestión del Riesgo crea y Protege Valor: La gestión del riesgo contribuye de manera tangible al logro de los objetivos y a la mejora del desempeño.

(b) La gestión de riesgo debe ser parte integral de los procesos de la organización: La Gestión de riesgo es una parte integral de todos los procesos de la organización, incluyendo la planificación estratégica y todos los procesos de gestión de cambios.

(c) La gestión del riesgo debe ser parte de la toma de decisiones: La gestión de riesgo debe ayudar a las personas a tomar las mejores decisiones desde el punto de vista económico y de seguridad, así como ayuda a definir prioridades.

(d) La gestión de riesgo trata explícitamente la incertidumbre: La gestión de riesgo toma en cuenta explícitamente la incertidumbre, la naturaleza de la misma y la manera como

debe ser tratada para fortalecer la toma de decisiones.

(e) La gestión de riesgo es sistemática, estructurada y oportuna: Un enfoque sistemático, oportuno y estructurado de la gestión de riesgo contribuye a la eficacia y a resultados coherentes, comparables y confiables.

(f) La gestión de riesgo se basa en la mejor información disponible: Los elementos de entrada del proceso de gestión de riesgo se basan en fuentes de información tales como datos históricos, experiencia, observación, juicios de expertos.

(g) La gestión del riesgo es dinámica, iterativa y responde a los cambios: La gestión de riesgo es sensible a los cambios y debe responder a ellos

(h) La gestión de riesgo facilita la mejora continua de la organización: Se pone énfasis en la mejora continua de la gestión del riesgo mediante el establecimiento de metas de desempeño organizacional, medición, revisión y la modificación posterior de los procesos. Los indicadores de riesgo deben permitir mediar el desempeño individual y de

la organización en cuanto al desempeño en la gestión.

6. Marco De Implementación Del Riesgo Basado En Iso 31000 Y Su Implementación Mediante Api Rp 581.

El estándar ISO 31000 establece el “que se debe hacer” para asegurar el éxito en un proceso de implementación de estrategias de mantenimiento basadas en riesgo, es en este momento cuando se requiere el “cómo hacer” dependiendo de la naturaleza del riesgo que se vaya a analizar se debe enlazar el estándar con otras normativas que permita definir el paso a paso y cumplir con los diferentes requisitos que el estándar ISO 31000 establece, en este sentido para la implementación de una estrategia de mantenimiento basada en riesgo para los equipos estáticos juega un papel fundamental la Normativa API RP 581 quien permitirá definir paso a paso el cumplimiento de cada uno de los elementos necesarios. Seguidamente veamos entonces cómo interactúan cada una de las dos normativas asociando el “que”

debe hacerse con el “como” hacerlo.

El éxito de la gestión del riesgo dependerá de la eficacia del marco de trabajo de gestión que proporcione las bases y las disposiciones que permitirán su integración a todos los niveles de la organización. El marco de trabajo facilita una gestión eficaz del riesgo mediante la aplicación del proceso de gestión del riesgo diferentes niveles y dentro de contextos específicos de la organización. En este sentido un marco de trabajo debe claramente establecer los siguientes aspectos:

- La política de Gestión de Riesgo: La cual deberá indicar claramente los objetivos y el compromiso de la organización en materia de riesgo.
- Establecimiento de los mecanismos internos y externos de comunicación.
- Niveles de tolerancia al riesgo, esto es un elemento fundamental en todo proceso de gestión del riesgo porque es el elemento que permitirá tomar decisiones en cuanto al tratamiento del riesgo, sin la definición de este parámetro no es posible efectuar una implementación real de una gestión basada en riesgo. En este sentido no existe ninguna normativa que establezca valores referenciales de tolerancia al riesgo, debido a que la naturaleza de la tolerancia al riesgo es algo intrínseco a cada ser humano o a cada organización, en este sentido se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos para definir es nivel de tolerancia mencionado anteriormente:
- Impactos aceptables por pérdidas de Producción, Seguridad y Ambiente.
- Historial de Fallas pasadas y condiciones generales de la instalación.
- Lineamientos propios y/o Niveles de tolerancia al Riesgo de la Empresa o sus filiales.
- Valores utilizados como “Riesgo Tolerable” por empresas del mismo sector utilizados como referencia. Estos valores pueden

oscilar entre 5.000 USD/año para los más conservadores y 100.000 USD/año para los de mayor aversión al riesgo.

6.1. Gestión De Riesgo Según Iso 31000

De acuerdo a lo establecido por esta normativa el proceso de gestión del riesgo debería ser una parte integrante de la gestión del negocio, debe integrarse en la cultura y en las prácticas del quehacer diario y adaptarse a los procesos de negocio de la organización.

Una gestión de riesgo deberá cumplir con los siguientes requisitos según lo establecido en el estándar ISO 31000, dichos requisitos pueden apreciarse claramente en la figura 9.

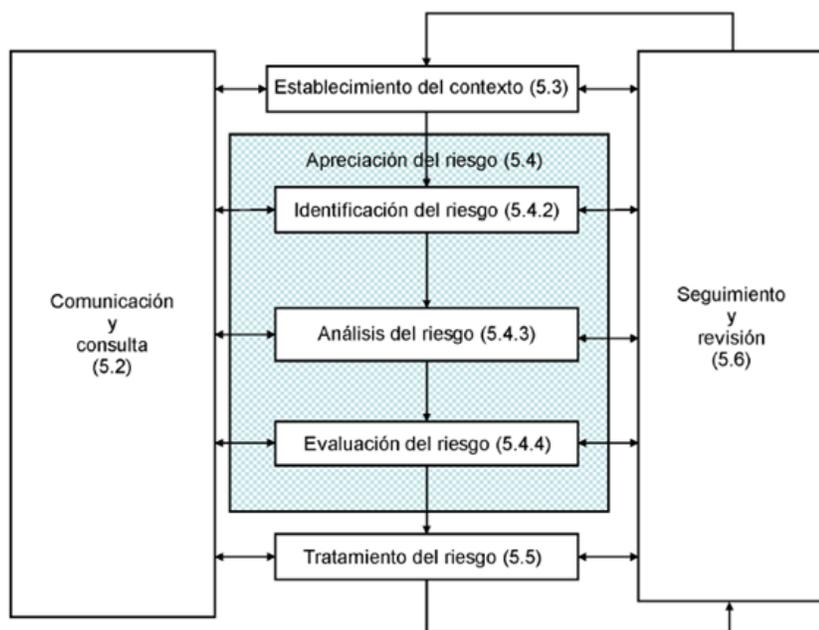


Figura 9. Requisitos de un sistema de Gestión de Riesgo.

6.1.1. Comunicación Y Consulta.

Las comunicaciones y las consultas con las partes interesadas externas e internas se deberían realizar en todas las etapas del proceso de gestión del riesgo. Por ello, en una de las primeras etapas se deberían desarrollar los planes de comunicación y consulta. Estos planes deberían tratar los siguientes temas:

- Niveles de Tolerancia al riesgo de la organización.
- Elementos que influyen en la probabilidad de falla de los

equipos.

- Niveles de Consecuencias de falla de los equipos
- Políticas de mantenimiento de los equipos.

Esto permitirá asegurarse de que las personas responsables de la implementación del proceso de gestión del riesgo y las partes interesadas comprenden las bases que han servido para tomar decisiones y las razones por las que son necesarias determinadas acciones.

6.1.2. Establecimiento Del Contexto Operacional.

El contexto operacional es el entorno en que la organización busca conseguir sus objetivos. La comprensión del contexto es importante para asegurarse de que los objetivos e inquietudes de las partes interesadas externas se tienen en cuenta para definir un elemento tan importante como lo es el nivel de tolerancia al riesgo, el cual puede estar limitado por regulaciones legales externas o internas a la organización. En este sentido La organización debería definir los criterios que

se aplican para evaluar la importancia de la gestión del riesgo. Entre ellos podemos nombrar los siguientes:

- Valores, objetivos y recursos de la organización.
- Requisitos legales o reglamentarios, requisitos suscritos por la organización.
- Naturaleza y los tipos de las causas y de las consecuencias que se pueden producir, y cómo se deben medir.
- Método de definición de la probabilidad de falla de los componentes.
- Método para determinar el nivel de riesgo
- Alineación a los niveles de tolerancia

6.1.3. *Apreciación Del Riesgo*

El estándar ISO 31000 establece que la apreciación del riesgo es el proceso global de identificación, de análisis y de evaluación, esto puede apreciarse en la figura 9 donde estos tres elementos se observan resaltados en color azul. Este proceso de apreciación del riesgo requiere del entendimiento correcto de cada una de estas definiciones para poder profundizar en un proceso de implementación ya que el Estándar ISO 31000 solo establece las directrices para su implementación, en este sentido para el establecimiento de una gestión basada en riesgo para el equipo estático es necesario el apoyo de Experiencias y Normativa externa a la ISO 31000 que establezca claramente el “como” del proceso de implementación de una gestión basada en riesgo.

6.1.3.1. *Identificación Del Riesgo*

El proceso de identificación del riesgo es el primer paso que debe darse para una buena apreciación, Podemos definir entonces la identificación del riesgo como el proceso para localizar, listar y caracterizar los elementos del riesgo (Probabilidad y Consecuencias de falla). El estándar ISO 31000 establece que La organización debería identificar los orígenes del riesgo, las áreas de impactos, así como

sus causas y sus consecuencias potenciales. El objetivo de esta etapa consiste en generar una lista de riesgos exhaustiva basada en aquellos sucesos que podrían crear, mejorar, prevenir, degradar, acelerar o retrasar el logro de los objetivos. El proceso de Identificación es el paso más importante en un proceso de gestión de riesgo ya que de no existir una buena identificación disminuimos drásticamente la probabilidad de éxito de las actividades de tratamiento del riesgo.

El proceso de identificación de riesgo en los equipos estáticos requiere el establecimiento de dos análisis, uno asociado a los elementos que originan la pérdida de la función contención y que están directamente relacionados con los mecanismos de deterioro a los cuales son susceptibles los equipos y que dependen del tipo de material de construcción, del diseño y del proceso, aquí hablamos entonces de la necesidad de identificar cada uno de los mecanismos de deterioro a los cuales son susceptibles los equipos, hablamos entonces de Adelgazamiento o pérdida de espesor interno o externo,

agrietamiento, ataque por hidrogeno a alta temperatura, fatiga mecánica y fragilización.



Figura 10. Visualización de algunos Mecanismos de deterioro

La susceptibilidad a cada mecanismo de deterioro debe ser claramente definida para asegurar la eficacia de los planes de inspección ya que las técnicas de ensayos no destructivo que apliquen en el futuro al plan de mitigación del riesgo necesariamente están ligadas a la búsqueda de un mecanismo de deterioro específico, para ello es necesario soportarse en la normativa internacional vigente que exista hasta el día de hoy, En la figura 11 puede apreciarse algunas normas que sirven de soporte en esta importante etapa del proceso de apreciación de riesgo.



Figura 11. Normativa API RP 581/ API RP 571 / ASME PCC3 / DNV RPG 101 soporte para la determinación de la susceptibilidad a mecanismos de deterioro.

identificación del riesgo es el estudio y valoración de las consecuencias de falla asociadas a la pérdida de la función contención, las cuales dependerán del tipo de fluido de trabajo del equipo el cual puede ser inflamable y generar una explosión o un incendio, puede ser toxico y generar consecuencia a las personas por toxicidad o ni toxico ni inflamable tales como ácidos o vapores calientes. El impacto de las consecuencia deberá ser valorado como riesgo financiero, en este sentido es fundamental contar con una metodología que permita tomar en cuenta aspectos fundamentales para poder valorar las consecuencias de falla tales como el costo asociado al impacto en producción debido a la falla, impacto ambiental, impacto a las personas, daños a otros equipos.

6.1.3.2 Analisis Del Riesgo

El proceso de análisis del riesgo es el segundo paso que debe darse para una buena apreciación, Podemos definir entonces el análisis del riesgo como el proceso usado para asignar valores de probabilidad

El segundo análisis que debemos emprender para una eficiente

y consecuencias de falla a los componentes del riesgo. El estándar ISO 31000 establece que el análisis del riesgo implica la consideración de las causas y las fuentes del riesgo, sus consecuencias positivas y negativas y la probabilidad de que estas consecuencias puedan ocurrir. Se deberían identificar los factores que afectan a las consecuencias y a la probabilidad de falla. El riesgo se analiza determinando las consecuencias y su probabilidad, La forma de expresarlas bien sea de manera cualitativa, semi cuantitativa o cuantitativamente, debería corresponder al tipo de riesgo, a la información disponible y al objetivo para el que se utiliza el análisis de riesgo.

La Práctica recomendada API RP 581 establece todos los pormenores requeridos para desarrollar eficientemente un análisis cuantitativo de riesgo para definir la mejor estrategia de mantenimiento de un equipo estático, en función de esto los cálculos de probabilidad de falla y consecuencias se deben desarrollar de la siguiente manera:

- **Probabilidad de falla**

$$P_f(t) = g_{ff} \cdot D_f(t) \cdot F_{MS}$$

- $P_f(t)$: Probabilidad de Falla
- g_{ff} : frecuencia de falla genérica
- $D_f(t)$: Factor de Daño
- F_{MS} : Factor de Sistemas de Gerenciamiento

- La probabilidad de falla debe calcularse con la siguiente ecuación:

Donde los detalles de cálculo de esta ecuación están claramente establecidos en la normativa API RP 581.

- **Consecuencias de Falla**

Las consecuencias de falla representan el segundo elemento integrante del riesgo que debe ser debidamente calculado para

efectuar eficientemente un análisis de riesgo. Para efectos de un análisis cuantitativo de riesgo la norma API 581 tiene establecido un procedimiento completo que toma en cuenta todos los posibles escenarios una vez ocurrida la pérdida de la función contención. En el flujograma mostrado en la figura 12 pueden apreciarse de manera detallada cada uno de los pasos que deben registrarse para poder obtener las consecuencias de falla de un equipo estáticos en unidades monetarias.

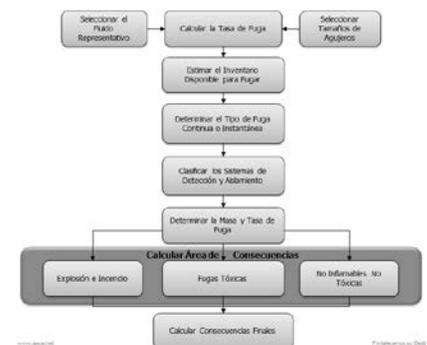


Figura 12. Pasos establecidos en el API RP 581 para el cálculo de consecuencias de falla

Bajo las premisas anteriormente señaladas el análisis del riesgo resultará completo cuando se defina la ecuación que interrelacionará la probabilidad de falla y las consecuencias de falla, la misma esta establecida de la siguiente manera:

$$R(t) = P_f(t) \cdot C(t)$$

R (t) : Riesgo

P_f (t) : Probabilidad de Falla

C (t) : Consecuencia de Falla

En base a lo anteriormente explicado podemos concluir entonces que de un análisis de riesgo soportado por la normativa API RP 581 obtendremos en unidades monetarias el nivel de riesgo que encierra cada uno de los equipos analizados, permitiendo esto efectuar a futuro evaluaciones financieras que permitan tomar decisiones claras en cuanto al aporte de valor de las diferentes estrategias de mantenimiento que un equipo pueda requerir.

6.1.3.3 Evaluación Del Riesgo

El proceso de evaluación del riesgo es el tercer paso que debe darse para una buena apreciación, la finalidad de la evaluación del riesgo es ayudar a la toma de decisiones, determinando los riesgos a tratar y la prioridad para implementar el tratamiento. La evaluación del riesgo implica comparar el nivel de riesgo encontrado durante el proceso de análisis con los criterios de riesgo establecidos cuando se consideró el marco y contexto operacional. En la figura 13 puede apreciarse

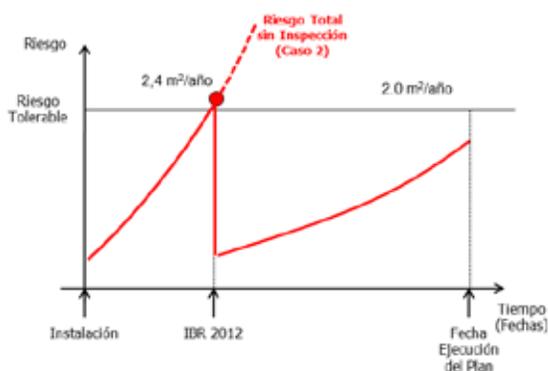


Figura 13. Establecimiento del nivel de riesgo tolerable.

las estrategias asociadas a los alcances de las inspecciones no destructivas y las fechas de próxima inspección.

6.1.4. Tratamiento Del Riesgo

El estándar ISO 31000 establece que el tratamiento del riesgo implica la selección y la implementación de una o varias opciones para modificar los riesgos.

Las opciones de tratamiento del riesgo son las siguientes:

a) Evitar el riesgo decidiendo no iniciar o continuar con la actividad que causa el riesgo.

b) Aceptar o aumentar el riesgo a fin de perseguir una oportunidad.

c) Eliminar la fuente del riesgo.

d) Modificar la probabilidad de falla.

e) Modificar las consecuencias de falla.

f) Compartir el riesgo con otras partes

Para efectos de la gestión de riesgo de un equipo estáticos el tratamiento del riesgo consiste

lo importante del establecimiento del nivel de riesgo tolerable donde en base a esta comparación, se puede considerar la necesidad del tratamiento del riesgo, definiendo en el caso de equipos estáticos

en el desarrollo de un plan de inspección que permita modificar la probabilidad de falla, en primera instancia soportada en la eliminación de la incertidumbre en cuanto al conocimiento de la condición real del equipo y segundo determinando en función de la inspección la condición real de deterioro del equipo. En este sentido el tratamiento del riesgo asociado a un equipo estático es por medio de la conformación de un plan de inspección que debe claramente dar respuestas a cuatro preguntas fundamentales:

1. ¿Qué tipos de daños se producen?
2. ¿Dónde deben detectarse?
3. ¿Cómo pueden detectarse?
4. ¿Cuándo se debe inspeccionar?

Otros aspectos importantes dentro del proceso de mitigación de riesgo que la metodología puede efectuar son los siguientes:

- Modificaciones del proceso para eliminar condiciones que impulsan el crecimiento del riesgo.
- Tratamiento químico para reducir tasas de deterioro y/o susceptibilidades.
- Cambios en la metalurgia para reducir la Probabilidad de Falla.
- Remover aislamiento innecesario para reducir la probabilidad de Corrosión bajo aislamiento.
- Reducir niveles de inventario para reducir Consecuencias de Falla.
- Mejorar los sistemas de Detección, Aislamiento y Mitigación.
- Cambio en los fluidos de proceso por otros menos inflamables o menos tóxicos.

7. Beneficios De Una Gestión Basada En Riesgo

A lo largo de la lectura de este documento pudimos darnos

cuenta la potencialidad del establecimiento de una gestión de riesgo soportada bajo estas tres normativas (ISO 55000, ISO 31000 y API RP 581) las cuales en conjunto permiten soportar una gestión de integridad alineada a los objetivos establecidos por la alta gerencia y con ellos potenciar la cultura de generar valor y mejorar la rentabilidad del negocio. En este sentido los beneficios más importantes que una gestión basada en riesgo puede aportar son los siguientes:

- El mayor beneficio que puede aportar una gestión basada en riesgo es evitar la falla catastrófica de un equipo crítico.
- Una gestión basada en riesgo permite la toma de decisiones en cuanto a las necesidades de Inspecciones y Mantenimientos de equipos soportadas en un método de análisis técnicamente consistente.
- Un aspecto importante de una gestión basada en riesgo es la capacidad para modelar el comportamiento futuro del deterioro de los equipos.

- Una gestión basada en riesgo permite direccionar los recursos hacia los equipos que mayor necesidad de mantenimiento y consecuencias puedan generar en caso de una falla, definiendo la actividad de mantenimiento más adecuada desde el punto de vista costo riesgo beneficio.
- Mediante una gestión basada en riesgo se obtiene una reducción apreciable de los puntos de monitoreo de condición de los equipos, esto conlleva a mejorar el proceso de planeación de las campañas de inspección y perceptiblemente reducir el costo de inspecciones a lo largo de la vida del activo.
- Existen varias maneras de alcanzar reducciones importantes de costos en la inspección y mantenimiento de un activo, el más significativo es afectando el alcance de las paradas de planta programadas, en este sentido una gestión de mantenimiento basada en riesgo permite una reducción del número de recipientes a presión que serán abiertos para inspección interna en la futura parada, extensión de los intervalos entre paradas, reducción de la duración de la parada, disminuir la cantidad de Dispositivos de Alivio de Presión a mantenimiento por año.

AUTOR:

Medina N. Robinson J.

MSc. CMRP. Ingeniero Mecánico, con Especialización en Evaluación de Materiales e Inspección de Equipos en la Universidad Central de Venezuela, Diplomado en Confiabilidad de Sistemas Industriales en la Universidad Rafael Beloso Chacín de Venezuela y Maestría en Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y profesional Certificado en Mantenimiento y Confiabilidad (CMRP) The Society for Maintenance & Reliability Professionals (SMRP). Con 23 años de experiencia en el área de Mantenimiento e Inspección de Equipos Estáticos asociados a instalaciones a nivel de la industria petrolera, nacional e internacional.

Cargo: Consultor Senior.

Correo Electrónico: robinson.medina@iasca.net



Premisas Básicas de Diseño en Automatización de Hornos *Basic issues for Automation design's in Furnaces*

“El diseño de un Sistema Básico de Control de Procesos o un Sistema de Protección para hornos de crudo en una Refinería, debe estar basado en lo establecido, principalmente, en las Normas NFPA. En este trabajo se resumen las premisas básicas a considerar en el diseño de sistemas automatizados para hornos industriales, utilizando las recomendaciones de las normas petroleras de Venezuela y lo contemplado en las Normas NPFA.”

1. Introducción.

Las empresas aseguradoras de instalaciones petroleras y petroquímicas, calculan las pólizas de las mismas, dependiendo del grado de seguridad ofrecida por las instalaciones, esto se debe a que se presume que si la planta posee un buen índice de seguridad la probabilidad de ocurrencia de un evento peligroso es menor y por ende el valor de la póliza es menor.

Las normas utilizadas con frecuencia en el diseño de instalaciones petroleras no

contemplan todos los posibles eventos y escenarios que generan accidentes, por lo tanto la sola aplicación de una norma o conjunto de normas no garantiza la integridad y seguridad de una instalación. Las experiencias a nivel nacional e internacional, tales como: Tocoa, Flixboroug, Bophal, Pasadena, San Juanico, Piper Alpha, entre otras; han demostrado en forma evidente la anterior afirmación; por esta razón algunas organizaciones internacionales han dedicado grandes esfuerzos para el desarrollo de métodos y técnicas

conducentes a complementar la aplicación de las prácticas de diseño.

Por este motivo, la industria petrolera y petroquímica ha diseñado y adecuado una serie de normativas orientadas a la reducción de los riesgos operacionales y sus consecuencias, las cuales se encuentran contenidas en una serie de documentos que deben ser considerados en cualquier diseño e implantación de instalaciones que involucren operaciones de alto riesgo.

Específicamente en el

documento IR-S-01 Filosofía de Diseño Seguro, (PDVSA, 1995) se establecen, en el aparte 6.1 los “Principios Fundamentales para un Diseño Seguro”, orientados a la reducción del riesgo, definido como la frecuencia de ocurrencia de un evento no deseable y sus consecuencias en términos de pérdida.

La orientación de este trabajo, tiene como norte algunas premisas básicas de ingeniería y otros recursos para lograr la reducción del riesgo operacional en hornos de crudo hasta un nivel mínimo al menor costo posible.

La automatización de hornos, bajo los principios contenidos en el aparte 6.1 del documento IR-S-01, se resumen en:

- Todo peligro debe ser eliminado o reducido en su fuente, a través de la aplicación de medidas de diseño y usando los materiales y las condiciones de proceso menos peligrosas.
- Si a pesar de haber realizado todos los esfuerzos posibles no se logra eliminar o reducir el peligro en su fuente hasta un nivel de riesgo mínimo, será necesario utilizar sistemas de protección. Estos

sistemas deben ser diseñados y construidos cumpliendo con lo establecido en el Manual de Ingeniería de Riesgos de la industria petrolera nacional, aplicando en primer lugar sistemas pasivos y de ser necesario activos.

Esta investigación se justifica en las normativas de seguridad antes expuestas y en la obligatoriedad de su aplicación en instalaciones de la industria petrolera.

De igual manera, se recomienda la aplicación de los métodos de análisis cualitativos y cuantitativos para definir el requerimiento del SIL de un SIS, tal como lo contempla el documento IR-P-02 Determinación del Requerimiento de un Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) y su Nivel de Integridad (SIL), concebidos para soportar acciones que permitan alcanzar el nivel de seguridad requerido de estos hornos. El riesgo inherente a la operación de los hornos de crudos debe ser reducido hasta un nivel de riesgo meta. Esta reducción de riesgo debe estar cubierta por medio del uso de Capa(s) de Protección Independiente(s)

[Independent Protection Layers (IPL)], tal como lo contempla el aparte 6.2.3 “Diseño por Capas de Seguridad” del documento IR-S-01 “Filosofía de Diseño Seguro”, el cual contempla lo siguiente:

- Primera Capa: Está referida al diseño de procesos intrínsecamente más seguros
- Segunda Capa: Consiste en la dotación de sistemas de control con la intervención activa del operador.
- Tercera Capa: Consiste en la dotación de sistemas de protección automáticos que requieren verificación de su actuación por parte del operador.
- Cuarta Capa: En esta capa se considera la provisión de sistemas de seguridad y mitigación, como por ejemplo: válvulas de seguridad, diques de contención, sistemas de extinción de incendios, etc.
- Quinta Capa: En esta última capa se considera el establecimiento de medidas administrativas tales como planes de emergencia y contingencia.

Los criterios contenidos en

el documento IR-S-01 Filosofía de Diseño Seguro del Manual de Ingeniería de Riesgos, de la industria petrolera venezolana, contemplan su implantación “con carácter obligatorio y retroactivo en instalaciones existentes, cuyo nivel actual de riesgo resulte incompatible con los criterios de Tolerancia de Riesgos establecidos en el documento

“PDVSA IR-S-02 Criterios para el Análisis Cuantitativo de Riesgos”.

En tal sentido, es necesario disponer de sistemas de arranque, parada o de seguridad que minimicen los riesgos operacionales asociados y asegurar el cumplimiento de los Criterios de Tolerancia y las Medidas de Reducción de Riesgos, así como las condiciones contempladas en el documento K-337 “Furnace and Boiler Instrumentation”, en cuanto a sistemas de detección de llama y de protección. Adicionalmente, se hace necesaria la evaluación de la instrumentación asociada así como de un Estudio SIL (Security Integrity Level), con el propósito de diseñar un Sistema de Arranque y Parada

de Emergencia que permita a los hornos cumplir con lo establecido en los documentos antes mencionados y en las Norma NFPA.

De igual manera es necesario disponer de las señales de estado y variables de procesos tanto paneles locales como en la Sala de Control de la Refinería, con el propósito de facilitar el monitoreo de variables operacionales en tiempo real, tanto de manera local como remota, permitiendo la toma oportuna de decisiones y/o la identificación de condiciones inseguras.

2. Premisas de Diseño

El diseño del Sistema de Monitoreo y Control de Hornos (SMCH), objeto de este trabajo, se basa en la protección de falla de llama y el encendido automático de hornos de uno o más quemadores, de tiro forzado o natural, gas combustible. Asimismo, estará basado en la medición de variables de procesos y configuración de los equipos para garantizar un encendido y parada de emergencia seguros.

Se han considerado los aspectos básicos de diseño de la instrumentación necesaria para garantizar la correcta automatización de los hornos, tales como válvulas de corte y venteo, termocuplas y sensores de presión.

Para el diseño del sistema SMCH, se ha considerado el cumplimiento de las siguientes normas:

Normas PDVSA

- PDVSA K337 Furnace and Boiler Instrumentation
- PDVSA K-335 Packaged Unit Instrumentation
- PDVSA K-336 Safety Instrumented System
- PDVSA K-300 Instrumentation Introduction
- PDVSA IR-E-01 Calsificación de Areas
- PDVSA K-369 Instrumentation QA/QC

Normas NFPA

- NPFA 8502 Standard for the Prevention of Furnace Explosions/Implosions in Multiple Burner Boiler Operation.
- NPFA 8501 Standard for Single Burner Boiler Operation.

2.1 Sistema de Suministro de Combustible

De acuerdo a lo contemplado en el documento PDVSA N° K-337 el sistema de suministro de combustible debe cumplir con lo siguiente:

- El combustible para los pilotos será gas natural.
- Se instalará un regulador de presión automático en paralelo con la válvula de control de flujo de gas principal para asegurar un apagado seguro y reducir la ocurrencia de una pérdida de llama. En el caso de hornos multiquemadores, el regulador de presión tendrá la capacidad de manejar requerimientos de apagado para cualquier cantidad de quemadores en operación en la unidad.
- Las válvulas de corte de seguridad (para ignitores y quemadores principales) serán "falla segura". No serán utilizados "bypass" o bloqueo de apertura. Estas válvulas no serán utilizadas como válvulas de control modulante.
- La válvula principal de corte será de cierre rápido, contra fuego o localizada en área de seguridad de fuego. El tiempo de cierre de la válvula de corte no excederá los diez (10) segundos. La válvula de corte principal deberá ser manual y localmente "reseteada". Las válvulas serán clase IV, cierre de corte y de diseño de falla cerrada.
- La válvula de control de combustible principal será "falla cerrada" y tendrá un interruptor de posición cerrada que deberá ser monitoreado desde el Sistema de Manejo de Quemadores (BMS). Estas válvulas de control estarán diseñadas para asegurar un flujo de combustible adecuado para todos los requerimientos operativos de la unidad.
- Los arreglos gas combustible para pilotos y quemadores

estará, de acuerdo con lo establecido en el Norma NFPA 8502, Parte 6.3. "System Requirements".

- Todas las válvulas de corte asociadas a los quemadores estarán ubicadas tan cerca como sea posible del quemador, con el propósito de minimizar el volumen de combustible dejado aguas abajo de las válvulas de quemador en las líneas de alimentación del quemador.
- Se consideran arreglos de doble bloqueo y venteo por quemador, consistente de dos (2) válvulas de corte y una válvula de venteo, cada una independiente de las otras.

2.2 Mediciones

Se consideran las mediciones típicas utilizadas para mantener control automático o para la actuación de las alarmas. Los sensores e instrumentos estarán ubicados de manera que faciliten su lectura y mantenimiento.

2.2.1 Medición de

Temperatura

Los elementos de medición de temperatura incluyendo los terpozos estarán ubicados en los siguientes puntos:

- Sección Radiante
- Sección de Convección
- Stack de gas combustible, antes del damper en aproximadamente 2 diámetros de la entrada del stack.
- En la entrada y salida del manifold de fluidos de procesos.

2.2.2 Medición de Presión

La presión será medida en los siguientes puntos:

Gas Combustible

- Línea de alimentación principal agua abajo de la válvula de control.
- Suministro de combustible individual por quemador, aguas abajo de la válvula de control.
- En el manifold de quemadores

Gas Piloto

- Línea principal de alimentación.
- En el manifold de pilotos

Flujo

El flujo será medido en los siguientes puntos:

- Flujo de Gas combustible en la línea principal ubicada agua arriba de las válvulas de control de combustible de quemadores.
- En la línea principal de gas combustible a pilotos.

2.3 Control de Carga

- El controlador de carga del horno (temperatura de salida) actuará sobre el combustible y sobre el valor de referencia del controlador del flujo de aire de combustión. El principio básico es que tanto el combustible como el aire de combustión sean controlados en paralelo, con límites (máximo para combustible, mínimo para aire) para evitar la combustión sub-estequiométrica
- El flujo de aire de combustión estará asegurado por un paro mecánico mínimo ajustable sobre el damper aire de combustión, mientras que el máximo flujo de aire de combustión está limitado por la capacidad del soplador y la resistencia de los registros de aire.
- La condición de mínimo flujo de combustible (durante el arranque o mínima carga de operación por quemador) estará asegurada por un paro mínimo activo, implementado por un controlador de presión o por una válvula reguladora, sobre la válvula de control del gas combustible.
- El sistema de control de combustión mantendrá el combustible al calentador y la proporción de aire de acuerdo con la demanda. La relación aire/combustible estará fijada para suministrar una pequeña cantidad de exceso de aire para una combustión eficiente y segura.

- Se establecerá una estrategia de control tal que el control de flujo de combustible y el control de flujo de aire sean configurados en automático.
- Se configurará una acción de control para bloquear el incremento de combustible y la reducción de aire cuando la proporción aire/combustible caiga por debajo del valor pre-fijado.

2.4 Sistema de Manejo de Quemadores (BMS)

- El sistema estará diseñado con un panel BMS local donde estarán ubicados los pulsadores para el disparo maestro de emergencia por combustible (Emergency Master Fuel Trip pushbuttons), Sistemas de Interlock (Automatic shut-down system) para limitar las secuencia no deseadas de eventos y para el disparo (shut-down) de los equipos relacionados, Sistema de Alarma y Sistema de Control de Combustión, indicación de medidas y controles necesarios para la operación de los quemadores.
- Se instalarán equipos de detección de falla de llama en quemadores y pilotos, de acuerdo con la norma NFPA 8502.
- Se incluirán en el sistema BMS todas las funciones de manejo de seguridad, entre otras estarán incluidos los interlocks de purga y temporizadores, disparo obligatorio de seguridad, secuencia temporizada para ignición y monitoreo de llama.
- El BMS estará dedicado de manera exclusiva con sistema de chequeo de falla y falla segura, de acuerdo con la NFPA 8502. Se utilizará un PLC de alta integridad para configurar el BMS y las funciones de Secuencias y Control.
- El detector de llama será del tipo Ultra Violeta (UV), dedicado, Stand Alone, falla segura, con auto-chequeo continuo y dinámico. Los detectores UV operará, con 24 VDC.
- Se diseñará un sistema de purga a la mirilla del detector UV con el propósito de minimizar fallas por acumulación de polvo sobre la mirilla.
- La alimentación eléctrica y protección del panel de control será independiente del sistema de suministro eléctrico de los ignitores. En caso de no ser posible se instalarán transformadores de aislamiento en las fuentes del sistema de ignitores con el propósito de evitar interferencias eléctricas con el resto de los equipos.
- La lógica de detección de llama estará adecuada para piloto clase 1.
- Cada piloto estará equipado con un detector. Estos detectores estarán conectados a un sistema de interlocks para prevenir cualquier apertura de las válvulas de protección de gas combustible durante el arranque.
- Se configurará en el Sistema de Control Distribuido (DCS) una señal de alarma en las consolas de operadores para indicar falla de llama en uno o más pilotos.
- La comunicación del BMS con el DCS se hará a través

de una interfaz del DCS conectada a un puerto Ethernet del PLC. Las señales que inicializan el maestro de disparo por combustible serán del tipo Hardwire.

- Todas las mediciones y funciones de control de procesos estarán disponibles en el panel local y en la Sala de Control. En el panel se dispondrá, como mínimo de indicaciones luminosas del estado de las variables más importantes del panel local.
- Las secuencias temporizadas del panel local serán consideradas y serán establecidas durante las pruebas en fábrica (FAT) de los equipos.

2.5 Sensores de Llama

El diseño de un SMCH, debe contemplar sensores de llama para piloto y quemador, de acuerdo a la norma NFPA 8502. En la actualidad existen diferentes tecnologías de sensores de llama, razón por la cual nos limitaremos a hacer las recomendaciones

de los aspectos técnicos a evaluar en la selección de estos sensores.

Cada grupo de pilotos y quemadores debe contar con doble válvula de bloqueo y una de venteo por quemador en la línea de suministro de gas. Cada piloto deberá estar asociado a un Sensor de Llama, en caso de falla de llama en un piloto, las válvulas de gas a piloto y gas a quemador se activarán para cerrar la entrada de gas.

En los casos donde la distancia entre el piso del horno y la base de concreto donde está anclado el horno no tenga la distancia suficiente para instalar los sensores, será necesario utilizar montajes diseñados para facilitar el ajuste del ángulo del sensor.

En nuestro caso se ha seleccionado utilizar Piloto Continuo, por lo que los sensores de llama deben cumplir con la norma NFPA 8502 para pilotos clase 1 en cuanto a los siguientes requerimientos:

- El monitoreo individual de llama de piloto y quemador será supervisado por un sensor de llama basado en microprocesadores utilizando sensores ópticos de estado sólido tipo ultravioleta (UV). Todos los sensores estarán aprobados por la FM y U.L.
- Todos los componentes serán aptos para operar a temperatura ambiente de 60 °F a 120°F. La fuente de poder será de 120 VAC y 60 Hz.
- Todos los sensores serán instalados en arreglos de piloto-quemador marca John Zink modelos HEVD, VYD o PMS.
- Los sensores de llama, serán capaces de monitorear llamas de temperaturas de hasta 2000 °F.
- Las bases para el montaje de los sensores tendrán la facilidad de ajustar el ángulo de detección.
- El sensor de llama será utilizado con piloto continuo (Norma NFPA 8502 piloto clase 1).
- Los sensores ultravioleta serán instalados en cajas NEMA 4

con una conexión de 3/8 NPT para purga de aire de la ventana.

3. Consideraciones de seguridad contempladas en la Norma NFPA 8502

Con el propósito de evaluar las consideraciones de seguridad asociadas a hornos, se presentan algunos aspectos contemplados en la Norma NFPA 8502.

3.1 Explosión en Hornos

- a. La causa básica de las explosiones en hornos es la ignición de mezclas de combustible acumulado dentro del espacio confinado del horno.
- b. Una mezcla de combustible peligrosa dentro del horno consiste en la acumulación de una cantidad excesiva de combustible mezclado con aire en proporciones que resulta en una rápida e incontrolable combustión cuando se presenta una fuente de ignición. La magnitud e intensidad de la explosión depende de la cantidad de combustible que ha sido acumulada y de la proporción de aire que se mezcla con el combustible en el momento de ignición.
- c. Numerosas condiciones explosivas están asociadas a la operación. Las más comunes son las siguientes:
 - Una interrupción del suministro de combustible o de aire o de la energía de ignición a los quemadores, suficiente para resultar en una pérdida momentánea de llama, seguido de la restauración de una reignición retardada.
 - Intentos repetidos de re-arranque sin una purga apropiada, lo cual resulta en una acumulación de mezcla explosiva.
 - Combustión incompleta por falla de uno o más quemadores.
- d. Una instrumentación probada, interlocks de seguridad y elementos de protección, así como secuencias adecuadas de operación y un entendimiento claro de los problemas pueden reducir notablemente el riesgo y la incidencia de explosiones.

3.2 Implosión en Hornos

- a. La implosión en hornos resulta de la ocurrencia de una excesivamente baja presión de gas.
- b. Las causas de implosiones en hornos deben incluir las siguientes condiciones:
 - Mal funcionamiento de los equipos de regulación de combustible, resultante en hornos debido a un excesivo tiro inducido.

- Un descenso rápido de la temperatura del gas y presión resultante de una rápida reducción en la entrada de combustible o un disparo maestro de combustible.

4. Conclusiones.

La automatización de hornos requiere del análisis de múltiples variables de diseño que están relacionadas funcional y operacionalmente, lo cual debe ser considerado en virtud de los riesgos que representan. Este análisis debe contemplar desde las condiciones requeridas para el inicio de la secuencia de encendido de los pilotos y quemadores hasta la correcta puesta en marcha del equipo.

Es necesario observar las recomendaciones de los fabricantes en cuanto a los procedimientos de purga del hogar del horno antes de iniciar el proceso de encendido y luego verificar las condiciones operacionales de los pilotos antes de activar las secuencias de encendido de los quemadores.

La disponibilidad de la instrumentación recomendada por las normas y de los arreglos de válvulas de control y bloqueo, reducirá considerablemente la posibilidad de ocurrencia de incidentes o accidentes.

AUTOR:

Edmundo E. Minguet C.

Ingeniero electricista, con maestría en Gerencia de proyectos, especialización de Gerencia de activos. Candidato a PHD en Gerencia con mas de 28 anos de experiencia en la industria petrolera, Director ejecutivo de MJ INGENIERIA.

Correo Electrónico: eminguet@gmail.com



Diagnóstico del Error Humano durante la Investigación de Fallas

Durante los últimos años, la industria ha madurado en materia de “Investigación de Fallas”, aunque los resultados no son los más satisfactorios, podemos decir que la rata de fallas mayores ha disminuido. Queda mucho camino por recorrer para reducir esta rata de falla a niveles tales, que no representen riesgos a las personas, al medio ambiente, a las comunidades y para el activo físico productivo.

Las mejoras se han logrado gracias al trabajo conjunto de los usuarios (Operadores y Mantenedores), propietarios de plantas industriales, de la mano con centros de organizaciones para estandarización, instituciones, asociaciones y centros de investigación y desarrollo quienes han estado siempre de la mano en busca de mejores resultados.

Podemos también decir que se han roto paradigmas, como el temor a hablar de CAUSAS HUMANAS, debido al grado de incertidumbre que estas representan, y los efectos secundarios sobre el clima organizacional. Todavía muchas empresas hablan de culpables, y peor aún, gerentes buscando culpables, esto revela un alto nivel de desconocimiento de las nuevas formas de gestionar sus activos humanos, es allí donde todavía queda mucho trabajo por hacer.

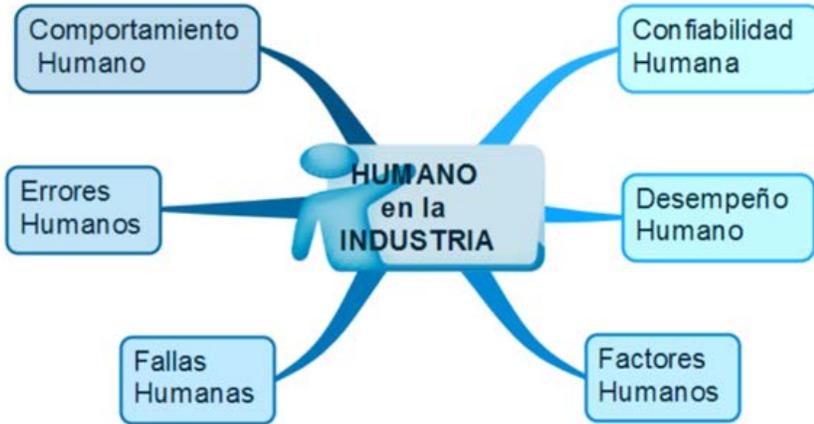
Sin embargo, estos paradigmas los han vencido las empresas que

hoy en día lideran su segmento de negocio, que descubrieron la forma de empoderar a su organización de herramientas y metodologías que rompen con lo tradicional y se basan en el conocimiento que es el camino a la solución de problemas.

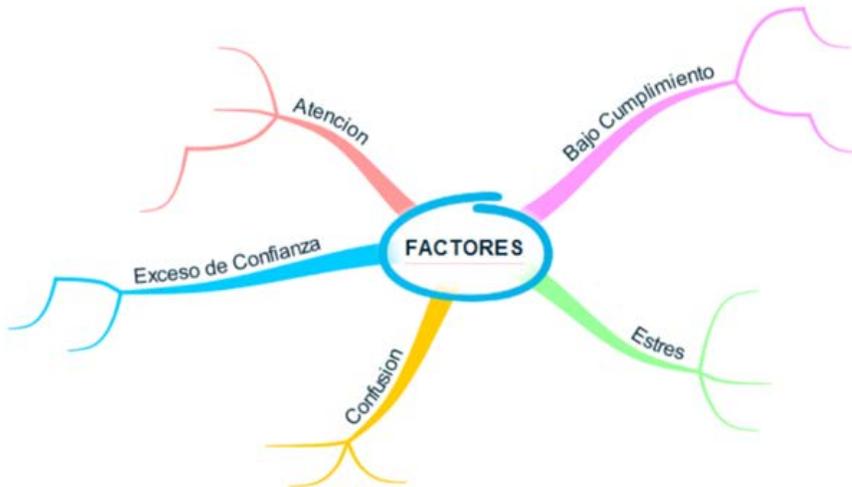
Específicamente hablando de CAUSAS HUMANAS, un término originalmente utilizado por el Reliability Center, Inc., que cambio el enfoque de las investigaciones, descubriendo que, entre los elementos físicos en falla, componentes, partes de maquinarias (CAUSAS FISICAS) y las causas raíces de los problemas situadas en las organizaciones, en la estrategia (CAUSAS LATENTES), entre ambas se encuentran las CAUSAS HUMANAS, y es por ello que hoy la industria habla,

investiga y escribe sobre:

Por tal motivo, el artículo está centrado en abordar los elementos que afectan la confiabilidad humana, y el mejor ejemplo lo encontramos en la gráfica de diagnóstico de errores humanos del método PROACT® que se ilustra en la Imagen N°1.



Encabezando las causas principales, hay 5 factores que se encuentran ilustrados en cinco colores diferentes:



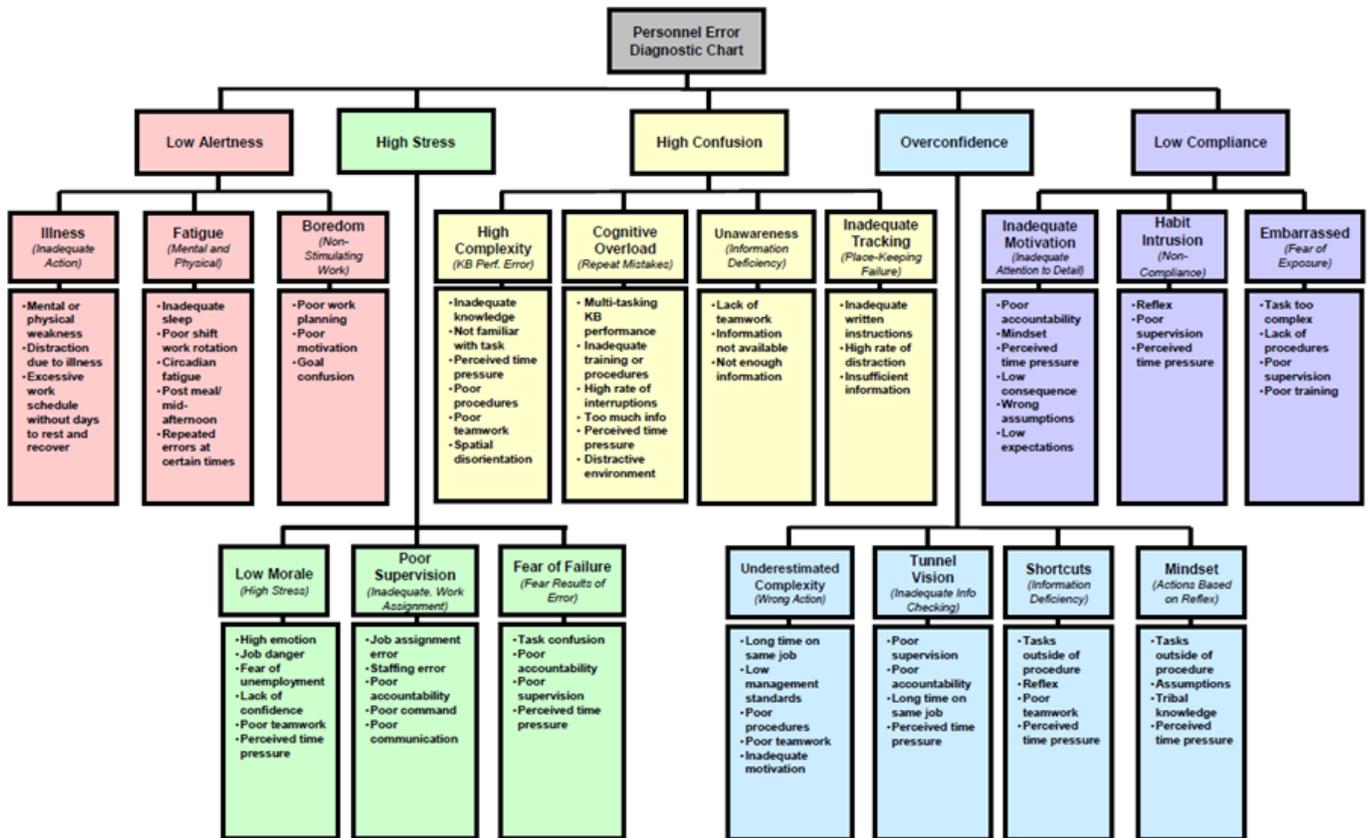
Cada uno de estos factores posee un sub-factor, que responde a la pregunta ¿Por qué?, que de una forma práctica nos conduce a identificar las Causas Raíces Humanas relacionadas con la falla.

El nivel tres (3) de causas, agrupa una serie de condiciones con mayor cantidad de detalles, y que es allí donde podemos

desarrollar acciones tangibles que solucionen esta condición y romper con uno de los eslabones más tenaces de la cadena de eventos.

El éxito, estará en nuestra capacidad de desarrollar y ejecutar las acciones que demuestren a un equipo de trabajo, su potencial efectividad para generar la solución.

Para finalizar los invito a empoderarse de esta herramienta que puede ser utilizada en el desarrollo de sus investigaciones, y que es el camino para que estos eventos no se repitan.



AUTOR:

Ernesto Primera, MSc.

CMRP - CQRM - CSSGB - VAIII

Experto en Mantenimiento, Ingeniería de Confiabilidad y Maquinarias Rotativas

Miembro del Equipo de Investigación y Desarrollo del Machinery & Reliability Institute - MRI

Instructor Global y Speaker Bureau para ASME International

Miembro del Equipo de Autores de PlanetRAMS Network

Correo: editor@ernestoprimer.com

Blog: www.ernestoprimer.com



Assets Integrity

