



Subdirección de Distribución y Comercialización
Gerencia de Administración de Mantenimiento



Manual

IMAC

Integridad Mecánica y Aseguramiento de Calidad

Mayo de 2007

Versión : Primera

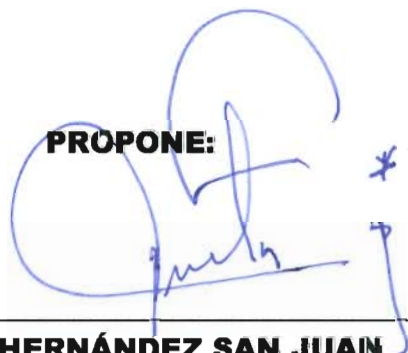
HOJA DE AUTORIZACIÓN

ELABORA:



HUGO PEDRO CHOW ESCOBEDO
E.D. GERENCIA DE ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO

PROPONE:



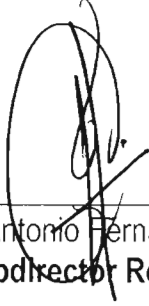
JESÚS HERNÁNDEZ SAN JUAN
SUBDIRECTOR DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

AUTORIZA:



CARLOS A. MORALES GIL
DIRECTOR

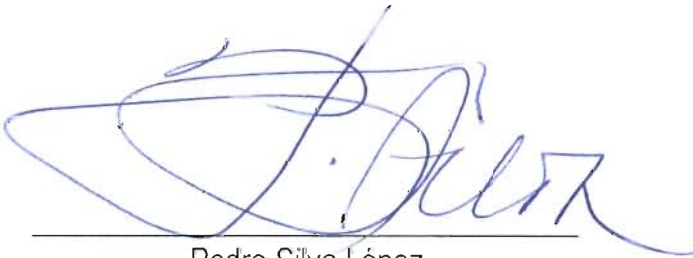
PROPONEN:



José Antonio Hernández Venegas
Subdirector Región Norte



José Refugio Serrano Lozano
Subdirector Región Sur



Pedro Silva López
Subdirector Región Marina Suroeste



Juan Javier Hinojosa Puebla
Subdirector Región Marina Noreste



Manuel de Jesús Alegria Constantino
Subdirector de la Coordinación de Servicios Marinos



Ricardo Palomo Martínez
Subdirector de la Unidad de Perforación y Mantenimiento de Pozos

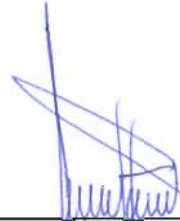


Ing. Sergio Aceves Borbolla
Subdirector de Ingeniería y Desarrollo de Obras Estratégicas

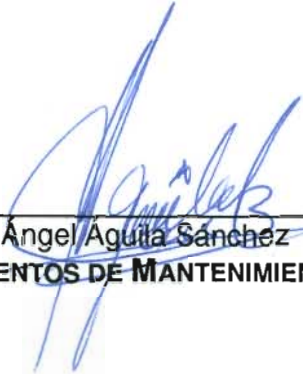
En la elaboración de este manual participaron los líderes de los elementos siguientes:



Héctor Toledo Matus
**FUNDAMENTOS E INGENIERÍA DE
CONFIABILIDAD**



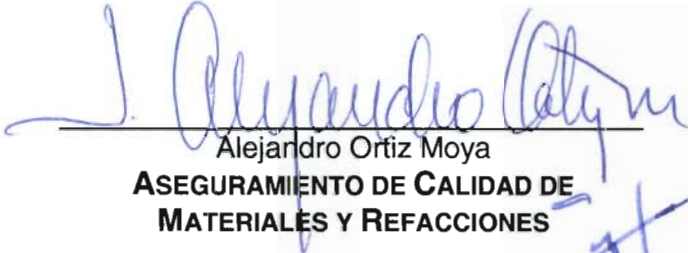
Felipe Javier Torres Gutiérrez
**ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE
EQUIPOS NUEVOS**



Miguel Ángel Aguilera Sánchez
PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO



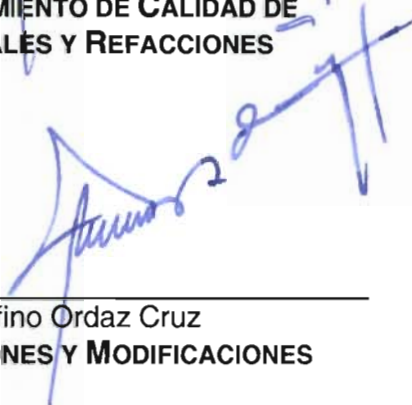
Miguel Chablé Pérez
CAPACITACIÓN DE MANTENIMIENTO



Alejandro Ortiz Moya
**ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE
MATERIALES Y REFACCIONES**



Raúl Ramírez Palacios
INSPECCIONES Y PRUEBAS



Rufino Ordaz Cruz
REPARACIONES Y MODIFICACIONES



Alberto Torrescano de la Campa
AUDITORÍAS

Contenido

1. Introducción	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Alcance	2
1.3. Principio de Integridad Mecánica y Aseguramiento de Calidad (IMAC)	2
2. Fundamentos.....	6
2.1. Establecer El Grupo de IMAC en el Centro de Trabajo	6
2.2. Determinar el equipo crítico	9
2.3. Revisión de los documentos de las bases de diseño	15
3. Aseguramiento de Calidad de Equipos Nuevos	16
3.1. Fabricación de Acuerdo al Diseño	17
3.2. Sistema de Selección del Proveedor	18
3.3. Programa de Inspecciones en la Fabricación del Equipo	21
3.4. Entrega, recepción y almacenamiento del equipo	23
3.5. Ensamblado e Instalación del equipo	23
3.6. Documentación Completa del Equipo	24
3.7. Comunicación al Personal	26
4. Procedimientos de Mantenimiento	27
4.1. Identificar las tareas críticas de mantenimiento para ASP.....	27
4.2. Revisar procedimientos existentes.	27
4.3. Elaboración de los procedimientos.	27
4.4. Actualización de los procedimientos.	29
4.5. Realizar ciclos de trabajo de los procedimientos.	29
4.6. Cambios en los Procedimientos.....	29
4.7. Sistema de control de procedimientos.	29
5. Capacitación de Mantenimiento.....	30
5.1. Desarrollar un Programa de Capacitación de Mantenimiento	30
5.2. Programa de Capacitación de Habilidades Comunes	31
5.3. Programa de Capacitación en Temas de Seguridad y Proceso	32
5.4. Desarrollar un Programa de capacitación de habilidades específicas.....	32
5.5. Documentación y control de la capacitación.....	33
6. Aseguramiento de Calidad de Materiales y Refacciones	34
6.1. Identificar los Materiales y Refacciones Críticas de Mantenimiento	34
6.2. Selección del Proveedor	35
6.3. Recepción y almacenamiento de los materiales y refacciones.....	37
6.4. Verificación de los Materiales y Refacciones en Campo Antes de Utilizarse.	38
6.5. Instalación Correcta de los Materiales y Refacciones	39

7. Inspecciones y Pruebas	40
7.1. Establecer El Programa de Inspecciones y Pruebas	41
7.2. Determinar los Procedimientos de las Inspecciones y Pruebas	46
7.3. Establecer un Sistema para Mantener Registros.....	47
7.4. Ejecutar las Inspecciones y pruebas.....	49
7.5. Evaluar y Analizar los Resultados del Programa de Inspecciones y Pruebas.....	49
7.6. Actualizar el programa de Inspecciones y Pruebas de acuerdo a las evaluaciones.	50
7.7. Documentar los Cambios.....	50
8. Reparaciones y Modificaciones	51
8.1. Desarrollar y Validar las Acciones Correctivas de cada desviación.	51
8.2. Programar las Acciones Correctivas.....	53
8.3. Realizar las Acciones Correctivas.....	53
8.4. Seguimiento a las Acciones Correctivas.....	55
8.5. Documentación de Acciones Correctivas	55
9. Ingeniería de Confiabilidad	56
9.1. Recopilar los Datos de Fallas y Desempeño del Equipo	57
9.2. Análisis de Causa Raíz de las fallas más frecuentes	59
9.3. Efectuar el Análisis de Modo, Falla y Efecto y el de consecuencias de fallas	60
9.4. Rediseñar el Equipo para prevenir fallas.	61
9.5. Revisión Periódica de la Confiabilidad del Equipo.....	63
9.6. Efecto de la Mejora Continua.....	64
10. Auditorias	67
10.1. Elementos para Auditarse.....	68
10.2. Protocolo de Auditorias	70
10.3. Preguntas del Protocolo de IMAC.....	71

1. INTRODUCCIÓN

La Seguridad Salud y Protección Ambiental (SSPA) actualmente en implantación contempla las 12 mejores prácticas y tres sistemas: Administración de Seguridad de los Procesos (ASP), Administración Ambiental (AA), Administración de Salud en el Trabajo (AST).

La Administración de la Seguridad de los Procesos (ASP) considera los siguientes 14 elementos dentro de las categorías de Personal, Tecnología e Instalaciones:

Personal.- Auditorias, Planeación y Respuesta a Emergencias, Administración de Cambios, Investigación y Reportes de Incidentes, Contratistas, Entrenamiento y Desempeño.

Tecnología.- Tecnología de Proceso, Procedimientos de Operación y Prácticas Seguras, Administración de Cambios y Análisis de Riesgo de Proceso.

Instalaciones.- Revisiones de Seguridad de Prearranque, Administración de Cambios Menores, Integridad Mecánica y Aseguramiento de la Calidad.

Estos dos últimos, son los elementos considerados en este manual.

Dentro de la Administración de la Seguridad de los Procesos, los elementos de IMAC, en conjunto con la Disciplina Operativa y la excelencia en las operaciones con el apoyo y compromiso de todo el personal a través de la línea de mando del Centro de Trabajo, aseguran la confiabilidad y la continuidad de las operaciones.

Integridad Mecánica y Aseguramiento de Calidad (IMAC) es un sistema que puede contribuir y ayudar al personal de PEP a asegurar que todas sus instalaciones, sistemas, procesos, equipos y componentes mantengan sus condiciones originales de diseño, desde su fabricación, instalación, prearranque exitoso, operación durante toda su vida útil hasta su desmantelamiento y disposición, de manera confiable y segura.

IMAC se enfoca en el mantenimiento, las operaciones y en la mejora continua de la integridad y confiabilidad de los sistemas para contener y manejar de manera segura las sustancias y materiales peligrosos durante todas sus fases.

IMAC se basa en la aplicación de varios controles administrativos, a todas las operaciones y procesos en las cuales intervienen materiales peligrosos y de alto riesgo, de tal manera que tales riesgos se identifiquen y se comprendan para que se eliminen, se controlen o se minimicen, para prevenir lesiones al personal, daños irreversibles a la salud, fatalidades, impacto al medio ambiente, pérdidas de producción, de calidad, imagen y rentabilidad de los procesos e instalaciones de PEP.

Este manual no reemplaza a ninguna regulación gubernamental, ni a normas internacionales, nacionales, estatales o locales relacionadas con la Seguridad, la Salud Ocupacional y la Protección al Medio Ambiente. Los Centros de Trabajo de PEP deben tener presente que dichas regulaciones y/o normas pueden dictar requerimientos que no estén reflejados en este manual.

1.1. **Objetivo**

Proporcionar una guía para cumplir con los requerimientos de Integridad Mecánica y Aseguramiento de Calidad (IMAC) para su implantación en las instalaciones de los Centros de Trabajo de Pemex Exploración y Producción (PEP).

1.2. **Alcance**

Este documento es de aplicación general en todas las instalaciones de Pemex Exploración y Producción durante la fase de diseño, fabricación, instalación o construcción, inspecciones y pruebas, operación y mantenimiento.

1.3. **Principio de Integridad Mecánica y Aseguramiento de Calidad (IMAC)**

Con la implantación de IMAC se asegura la vida de las instalaciones desde la fase de diseño, fabricación, instalación o construcción, prearranque, puesta en operación y el mantenimiento hasta su desmantelamiento y disposición segura.

IMAC se enfoca en asegurar que la integridad de un sistema o componente que contenga y/o maneje sustancias peligrosas sea conservada y pueda operar sin incidentes durante toda su vida útil.

Los elementos que conforman IMAC son los siguientes:

Fundamentos

Aseguramiento de la calidad de equipos nuevos.

Procedimientos de mantenimiento.

Capacitación de mantenimiento.

Control y aseguramiento de calidad de los materiales de mantenimiento y las partes de repuesto.

Inspecciones y pruebas.

Reparaciones y modificaciones.

Ingeniería de confiabilidad.

Auditorias.

Las actividades de mantenimiento preventivo y predictivo son importantes y necesarias para asegurar la confiabilidad y disponibilidad de las instalaciones y equipos. Tales actividades ayudan a prevenir y predecir fallas prematuras y aseguran la operación y continuidad de los procesos.

1.3.1. **DEFINICIÓN DE INTEGRIDAD MECÁNICA**

Son todos los esfuerzos y actividades que enfocamos y realizamos para asegurar que los sistemas, equipos o componentes críticos de las operaciones y procesos que contengan materiales peligrosos estén siempre bajo las condiciones originales de diseño y que sean mantenidos desde la construcción e instalación hasta el final de la vida útil de la

instalación, previniendo o eliminando los incidentes para garantizar la protección al personal, la comunidad, el medio ambiente, las instalaciones, la producción y la rentabilidad del negocio.

1.3.2. DEFINICIÓN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

El aseguramiento de calidad son todas aquellas acciones planeadas y sistemáticamente realizadas para promover la confiabilidad adecuada de que un producto o servicio cumplirá con los requisitos dados de calidad y los requerimientos del cliente.

1.3.3. LA FILOSOFÍA DE IMAC

En PEP estamos seguros que todos los accidentes y los incidentes se pueden prevenir

La Disciplina Operativa (DO) nos ayuda a asegurar que todas las operaciones y/o actividades se llevan a cabo en forma correcta, consistente y segura.

Podemos construir, operar y mantener únicamente instalaciones y procesos que sean altamente confiables y seguros.

Con gente altamente capacitada, que sabe lo que hace de acuerdo a criterios aceptables.

Con materiales y procesos seguros.

Con las tecnologías reconocidas, seguras aceptadas y aprobadas.

Cualquier instalación debe ser segura desde el punto de vista de diseño.

Podemos construir las instalaciones de acuerdo a especificaciones escritas y de acuerdo a las normas y regulaciones nacionales e internacionales de SSPA.

Podemos operar las instalaciones dentro de los límites de diseño del proceso, con un personal altamente entrenado, con una excelencia en mantenimiento y en operaciones, con instalaciones confiables, logrando a la primera una producción de alta calidad con el costo óptimo, desde su arranque hasta el fin de su vida útil.

En la operación de un proceso e instalación con equipos y partes críticas es importante que:

Se realicen Revisiones de Seguridad de Prearranque (RSP).

Que el arranque sea en forma segura y efectiva.

Que se opere dentro de las especificaciones.

Se mantengan en forma segura.

Se mejoren su capacidad, rendimientos, efectividad y eficiencia sin afectar a la seguridad, la salud y al medio ambiente.

Los lineamientos de IMAC que se deben aplicar durante la fase de diseño, fabricación, instalación o construcción, inspecciones y pruebas, operación de los equipos y su mantenimiento serán los siguientes:

El cumplimiento estricto de lo indicado en los manuales y procedimientos de operación y mantenimiento.

Programas integrales de mantenimiento preventivo y predictivo.

Apego a normas, especificaciones y procedimientos desde el diseño de la instalación hasta su desmantelamiento y disposición.

Uso efectivo de la información de la Tecnología del Proceso.

El análisis de la causa raíz de las fallas de los equipos y las acciones correctivas.

El compromiso de hacerlo siempre de la manera correcta por todo el personal.

Un alcance de los sistemas, equipos y componentes aunque no es limitativo, en la cual se debe aplicar IMAC son:

Tanques de almacenamiento.

Recipientes a presión.

SCADA.

Ductos para conducción de hidrocarburos (fase líquida y fase gas).

Protección catódica.

Pozos productores de hidrocarburos en tierra y en mar.

Barcos y sistemas de transporte de hidrocarburos por mar.

Estaciones de recolección.

Estaciones de bombeo.

Estaciones de compresión.

Sistema de tuberías y equipo de líneas de proceso en instalaciones.

Sistemas y dispositivos de protección (seguridad, alivio, venteo).

Sistema para paro de emergencia en forma segura.

Sistema de monitoreo (sensores, alarmas, dispositivos de protección y dispositivo de monitoreo).

Sistema de bombeo (con motores eléctricos, combustión interna, turbinas a gas).

Sistemas de soporte periférico que puedan fallar y que repercuta en los equipos anteriores.

Subestaciones eléctricas.

Cuartos de control de motores.

Equipos de comunicación.

Como resultado de las Inspecciones y Pruebas podremos atender las reparaciones, rehabilitaciones y modificaciones, aplicando el elemento de Administración de Cambios de Tecnología y Menores todo dentro de la Disciplina Operativa y podremos aplicar la Ingeniería de Confiabilidad para la eliminación de las causas raíces de los defectos en el diseño de los equipos, de

la operación, en el ensamblado, reparación, en los procedimientos, en la selección, procura y calidad de los materiales y las refacciones.

Una forma de medir el cumplimiento en el programa de Integridad Mecánica será mediante auditorias, las cuales nos proporcionan una manera de identificar las fortalezas y las áreas de oportunidad de mejora. Las observaciones de campo nos proporcionarán datos para determinar el desempeño actual, contra los estándares establecidos y poder tener recomendaciones de acciones correctivas.

2. FUNDAMENTOS

En este elemento, se establece lo siguiente:

Definición de las bases para formar el grupo u organización de IMAC.

Revisión de criterios para determinar los equipos críticos de ASP.

Evaluación del estado actual de IMAC por el grupo de IMAC del Centro de Trabajo.

Revisión de las bases de diseño y los archivos de los equipos críticos seleccionados para desarrollar sus archivos completos.

Objetivo

Establecer los requisitos generales para la administración de IMAC de los sistemas, equipos y componentes críticos ya sean mecánicos, eléctricos, instrumentos, etc. enfocándose en garantizar la contención de las sustancias o materiales peligrosos durante toda la vida útil de las instalaciones de los centros de trabajo de PEP.

Alcance

El primer propósito de esta sección es asegurar que todo el Centro de Trabajo de PEP pueda tener una organización para la implantación de IMAC, que tenga como Líder a la máxima autoridad de mantenimiento de la instalación.

El segundo propósito es poder identificar y documentar los sistemas, equipos y componentes críticos, así como poder tener la documentación correcta y actualizada de dichos equipos críticos.

El tercer propósito de los fundamentos es asegurar que las "bases y criterios de diseño" estén actualizados y disponibles para quienes los requieren dentro de las actividades de IMAC.

Las bases y criterios de diseño deben ser documentados y comunicados al personal de operación y mantenimiento como parte del paquete de Tecnología del Proceso.

2.1. **Establecer El Grupo de IMAC en el Centro de Trabajo**

Todas las actividades de IMAC deben ser administradas por un Líder de IMAC y un equipo de trabajo, Subequipo y/o Red dentro del Centro de Trabajo con responsabilidades de IMAC.

2.1.1. **DEFINIR LAS RESPONSABILIDADES DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO DE IMAC.**

El grupo de IMAC tiene 4 tareas principales:

Convertir los requerimientos corporativos hacia el Centro de Trabajo y compartir los problemas, experiencias, soluciones y sugerencias con los Subequipos y/o Red de IMAC.

Identificar fuentes de servicios requeridos por los programas de IMAC, tales como actividades de capacitación y entrenamiento de mantenimiento. Esas fuentes pueden ser parte del Centro de Trabajo y tener un soporte de otros Centros de Trabajo, fuentes del Corporativo y/o por contrato. Todas

pueden ser aceptables si son competentes y siguen los requerimientos de este manual.

Realizar o participar en las auditorías internas de los programas y sistemas de IMAC, para asegurar que todas las disposiciones y recomendaciones emitidas estén adecuadamente implantadas.

Tener y utilizar el banco de información existente para disponer de los temas de interés de IMAC por el Centro de Trabajo y compartir los problemas, experiencias y sugerencias para que se puedan revisar y aplicar en los subequipos de IMAC de PEP.

Cada Centro de Trabajo deberá tener bien definidas todas las responsabilidades estableciendo programas de IMAC. El equipo de trabajo lo integran los siguientes elementos:

Coordinador o líder de IMAC (Responsable de mantenimiento del Centro de Trabajo).

Ingeniero de confiabilidad.

Ingeniero de mantenimiento.

Ingeniero de materiales.

Ingeniero de proceso.

Supervisor de mantenimiento.

Gente conocedora del área.

Supervisores de producción.

Líder de ASP.

2.1.2. ROLES Y RESPONSABILIDADES DE LOS MIEMBROS DE LA ORGANIZACIÓN DE IMAC

Los miembros del equipo de IMAC representan a la organización local del Centro de Trabajo en la red corporativa de IMAC; participan en el desarrollo de los propósitos, documentación y prácticas de IMAC; además, aseguran la comunicación efectiva de manera oportuna con su organización local en los problemas y tópicos de IMAC.

Requerimientos de los miembros:

- 1. Son asignados por el Líder o máxima autoridad de mantenimiento del Centro de Trabajo.**
- 2. Conocen las estrategias de implantación de IMAC en el Centro de Trabajo.**
- 3. Tienen la interrelación en los tópicos de IMAC con sus compañeros en el Centro de Trabajo.**
- 4. Atienden las juntas de IMAC y participan en las actividades con una continuidad suficiente que permita acelerar la implantación de IMAC de manera satisfactoria.**
- 5. Entienden como convertir las guías corporativas en las necesidades locales del Centro de Trabajo.**
- 6. Buscan de manera adecuada seguir los cambios y como cambiar la cultura hacia IMAC en su Centro de Trabajo.**

7. Demuestran un liderazgo proactivo y fuerte para conducir la mejora continua, tienen habilidad en comunicaciones efectivas.
8. Se comunican efectivamente con los demás miembros de IMAC para evitar las duplicaciones de información.
9. Actúan rápidamente para enviar la información de IMAC a otros participantes apropiados del Centro de Trabajo.
10. Proporcionan retroalimentación a los compañeros en:

Desempeño del Centro de Trabajo.

Enfoque en los temas de IMAC.

Eventos tales como incidentes de IMAC, auditorias externas y mejores prácticas.

Información sobre los proveedores de bienes y servicios de IMAC.

2.1.3. ASIGNAR UN LÍDER DE IMAC EN EL CENTRO DE TRABAJO.

En cada Centro de Trabajo se debe asignar un Líder o coordinador de los esfuerzos de IMAC, esta responsabilidad puede recaer en el responsable de mantenimiento o de confiabilidad. Dentro de sus responsabilidades esta la implantación de IMAC, así como de interrelacionarse con la Red corporativa de IMAC en cada región a nivel de PEP.

2.1.4. FORMAR EL GRUPO DE IMAC EN EL CENTRO DE TRABAJO.

El personal debe ser asignado para lograr la programación y ejecución de los trabajos de mantenimiento, basados en la carga de trabajo y recomendaciones generadas durante las actividades de IMAC. Este personal deberá formar un subequipo de Integridad Mecánica y reportar al subequipo de ASP del Centro de Trabajo. El grupo debe enfocarse a la implantación de IMAC, a la programación de actividades de IMAC y a trabajar en las áreas de oportunidad desarrolladas.

Dependiendo del tamaño del Centro de Trabajo, la complejidad y el número de operaciones y procesos peligrosos, podrá variar el tamaño del subequipo.

2.1.5. DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL EN IMAC.

El coordinador y el grupo de IMAC deberán revisar y evaluar el estado actual en IMAC del Centro de Trabajo. Deben de evaluar la carga de trabajo, los recursos y las recomendaciones generadas en auditorias.

Para evaluar el Centro de Trabajo, es necesario apoyarse con la sección de auditorias. (Se pueden auxiliar con un equipo externo de implementación de IMAC, si es que existe).

Esta evaluación permitirá identificar las fortalezas y las áreas de oportunidad de mejora, de tal manera que se tengan recomendaciones específicas, las cuales se deben realizar para reforzar IMAC en el Centro de Trabajo.

2.2. **Determinar el equipo crítico**

2.2.1. **DETERMINAR LA CLASIFICACIÓN DE RIESGOS DEL CENTRO DE TRABAJO.**

IMAC inicia desde la primera fase del diseño. Los sistemas, equipos y componentes deben estar identificados de acuerdo a lo crítico o importante que sean para la Administración de Seguridad del Proceso (ASP). Los sistemas, equipos y componentes pueden ser críticos por diferentes razones.

Durante las fases iniciales de diseño, así como en la ingeniería de detalle del diseño es importante efectuar Análisis de Riesgos de Proceso (ARP), para poder identificar los peligros, controlar y minimizar los riesgos que pudieran existir.

Es muy importante que la gente de operación, mantenimiento y SSPA puedan participar y tener un consenso entre todas las personas que interactúan en una instalación sobre...

¿Qué es equipo crítico por seguridad? (ASP).

"Es todo aquel sistema, equipo o componente cuya falla resultaría, permitiría o contribuiría a originar una exposición al personal a una cantidad suficiente de sustancias peligrosas, lo cual resultaría en una lesión seria, un daño irreversible a la salud o la muerte, así como en un daño significativo a las instalaciones y al medio ambiente."

Sustancia peligrosas: Es cualquier sustancia que cuando es emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar lesión, daños irreversibles a la salud, muerte, impacto ambiental significativo o daños a las instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión.

2.2.2. **IDENTIFICAR EL EQUIPO CRÍTICO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD DE LOS PROCESOS (ASP).**

Los 8 criterios que nos ayudarán a identificar los equipos, sistemas o componentes que puedan ser necesarios para la seguridad de las operaciones, son los siguientes:

CRITERIO 1.- "Equipos, sistemas o componentes para evitar la pérdida de contención".

CRITERIO 2.- "Equipos, sistemas o componentes que ayudan a asegurar la contención durante una operación normal".

CRITERIO 3.- "Equipos, sistemas o componentes que aseguran el cierre o paro seguro".

CRITERIO 4.- "Equipos, sistemas o componentes asociados con la liberación o desfogues controlados de sustancias peligrosas".

CRITERIO 5.- "Equipos, sistemas o componentes asociados con la detección, o respuesta de la gente a desfogues de sustancias peligrosas".

CRITERIO 6.- "Equipos, sistemas o componentes que al activarse reducen el potencial o minimizan los desfuegos peligrosos, incendios y explosiones".

CRITERIO 7.- "Equipos, sistemas o componentes que no requieren activación para reducir el potencial o minimizar los desfuegos peligrosos, incendios y explosiones relacionadas con el proceso.

CRITERIO 8.- "Equipos, sistemas o componentes que ayudan a mantener una operación segura".

A continuación se indica y se establecen los equipos que deben considerarse en cada uno de los criterios:

CRITERIO (1) "Equipos, sistemas o componentes para evitar la pérdida de contención"

Son todos aquellos equipos que contienen o están en contacto con el fluido de proceso o material peligroso, los equipos que deben considerarse en este criterio son los que se indican a continuación:

Ductos para transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos

Ductos de aguas amargas, propano y gas ácido

Trampas de diablo

Tanques de almacenamiento hidrocarburos: atmosféricos y a presión

Filtros tipo canasta y de carbón

Separador gas-aceite, filtro separador, tanque de flasheo, Separador líquido-líquido, Separador trifásico, Slug catcher,

Rectificadores de gas

Intercambiadores de calor para gas, crudo y condensado

Calentadores de gas combustible y crudo

Rehervidores

Bombas de: crudo y condensados

Compresores de gas, gas ácido y propano

Enfriadores de gas y soloaires

Acumulador, economizador y condensador de propano

Sistemas de medición de hidrocarburos líquidos y/o gaseosos (másicos y volumétricos)

Torres; regeneradoras, absorvedoras, deshidratadora agotadora y estabilizadora

Tubería de proceso que transporta hidrocarburo líquido y/o gaseoso

Válvulas de seccionamiento

Válvulas de relevo

Sistema de control superficial

Sistema de Bombeo / Fluido de control

CRITERIO (2) "Equipos, sistemas o componentes que ayudan a asegurar la contención durante una operación normal".

El equipo que usualmente no contiene, o no está en contacto con la sustancia peligrosa, pero " suministra un margen de seguridad en prevenir o mitigar un evento peligroso":

Sistemas de control de proceso, sensores y válvulas de control

Sistemas de regulación de presión

Sistemas de venteo

Sistemas de recirculación de crudo y gas

Válvulas de retención y de exceso de flujo BDV

Sellos mecánicos, sellos de estopero, empaquetaduras

Sistema de protección catódica

Sistemas de calentamiento y enfriamiento

CRITERIO (3) "Equipos, sistemas o componentes que aseguran el cierre o paro seguro".

Sistemas o equipos que paran las operaciones de una instalación o planta cuando las condiciones de operación están fuera de control o en caso de una fuga, incendio o explosión.

Sistemas de Paro de Emergencia (ESD) manual y automático incluye; los "sensores" y válvulas de corte (SDV) y preventores.

Alarmas y controles de seguridad del proceso que requieren la intervención del operario

Tablero hidroneumático de control de pozos

CRITERIO (4) "Equipos, sistemas o componentes asociados con la liberación o desfogue controlado de sustancias peligrosas".

Sistemas de quemadores.

Sistemas de desfogues.

Sistemas de venteo a quemadores.

Discos de ruptura que separan a una válvula de seguridad.

Válvulas de seguridad relevo de gas.

CRITERIO (5) "Equipos, sistemas o componentes asociados con la detección o respuesta de la gente a desfogues de sustancias peligrosas".

La funcionalidad de estos sistemas no debe depender de ningún sistema de control mayor.

Sistema de detección de gases, humos y fuego.

Sistemas de alarmas de emergencias audibles y visibles.

Sistemas de voceo, radio y teléfono para comunicación interna y externa.

CRITERIO (6) "Equipos, sistemas o componentes que al activarse reducen el potencial o minimizan los desfogues peligrosos, incendios y explosiones".

Sistemas Contra incendio incluye; Bomba de contra incendio y reforzadora, red, monitores, hidrantes y válvulas de inundación.

Sistema de supresión de fuego a base de CO₂ y FM200

Red de taponos fusibles

Equipo móvil y portátil contra incendio

Sistemas de ventilación para mantener presión positiva en cuartos de control y equipo eléctrico

CRITERIO (7) "Equipos, sistemas o componentes que no requieren activación para reducir el potencial o minimizar los desfuegos peligrosos, incendios y explosiones relacionadas con el proceso.

Diques

Drenaje

Presas API

Muros contra incendio

Instalaciones eléctricas y electrónicas en un área eléctricamente clasificada como peligrosa para prevenir fuentes de ignición (A prueba de explosión en sistemas eléctricos, barreras intrínsecamente seguras para señales de instrumentos)

Sistemas de protección para prevenir electricidad estática (sistema de tierra), sistema de apartarrayos y sistema de pararrayos

CRITERIO (8) "Equipos, sistemas o componentes que ayudan a mantener una operación segura".

Normalmente se diseñan a falla segura.

Sistemas de suministro de nitrógeno para mantener un sistema inerte

Sistemas de aire para instrumentos (compresores de aire y secadora)

Control y Adquisición de Datos de Supervisión (SCADA), Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC), Sistema de Control Distribuido (SCD).

Subestaciones, transformadores.

Fuentes de energía ininterrumpibles (UPS).

Generadores diesel principales y de emergencia.

Sistemas de baterías de respaldo.

Guardacables.

Indicadores de presión, temperatura, nivel, peso, etc.

Interruptores de presión, temperatura, de nivel, etc.

Esta clasificación no es limitativa. En caso de existir equipos, sistemas y componentes en contacto con sustancias que se consideren peligrosas y que no se encuentren en esta relación deberán ser notificados al equipo de IMAC Sede, para considerar su inclusión como crítico.

Asimismo, para los equipos, sistemas y componentes que no estén en contacto con sustancias peligrosas, pero que ayuden a mantener una operación segura o

ayuden a mitigar el riesgo de daño al personal deberán ser notificados al equipo de IMAC Sede, para considerar su inclusión como crítico.

2.2.3. DOCUMENTAR EL EQUIPO CRÍTICO PARA EL ASP

Se debe tener un archivo de la documentación de diseño de los sistemas, equipos o componentes críticos.

Todas las actividades de IMAC tienen como base saber y conocer el diseño del equipo que será:

Adquirido.

Inspeccionado.

Operado.

Mantenido.

Por lo que, la información de diseño debe en todo momento:

Ser confiable y estar actualizada.

Actualizarse cada vez que ocurra un cambio.

Contar con una rigurosa administración y control de cambios.

Estar disponible en cualquier momento.

Ser utilizada en la capacitación del personal.

Estar debidamente identificada y resguardada en un lugar central.

Ser utilizada en la elaboración de procedimientos y programas de mantenimiento.

2.2.4. ACTUALIZAR LAS BASES DE DISEÑO.

El archivo de cada sistema, equipo o componente crítico para ASP deberá contener lo siguiente:

Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI), y marcar con un color diferente el equipo crítico.

Información sobre el diseño, adquisición, inspección y mantenimiento.

Diagramas de flujo de los procesos, incluyendo balances de materia y de energía.

DTI

Código de tuberías.

Hoja de calibración de instrumentos.

Hoja de calibración de alarmas y dispositivos de protección

Cálculos para cada equipo.

Planos y hojas de especificaciones de equipos.

Especificaciones para la procura de los equipos.

Capacidades de los recipientes.

Planos de los proveedores y planos certificados del equipo.
Especificaciones de los materiales de construcción.
Sistema de alivio y bases del diseño de la instrumentación.
Sistemas de protección de seguridad (diagramas eléctricos esquemáticos de dispositivos de protecciones, detección y supresión, etc.).
Diagramas eléctricos del equipo.
Clasificación eléctrica.
Diseño de los sistemas de ventilación.
Sistemas de protección contra incendio.
Procedimientos, programas y reportes de inspección de Aseguramiento de Calidad.
Códigos y normas de diseño utilizado.
Manuales del fabricante.
Planos civiles y arquitectónicos.
Planos de ubicación de equipos.
Análisis de flexibilidad de tuberías.
Colgantes especiales, colgantes y soporte deslizante.
Códigos de aislamiento.
Código de colores de fluidos manejados en equipos y tuberías.
Diseño del sistema de servicio de fuerza.
Ductos para transporte de hidrocarburos (fase líquida y gaseosa):
Características físicas y químicas del fluido.
Especificaciones del material seleccionado
Presión interna máxima, mínima y normal de operación.
Temperatura máxima, mínima y normal de operación.
Cargas adicionales (cargas vivas y cargas muertas).
Factor sísmico
Efectos causados por vibración y resonancia.
Esfuerzos causados por asentamientos o derrumbes de suelos inestables.
Efectos de contracción y expansión térmica
Efectos de los movimientos relativos de los equipos conectados.
Esfuerzos por golpe de ariete (menor de 1.1 veces la presión de diseño).
Esfuerzos en cruces con vías de comunicación y/o ductos existentes.
Factor de eficacia de junta
Espesor adicional por desgaste o margen de corrosión.
Cálculo de diseño del equipo
Derecho de vía de la tubería.

2.3. Revisión de los documentos de las bases de diseño

El grupo de Tecnología del Proceso, deberá asegurar que toda la documentación esté actualizada, sea precisa y esté disponible.

Cada sistema, equipo o componente crítico (ASP), deberá tener su documentación de diseño completa y actualizada.

2.3.1. REVISAR EL ARCHIVO DE DISEÑO.

Todas las actividades de IMAC dependen del conocimiento del diseño del equipo que es adquirido, inspeccionado o mantenido. La documentación de diseño debe estar actualizada y disponible.

Evaluar la necesidad de entrenamiento para comprender los diferentes tipos de documentación para el diseño (DTI, códigos de tuberías, diagramas de calibración de instrumentos, etc.). Se deben verificar los equipos y los archivos de ingeniería del Centro de Trabajo para su completa integridad, actualización y accesibilidad. Tal comprobación se puede hacer por medio de:

Auditorias de ASP.

Auditorias especiales por personal de tecnología o de mantenimiento familiarizados con los códigos y estándares del equipo involucrado.

Inspectores del equipo, quienes realizan las inspecciones y pruebas de forma periódica.

2.3.2. COMUNICAR LAS DISCREPANCIAS AL GRUPO DE TECNOLOGÍA DE PROCESO.

La documentación inadecuada del diseño o el monitoreo de la información se debe notificar al coordinador o líder de la Tecnología del Proceso de manera formal y escrita por los auditores ó evaluadores para poder hacer las correcciones necesarias.

2.3.3. ACTUALIZACIÓN DE LAS BASES DE DISEÑO.

Toda documentación que no esté actualizada, deberá revisarse y actualizarse con el grupo de Tecnología del Proceso y los cambios que se realicen deberán estar reforzados por la Administración y Control de Cambios de manera estricta.

Toda esta actualización se deberá notificar a las áreas de operación, mantenimiento e ingeniería, para realizar los cambios autorizados en el sistema SAP, en adquisiciones, almacenes, etc.

3. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE EQUIPOS NUEVOS

El Aseguramiento de Calidad de Equipos Nuevos se enfoca desde su diseño, especificaciones, proveedor confiable, visitas de supervisión, Inspecciones y Pruebas, recepción, almacenamiento, instalación, pruebas funcionales y arranque efectivo del equipo

Este elemento de IMAC consta de 7 fases:

Fabricación de acuerdo al diseño

Sistema de selección del proveedor.

Programa de inspecciones en la fabricación del equipo.

Entrega, recepción y almacenamiento del equipo.

Ensamblado e instalación del equipo.

Documentación completa.

Comunicación al personal.

Es importante que todos los equipos nuevos o modificaciones que se le hagan a los sistemas, equipos y componentes sigan estas fases para asegurar la calidad de fabricación y como consecuencia un equipo libre de defectos.

Definiciones

Calidad.- Son las características totales y compuestas de mercado, ingeniería, mantenimiento a través de las cuales el producto y su servicio cumplen con las expectativas del cliente.

Control.- Proceso de medir el desempeño de calidad, para comparar con los requerimientos y actuar sobre la diferencia.

Los pasos de control son:

Determinar el estándar de desempeño (norma, especificaciones y estándares).

Evaluar continuamente el desempeño y la uniformidad.

*Efectuar acciones correctivas de las desviaciones o áreas de oportunidad.
Actuar cuando sea necesario.*

Comunicar las recomendaciones, planear y ejecutar las mejoras.

El Aseguramiento de la Calidad son todas aquellas acciones planeadas y sistemáticamente realizadas para asegurar que un producto o servicio cumplirá con los requisitos dados de calidad.

El propósito de un sistema de control de calidad (Aseguramiento de Calidad), es asegurar que todos los materiales y equipos (fabricados, reparados, modificados y/o rehabilitados) utilizados en servicio crítico, cumplan con los requerimientos establecidos en la norma o especificaciones aplicables.

De esta manera aseguramos que el equipo de proceso es:

Fabricado de acuerdo con la especificación de diseño.

Entregado en los lugares especificados.

Ensamblado e instalado apropiadamente.

3.1. Fabricación de Acuerdo al Diseño

3.1.1. DESARROLLAR UN PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

Se debe desarrollar un plan de Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad (AC/CC) para el equipo diseñado como crítico y para cualquier otro equipo que el grupo de proyectos y diseño determine que requiere de AC/CC. Este plan debe ser incluido en el diseño del paquete emitido. El plan debe incluir actividades de AC/CC que pueda asegurar que el equipo se fabrique, se entregue y sea temporalmente almacenado, ensamblado e instalado de acuerdo a las especificaciones. El plan de AC/CC debe ser considerado de forma continua.

Se debe utilizar como guía el diseño a través de las fases de la instalación del proyecto a fin de asegurar que todos los pasos sean realizados. El líder del proyecto es responsable para asegurar que se desarrolle y se siga un plan de AC/CC.

Ejemplo: Para ductos nuevos es importante especificar las características del recubrimiento anticorrosivo, para aislar del medio ambiente la superficie externa de los ductos, enterrados y sumergidos, con la finalidad de evitar la incidencia de corrosión, reducir los requerimientos de corriente de protección catódica y mejorar la distribución de la misma. Los recubrimientos anticorrosivos deben cumplir con los métodos de pruebas indicados en las normas y deben incluir al menos las siguientes características:

1. Alta resistencia eléctrica.
2. Impedir el paso de la humedad.
3. Este método de aplicación no debe afectar las propiedades del ducto.
4. No debe manifestar defectos una vez aplicado el producto.
5. Debe tener buena adherencia.
6. Resistencia a microorganismos.
7. Resistente al manejo, transportación, almacenamiento e instalación del ducto.
8. Resistente al desprendimiento catódico.
9. Resistente al ataque químico.
10. Fácil de reparar.
11. Deberá conservar sus propiedades físicas a través del tiempo.
12. No tóxico.
13. Resistente a efectos térmicos.
14. Resistente al impacto.
15. Resistencia a la fricción.

3.1.2. IDENTIFICAR TODOS LOS COMPONENTES CRÍTICOS.

Determinar cual equipo en la instalación es crítico para ASP para poder identificar los equipos críticos asociados.

El líder del proyecto, en conjunto con los ingenieros de confiabilidad y del proceso del área son los responsables de realizar este paso.

3.1.3. REVISAR LAS ESPECIFICACIONES Y DISEÑO DEL EQUIPO.

Completar el diseño y las especificaciones que son necesarias para la procura, fabricación e instalación del equipo, siguiendo los estándares corporativos y otros estándares adecuados generalmente aceptados, regulaciones y procesos para desarrollar el diseño y las especificaciones del equipo y los sistemas.

En ASP se debe incluir el elemento de Administración de Cambios, los acuerdos de ingeniería de las instalaciones y el Análisis de Riesgos de Proceso. El gerente de ingeniería del proyecto es responsable para asegurar que el diseño y las especificaciones son los adecuados.

3.1.4. DETERMINAR EL PLAN DE INSPECCIONES PARA LA FABRICACIÓN

Los equipos asociados con la instalación inicial, requerirán algún grado de inspección en el taller o en el campo. El gerente de ingeniería del proyecto es el responsable de determinar las necesidades de las inspecciones para cada componente del equipo.

Factores tales como: implicaciones de seguridad, complejidad del equipo, lo crítico del proceso, registro de monitoreo del proveedor y el impacto en costo de una calidad deficiente, deben ser utilizados como criterios para determinar el nivel de las inspecciones de Aseguramiento de Calidad y Control de calidad (AC/CC) en la fabricación en taller y en campo que debe ser requerido.

Los métodos de aseguramiento de la calidad antes, durante y después de la fabricación aseguran que el equipo es fabricado tal como fue diseñado y se puede optimizar a través de las siguientes consideraciones:

Tener un programa específico, efectuar revisiones e inspecciones a través de un representante del Centro de Trabajo en el lugar de la fabricación. Cuando el equipo tiene un diseño especial o el proceso de fabricación es llevado por un proveedor nuevo, se requerirá que un inspector entrenado de PEP efectúe estas inspecciones o revisiones con mayor frecuencia, llevando la documentación de los hallazgos y las áreas de oportunidad de mejora del proveedor.

Es necesario que se haga un seguimiento a todas las pruebas que se requieran, documentándose e integrándolos al archivo del equipo.

El personal del fabricante o proveedor debe demostrar que está capacitado en el trabajo a realizar y debe demostrar el entrenamiento recibido, así como todos los exámenes y pruebas realizadas y que estén aprobadas.

Todas las desviaciones encontradas se deben comunicar al responsable del proyecto, así como al proveedor y dar seguimiento para que se corrijan de inmediato.

3.2. *Sistema de Selección del Proveedor*

El objetivo de este sistema es establecer a través de una estructura bien definida, los requisitos mínimos de aseguramiento y control de calidad que deben cumplir todos los contratistas y proveedores que proporcionan materiales, componentes de equipo y equipos para servicio crítico al Centro de Trabajo.

Incluye la definición de las responsabilidades del personal involucrado y la responsabilidad de hacer que se cumplan estos requisitos, detectando desviaciones y aplicando acciones correctivas.

3.2.1. DETERMINAR UN PROVEEDOR

PEP debe contar con un “Sistema de Administración de Contratistas” y proveedores confiables para que nos proporcionen un aseguramiento y control de calidad, un paquete de servicios con garantía, mejores condiciones de tiempo de entrega, de embarque y de pagos (mejores precios, créditos, descuentos, etc.) servicio técnico y apoyo.

El “Sistema de Administración de Contratistas”, debe contar con un programa de auditorías, evaluaciones y seguimiento a los sistemas y programas de calidad de los contratistas y proveedores.

Si por condiciones de la operación algún proveedor aprobado no puede suministrar algún requerimiento de la empresa, el sistema de administración de contratista y proveedores debe contar con una asignación por excepción para un proveedor no aprobado aún, pero se deberá auditar al proveedor y hacer un programa de inspecciones y evaluaciones con mayor frecuencia durante la fabricación e instalación y hacer un plan de implantación para que el proveedor califique por medio de su sistema de calidad o que tenga un programa para desarrollar su sistema de calidad.

Un buen indicativo de que un contratista o proveedor cuenta con un programa de calidad adecuado, es por medio de la certificación ISO 9000. Este programa de calidad del contratista o proveedor debe incluir a toda su cadena de suministro con sus proveedores.

3.2.2. DETERMINAR SI EL PROVEEDOR TIENE UN SISTEMA DE CALIDAD

Los requerimientos de un sistema aprobado de calidad, se refieren a lo siguiente:

Un proveedor o contratista debe tener un programa interno documentado que asegure la calidad de los materiales, que cumplan con los estándares mínimos de la industria (ASTM, ANSI, ASME, etc.). Los proveedores o contratistas deberán tener la disposición para poder trabajar con los auditores del Centro de Trabajo y así entrar en el proceso de mejora de la calidad de los proveedores. Los requerimientos mínimos son:

Los procedimientos de calidad deben ser documentados y controlados.

Un proceso de aprobación de fabricación incluye auditoría en el lugar.

Inspección mínima esencial para la recepción.

Un proceso de no conformidad y acción correctiva.

Un proceso de capacitación y documentación para todas las especificaciones individuales de los materiales recibidos en el Centro de Trabajo.

Un proceso de documentación de materiales inspeccionados.

Un proceso de recolección de datos de materiales manejados por el Centro de Trabajo y una revisión periódica de datos.

Las auditorías son el único camino efectivo para la evaluación del programa de calidad de proveedores o contratistas.

Revisar el Sistema de Calidad del Proveedor

Los proveedores pueden o no tener un programa aprobado de calidad.

El proveedor debe comprometerse y demostrar que tiene el compromiso para implantar su sistema de calidad y mostrar las evidencias.

El proveedor deberá contar con un método de seguimiento de recomendaciones y cumplimiento oportuno de las acciones correctivas.

3.2.3. REALIZAR AUDITORIAS AL SISTEMA DE CALIDAD DEL PROVEEDOR.

Una certificación ISO 9000 es un buen indicador de un adecuado programa de calidad.

Asegurar que el programa de calidad de proveedores incluya toda la cadena de suministro.

3.2.3.1. AUDITORIAS AL PROVEEDOR DE USO CONTINUO

Los proveedores que se encuentran fuera de un programa aprobado de calidad, pueden ser auditados para asegurar que cumplan con las necesidades del Centro de Trabajo.

La auditoría debe ser tan extensa que asegure que el proveedor siempre podrá suministrar el servicio y producto específico.

Dado que el proveedor frecuentemente subcontrata, es necesario asegurarse que el proveedor tenga un adecuado control de sus contratistas o proveedores.

3.2.3.2. AUDITORIA AL PROVEEDOR DE USO LIMITADO

En los casos de una emergencia en las que se autorice a un proveedor, utilice otros recursos para la evaluación de su capacidad.

Independientemente si el proveedor es de uso frecuente o limitado, por ningún motivo se debe dejar de evaluar la capacidad de fabricación, los programas de control de calidad y aseguramiento de calidad de sus procesos de fabricación, manejo, administración, identificación, documentación, embarque, transportación, instalación y puesta en operación en campo.

3.2.3.3. RECOMENDACIONES PARA LAS ÁREAS DE MEJORA

En una evaluación o auditoría efectuada a un contratista o proveedor se obtendrán fortalezas, hallazgos, áreas de oportunidad de mejora y recomendaciones para la corrección de los puntos identificados de mejora. Se deben desarrollar planes de acción y de seguimiento para que el contratista o proveedor se comprometa a realizar tales recomendaciones y buscar la mejora continua de sus sistemas.

3.2.3.4. SEGUIMIENTO A LOS RESULTADOS DE LAS AUDITORIAS.

Conserve los resultados de las auditorías formales en la base de datos del proveedor y contratista.

Una de las estrategias para buscar el desarrollo de un proveedor o contratista es entrenarlo y capacitarlo para que pueda realizar auto-evaluaciones y acelerar las mejoras identificadas.

Si los resultados de un proveedor después de hacer recomendaciones y corregir deficiencias no se considera aceptable, comuníquelo al área de compras, mantenimiento, confiabilidad y proyectos. Continúe el sistema de selección de contratistas y/o proveedores para buscar un nuevo proveedor.

3.2.4. DETERMINE CON EL PROVEEDOR LOS REQUERIMIENTOS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

Una vez que se ha seleccionado el proveedor, el siguiente paso es revisar todos los requerimientos del Aseguramiento de Calidad para la fabricación del equipo. Todo debe quedar documentado y entendido antes de iniciar la fabricación.

3.2.5. EVALUAR EL DESEMPEÑO DEL PROVEEDOR

Los proveedores deben tener un banco de información de sus evaluaciones, auditorías, desempeño en SSPA, calidad, tiempo de entrega y costos, con el fin de que cada desviación que tengan, se hagan recomendaciones y se realicen las correcciones, de tal forma que se pueda evaluar su desempeño para futuras asignaciones.

Registros de Incidentes de Seguridad y Calidad del Proveedor

Se debe llevar dentro del programa de calidad del contratista o proveedor una sección denominada sistema de archivo del desempeño del proveedor.

Se debe iniciar desde su primera evaluación y auditoría para determinar en qué nivel se encuentra su sistema de calidad y la medición de todo el progreso del contratista o proveedor para mantener su competitividad con el desempeño. Deberá tener los planes de acción de las áreas de oportunidad y su cumplimiento, además se deben registrar todas las situaciones de mejora o deterioro en el sistema de calidad y el desempeño del contratista o proveedor.

Los datos de desempeño positivo o negativo deben reportarse en dicho sistema.

3.3. *Programa de Inspecciones en la Fabricación del Equipo*

3.3.1. DETERMINAR LAS ESPECIFICACIONES EN LAS INSPECCIONES DE LA FABRICACIÓN.

Antes de asignar y colocar una orden de compra, se debe definir las actividades de supervisión e inspecciones por parte de la empresa, para que sea revisado y entendido por el proveedor. La especificación de supervisión permite al proveedor saber las actividades de aseguramiento de calidad que se llevarán a cabo como parte de la fabricación del equipo en el taller o en el campo.

De acuerdo al equipo que se va a fabricar, es necesario que se definan y desarrollen las especificaciones y el programa de visitas al fabricante con el fin de revisar y asegurar que se están utilizando los materiales, métodos, personal capacitado, que fue definido en las especificaciones y diseño del equipo.

Ejemplo: Para la supervisión en la fabricación de ductos, se revisa que el material sea el especificado (bridas y materiales de aporte para las soldaduras sean utilizados dentro de la especificación de materiales y su aplicación); así

como, verificar que el personal del fabricante tenga el entrenamiento y la documentación donde estén certificados. Se debe supervisar que los resultados de las radiografías sean satisfactorios, así como las pruebas de penetración, revelado, pruebas hidrostáticas, relevado de esfuerzos, protección contra corrosión y todos los accesorios que hayan sido previamente especificados.

El objetivo es verificar que en cada visita de supervisión, se revise el programa de fabricación de acuerdo a lo especificado en el programa de visitas, para asegurar el cumplimiento con las especificaciones de diseño y supervisar la fabricación del equipo.

3.3.2. DETERMINAR LOS NIVELES DE INSPECCIONES Y LA SELECCIÓN DE LOS INSPECTORES

Simultáneamente con la especificación de la supervisión, se debe determinar el nivel de la inspección. Este nivel de inspección determina cuales componentes estarán involucrados en las inspecciones de Aseguramiento de Calidad.

Los factores de implicaciones de seguridad, complejidad del equipo, lo crítico del proceso, registro de monitoreo del proveedor e impacto de costo por mala calidad se deben utilizar como criterio para determinar el nivel de inspección que se requiere. El gerente de Ingeniería del Proyecto es el responsable de asegurar que se determine el nivel de inspección y definir el equipo inspector y evaluador.

3.3.3. COMUNICACIÓN CON EL PROVEEDOR Y LA REALIZACIÓN DE LAS INSPECCIONES

Hay varios pasos claves en la inspección de Aseguramiento de Calidad en la fabricación en el taller o en el campo. Los inspectores y evaluadores designados en la sección 3.3.2, son los responsables de realizar esos pasos claves en el proceso de inspección de Aseguramiento de Calidad.

Sin importar quien realice la inspección, el seguimiento de los siguientes pasos asegurará que el proveedor proporcione un equipo que esté dentro de las especificaciones de diseño.

Revisar el diseño, especificaciones del equipo, especificaciones de la supervisión, requerimientos de documentación, instrucciones de embarque y otros puntos pertinentes antes de que el proveedor inicie el trabajo. Lo anterior ayudará a resolver los problemas previos a la fabricación.

Revisar las técnicas de fabricación con respecto al diseño y las especificaciones, de tal forma que se puedan anticipar y resolver los problemas potenciales.

Desarrollar un programa de inspección con avisos previos; en caso de que se incluyan visitas sin previo aviso es necesario que se le entere al proveedor que pueden realizarse.

Hacer reportes de los hallazgos de Aseguramiento de Calidad después de cada inspección y distribuirlos al gerente o responsable de ingeniería del proyecto, ingenieros y líder del proyecto, a contratos, al proveedor y todo el personal que lo requiera. Esos reportes forman parte del archivo del proyecto y del archivo del equipo.

Obtener del proveedor y sus proveedores la documentación de control de calidad y enviar al gerente o responsable de ingeniería de proyecto.

3.4. Entrega, recepción y almacenamiento del equipo

3.4.1. DETERMINAR LAS ESPECIFICACIONES PARA LA ENTREGA DEL EQUIPO

Durante la transportación del equipo y los materiales, éstos pueden sufrir algún daño o la pérdida de documentación, golpes o extravíos, por lo que es necesario tener un sistema para el traslado y transportación, el cual incluya toda la documentación tanto del equipo, como de los permisos para su transportación y manejo. Para el almacenamiento se deberá tener en el sistema de control y Aseguramiento de Calidad lo necesario para la recepción, verificación de calidad, pruebas, preservación, documentación, ubicación ya sea en el almacén o en el área, siguiendo las guías del fabricante o proveedor.

3.4.2. DESARROLLAR UN SISTEMA DE RECEPCIÓN DEL EQUIPO

El área de recepción del almacén debe seguir el sistema de control y Aseguramiento de Calidad en el que se incluya la revisión física para verificar que el equipo y material llegue completo, sin golpes ni daños, con toda la documentación que se especificó en la orden de compra y en las guías básicas de inspección de recepción, seguir el sistema de verificación y pruebas con ingeniería, confiabilidad, usuario para su aceptación, identificación interna, almacenamiento correcto y traslado al lugar de trabajo en forma adecuada.

3.4.3. DESARROLLAR UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO SEGURO DEL EQUIPO

Una vez verificado todos los documentos y que sea autorizado por mantenimiento e ingeniería (servicio rojo), el equipo debe almacenarse en un lugar protegido y seguro. Debe manejarse con cuidado para evitar lesiones al personal, daños al equipo o al medio ambiente.

En caso de que el equipo no sea autorizado por Ingeniería, se le debe de colocar una etiqueta de rechazado, ponerse en un área específica de equipo rechazado y notificar al proveedor de la situación de rechazo del equipo o componente Ensamblado e instalación de forma correcta y segura del equipo

3.5. Ensamblado e Instalación del equipo

3.5.1. DETERMINAR LAS ESPECIFICACIONES DE INSTALACIÓN DEL EQUIPO.

Es necesario contar con una guía para poder asegurar que el equipo se ensamble y se instale correctamente.

Ejemplo: En la instalación de un ducto:

La zanja donde quedará alojado el ducto deberá estar libre de piedras y materiales que pudiesen dañar a los recubrimientos. En casos en donde el terreno sea de material rocoso (Tipo "C") será necesario poner un colchón de material suave (Tipo "A") como arena o tepetate en el fondo de la zanja y alrededor del ducto.

Los daños que se detecten deberán ser reparados con materiales compatibles a los aplicados en el ducto.

Las uniones, accesorios y conexiones deberán recubrirse con materiales compatibles con los que tenga aplicado el ducto.

Se deberá tener cuidado especial durante el tapado de la excavación, evitando que las rocas o escombros golpeen y dañen al recubrimiento o al ducto.

3.5.2. DETERMINAR EL GRUPO DE TRABAJO PARA LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO

Es importante definir el grupo que se hará cargo de la instalación del equipo, con el fin de poder proporcionarles las instrucciones y cuidados que se deben tener para que la instalación sea efectiva.

3.5.3. REVISIÓN DETALLADA Y SEGUIMIENTO DE LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO

La inspección para un equipo instalado debe ser de acuerdo con las bases de diseño.

Esta revisión (Revisión de Seguridad de Prearranque) debe incluir especificaciones de Aseguramiento de Calidad de la instalación.

3.5.4. REALIZAR LAS PRUEBAS FUNCIONALES Y DE PREARRANQUE DEL EQUIPO.

Una vez instalado el equipo se debe verificar por medio de pruebas funcionales, que su operación es segura y efectiva. Se debe hacer un Análisis de Riesgos de Proceso para verificar, identificar, controlar y minimizar los riesgos.

Se debe efectuar un prearranque, para simular las condiciones de operación y evaluar posibles problemas que se puedan tener.

Todo lo anterior se debe documentar formalmente y adjuntar estos documentos al archivo del equipo.

3.5.5. ACEPTACIÓN POR SEGURIDAD Y CALIDAD DEL EQUIPO

La documentación de aseguramiento de la calidad debe ser guardada en la sección de aseguramiento de calidad del archivo de los equipos durante su vida útil y debe incluir:

La parte o sección de Aseguramiento de Calidad (AC) de las bases de diseño original.

Certificación de AC del proveedor (certificado de conformidad).

Reporte de inspección de fabricación de los representantes de inspección del Centro de Trabajo.

Reporte de seguimiento y atención de las recomendaciones de todas las áreas de oportunidad de todas las inspecciones durante la fabricación.

Documentación de inspección de la instalación (copia de revisión de seguridad de prearranque).

Documentación del equipo ya puesto en marcha para poder reclamar la garantía en caso de falla prematura en operación

3.6. *Documentación Completa del Equipo*

3.6.1. DOCUMENTOS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DEL EQUIPO.

Incluir los documentos siguientes:

Planos certificados del equipo, archivos de dibujo del diseño y de la terminación de la instalación (tal como se construyó).

Especificaciones de las inspecciones.

Reportes de las inspecciones.

Registros de AC de la fabricación:

Registros de AC del proveedor.

Reportes y certificados de las pruebas de materiales.

Resultados del AC del proveedor y sus proveedores.

Cálculos del equipo.

Formato para recipientes de presión.

Reportes de Inspecciones y Pruebas no destructivas.

Manuales de mantenimiento e instructivos del proveedor.

Registros de AC de la instalación.

Dibujos “tal como se construyó” (esto requerirá los dibujos de diseño para revisión).

3.6.2. PROCEDIMIENTOS DE OPERACIONES Y DE MANTENIMIENTO.

Antes de que el equipo entre en operación, se deben de tener autorizados los procedimientos de operación y de mantenimiento del equipo, para que puedan ser utilizados como material de entrenamiento del personal.

3.6.3. LISTA DE MATERIALES Y REFACCIONES Y LOS REQUERIMIENTOS PARA INVENTARIO DE ALMACÉN.

Es importante tener la lista de materiales y refacciones del equipo, la cual contenga las especificaciones técnicas, para que se puedan realizar los trámites de alta en el Sistema SAP, en el sistema de servicio rojo y en el inventario del almacén de las partes necesarias. Estas listas de materiales deben formar parte importante de los procedimientos de ensamble del equipo.

3.6.4. PROTOCOLO DE ACEPTACIÓN POR SEGURIDAD.

Antes de iniciar el arranque del equipo, se debe cubrir un protocolo de entrega y recepción, donde se inspeccionan todos los puntos para evaluar riesgos de SSPA, cumplimiento de estándares, especificaciones y ergonomía. Los resultados se deben evaluar y con base a ellos, decidir si se acepta el equipo o es necesario que primero se corrijan los puntos que no cumplen con lo requerido antes de aceptarlo.

3.6.5. CIERRE DE DOCUMENTOS DEL PROYECTO Y CONTABLES.

Una vez que el equipo ha sido aceptado por Seguridad y se ha arrancado de manera segura y efectiva, es importante proceder a cerrar todos los documentos relacionados al equipo, tales como: aceptación por seguridad, recomendaciones de los análisis de riesgos de proceso, cambios de diseño, cierre del proyecto y documentos contables del activo fijo.

3.7. Comunicación al Personal

3.7.1. COMUNICAR AL PERSONAL DE OPERACIÓN Y PROCESO.

Comunicar al personal de operación que las prácticas, procedimientos y condiciones estándares de operación se pueden utilizar y el entrenamiento apropiado se puede llevar a cabo.

3.7.2. COMUNICAR AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.

Comunicar al personal de mantenimiento que los archivos del área pueden actualizarse, las prácticas de mantenimiento adicionarse y el entrenamiento llevarse a cabo.

3.7.3. COMUNICAR AL GRUPO DE INGENIERÍA Y CONFIABILIDAD.

Comunicar al personal de Ingeniería que los archivos de los sistemas de mantenimiento pueden modificarse y actualizarse. Por ejemplo, el taller de inspección de válvulas de relevo, los grupos de inspección del equipo, los programas de mantenimiento preventivo y predictivo, el programa de lubricación, etc.

4. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

En los procedimientos se debe cumplir con Disciplina Operativa en lo que respecta a disponibilidad, calidad, entrenamiento y cumplimiento.

Determinar procedimientos existentes de cada tarea crítica y elaborar los que están pendientes.

Realizar ciclos de trabajo para asegurar que el personal conozca y aplique los procedimientos. Cualquier revisión o modificación de la información, se debe realizar de acuerdo a la guía de Disciplina Operativa.

Asegurar que el personal de mantenimiento disponga de los procedimientos de trabajo, escritos y elaborados con calidad, entendidos y comunicados para poder cumplirlos y ejecutar una tarea o trabajo de mantenimiento en forma correcta, consistente y segura.

4.1. *Identificar las tareas críticas de mantenimiento para ASP.*

Todas las tareas críticas para la seguridad y las operaciones, deberán tener procedimientos de mantenimiento escritos y ser cumplidos por todo el personal dependiendo de su especialidad.

Para esto identificará la tarea crítica para la seguridad de la operación o proceso de acuerdo a:

Revisar el equipo crítico.

Identificar y decidir cuales son las tareas sobre el equipo crítico. Para estas se necesitan procedimientos escritos.

La tarea crítica es el trabajo de mantenimiento efectuado en un equipo crítico que se requiere para poder sustentar la disponibilidad y la integridad física de las instalaciones.

4.2. *Revisar procedimientos existentes.*

Una vez que las tareas críticas se hayan determinado, es necesario revisar si existen procedimientos que se refieran a esas tareas, de tal modo que se utilice de primera instancia lo que se tenga en el centro de trabajo, revisar los procedimientos que existan para evaluar que están dentro del proceso de Disciplina Operativa y en caso negativo se deberá hacer una revisión de la calidad del procedimiento.

4.3. *Elaboración de los procedimientos.*

Se deberá considerar lo siguiente:

Procedimientos de habilidades comunes de mantenimiento, son procedimientos genéricos que explican tareas mecánicas. Seleccionar los procedimientos más adecuados al centro de trabajo de un listado general de procedimientos de habilidades comunes de mantenimiento.

Procedimientos para áreas o equipos específicos de acuerdo a instrucciones del fabricante y que normalmente son únicos para algún equipo o área, por lo que se debe tener énfasis en capacitar al personal con estos procedimientos (son preparados a nivel centro de trabajo).

Procedimientos de procesos específicos, tienen requerimientos especiales de algún riesgo químico, físico o ambiental, tareas que pueden tener alguna exposición cercana a sustancias peligrosas (gas natural, sosa cáustica, cloro, ambientes inflamables, etc.) y por las cuales se deben revisar los riesgos y eliminarlos para evitar lesiones e incidentes (son preparados a nivel centro de trabajo).

Los procedimientos escritos deben suministrar un entendimiento claro al personal que desempeña la tarea en equipo crítico relacionado con la operación, de modo que el personal efectúe correcta, segura y consistentemente la tarea.

Las tareas críticas deberán apegarse a los lineamientos de normatividad debiendo estar disponibles, tener calidad, comunicarse y asegurar su cumplimiento. Es importante recordar que un procedimiento, nos indica qué hacer, cuándo hacerlo, cómo debe hacerse y quién debe realizar la tarea en forma segura.

Para un buen control y clasificación de documentos es aconsejable seleccionar los procedimientos de habilidades de mantenimiento de acuerdo a la clasificación mostrada en el inciso 4.3.

Es importante que el personal de mantenimiento identifique cuales tareas desarrolla en su área, cuales son críticas y requieren un procedimiento de mantenimiento, identificando si la tarea es genérica o debe ser específica para algún equipo.

Disponer de una biblioteca dentro de PEP (SIMAN) de todos los procedimientos genéricos y especializados, en los cuales PEP ha realizado un esfuerzo de muchos años. Cada Centro de Trabajo deberá identificar cuales de esos procedimientos se apegan a sus necesidades y deberá adecuarlos a su contexto operacional y riesgos inherentes de cada área.

Objetivo del procedimiento:

Los procedimientos escritos deben proporcionar un claro entendimiento al personal de la ejecución de la tarea sobre el equipo de proceso para ejecutarla en forma segura, consistente y correcta.

Formato del procedimiento:

El formato de estos procedimientos deberá apegarse a los lineamientos de calidad de Disciplina Operativa y de acuerdo con el procedimientos para elaborar procedimientos e instructivos de trabajo en PEP.

Preparación:

El equipo será formado por personal experto y estará a cargo de preparar los procedimientos escritos. Para procedimientos asociados con un equipo particular de proceso, se debe incluir un ingeniero del proceso y un operador de las tareas.

Evaluación de Competitividad:

Los procedimientos deberán contar con un cuestionario para evaluar el entendimiento de una tarea, incluyendo los mensajes claves de seguridad para una tarea crítica, debiendo ejecutarse un ciclo de trabajo para detectar y corregir desviaciones al procedimiento antes de desarrollar una tarea crítica. Evaluar la competencia de los mecánicos y operarios; los resultados deberán ser documentados actualizando las matrices de conocimientos y habilidades.

4.4. Actualización de los procedimientos.

Es importante reconocer que algunos procedimientos pueden estar obsoletos, con fecha vencida o no ser lo suficientemente específicos para incluir los requerimientos de seguridad, del centro de trabajo y/o regulaciones gubernamentales.

Si el equipo o el área del centro de trabajo lo necesitan, pueden hacerse modificaciones a los procedimientos. Estos cambios deberán ser aprobados por el personal de campo y seguir el procedimiento de administración de cambios en caso de modificar o cambiar especificaciones de alguna pieza o calibración crítica del equipo que pueda ocasionar cambios en el desempeño del equipo.

4.5. Realizar ciclos de trabajo de los procedimientos.

Los procedimientos de mantenimiento se utilizan para asegurar que las tareas críticas se realicen de manera correcta, consistente y segura. Es importante tener una cultura de Disciplina Operativa, para cumplir y seguir las instrucciones de los procedimientos.

La manera de verificar que el personal conoce y aplica correctamente los procedimientos, es realizando los ciclos de trabajo de los procedimientos y verificando si existen diferencias. Estas diferencias nos indican una falta de Disciplina Operativa, por lo que es necesario entrenar al personal en el procedimiento y llevar el seguimiento de que siempre lo siga.

En caso contrario, si la forma de hacerlo es más segura y más práctica, se deben realizar los cambios en el procedimiento y entrenar al personal involucrado en dichos cambios.

4.6. Cambios en los Procedimientos.

Cualquier procedimiento de mantenimiento nuevo o revisado debe ser aprobado por los especialistas asignados siguiendo los lineamientos de Disciplina Operativa.

4.7. Sistema de control de procedimientos.

Resguardo de Registros: Los procedimientos escritos deben ser mantenidos y resguardados todo el tiempo. Estos procedimientos deben estar disponibles para todo el personal de mantenimiento incluyendo personal contratista.

Es importante un control de procedimientos de mantenimiento tal como el usado en el sistema de calidad.

Es esencial que los procedimientos escritos y electrónicos que utiliza el personal de mantenimiento y contratistas estén actualizados. Se recomienda que todos los procedimientos estén implementados dentro de un estricto programa de revisiones. Se necesita tener un sistema que asegure que solo se tienen procedimientos con la última versión actualizada. El equipo asignado a revisar los procedimientos debe incluir la revisión del proceso y manejar únicamente la versión actualizada de cada procedimiento en el Centro de Trabajo y deberá ser un documento controlado.

5. CAPACITACIÓN DE MANTENIMIENTO

El objetivo de la capacitación es desarrollar las habilidades y conocimientos del personal de mantenimiento. Esta capacitación debe enfocarse en las habilidades comunes, habilidades específicas, temas generales de seguridad y del proceso, identificación de riesgos y habilidades técnicas avanzadas (especialidades), con el fin de asegurar que se puedan realizar todas las tareas críticas dentro del Centro de Trabajo.

Capacitación de Mantenimiento

El personal de mantenimiento debe ser capacitado y adiestrado consistentemente con los principios y características esenciales de un personal competente. La capacitación debe incluir información general del proceso, áreas específicas de seguridad y riesgos a la salud y al medio ambiente asociados con el proceso, procedimientos de emergencia y procedimientos y prácticas de trabajo aplicables a tareas específicas.

5.1. *Desarrollar un Programa de Capacitación de Mantenimiento*

En el desarrollo de un programa de capacitación de mantenimiento, se deben incluir los siguientes 5 puntos:

Habilidades Comunes: habilidades fundamentales y básicas necesarias en el trabajo de mantenimiento (uso de herramientas, medición, estándares, etc.).

Habilidades Específicas o Especializadas: habilidades usualmente específicas a un tipo de equipo (prueba de dispositivos de protección, reparación de una bomba específica, reparación y prueba de una válvula de relevo, etc.)

Habilidades para Analizar y Planear Trabajos por Riesgos de SSPA: habilidades para poder identificar, planear y tramitar permisos de trabajo, con el fin de evitar la exposición a riesgos.

Habilidades Vitales o de Relación: trabajo en equipo, planeación y liderazgo.

Reentrenamiento: para mantener una habilidad, incluye revisión de competencia, de conocimiento, cambios de adiestramiento y certificación.

Dependiendo del tamaño o complejidad del centro de trabajo, se puede necesitar un grupo de capacitación en mantenimiento.

Algunos Centros de Trabajo pueden contar con un centro de capacitación para atender las necesidades de una región.

5.1.1. DESIGNAR UN COORDINADOR DE CAPACITACIÓN DE MANTENIMIENTO.

Es importante la asignación de un coordinador de capacitación en mantenimiento para poder asegurar la implantación efectiva del programa de capacitación.

El perfil para un coordinador de capacitación debe incluir:

Habilidades para la formación de nuevos instructores.

Habilidades para poder detectar las necesidades de capacitación de cada trabajador de mantenimiento.

Entendimiento de los aspectos de relaciones de los empleados de mantenimiento.

Conocimiento de las tareas de mantenimiento.

El coordinador de capacitación deberá estar en contacto con la red de capacitación del Centro de Trabajo.

5.1.2. ESTABLECER UN SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y DOCUMENTACIÓN.

Es necesario dar seguimiento adecuado al sistema de capacitación, para poder planear y programar cada capacitación necesaria al personal, de acuerdo a su planeación de competencia o desarrollo de sus conocimientos en su puesto, matriz de correlación procedimientos vs categoría, matriz de conocimientos de procedimientos y del programa de comunicación. Se deben considerar los siguientes factores para el seguimiento y documentación de la capacitación:

Registro de capacitación.

Revisión de ciclo de trabajo.

Sistema de seguimiento automático para la capacitación de re-entrenamiento del personal.

Registro de los participantes.- comprende: identificación del participante, fecha de la capacitación, título del tema, nombre del instructor, duración en horas, resultados de la prueba y demostración de habilidades.

5.1.3. EVALUAR EL SISTEMA ACTUAL.

Comparar el programa actual o existente con los programas de capacitación de: habilidades básicas, seguridad y generalidades del proceso y habilidades específicas del área.

Desarrollar, adoptar o modificar el contenido de acuerdo a las necesidades del programa de capacitación.

5.2. *Programa de Capacitación de Habilidades Comunes*

En todos los Centros de Trabajo se debe contar con un programa de entrenamiento a especialistas de diferentes disciplinas, que proporcione candidatos con habilidades básicas en mantenimiento. El programa puede durar de dos a cuatro años y debe incluir capacitación teórica y práctica en campo apoyado con especialistas calificados.

Estos programas típicamente requieren una evaluación de las habilidades prácticas después de la capacitación.

El Contenido de un programa de capacitación y adiestramiento, debe incluir:

Métodos de trabajo.

Procedimientos

Seguridad, Salud y Protección Ambiental.

Expectativas de calidad y desempeño.

Herramientas.

Materiales.

Bosquejos y figuras.

Acciones de seguimiento para verificar la competencia.

Estas tareas básicas deben elaborarse de acuerdo con los principios de tareas específicas:

Deberá contener un diagrama de flujo simplificado que muestre el proceso y la identificación de los equipos que involucran las actividades de mantenimiento.

Descripción de la identificación de los materiales y productos peligrosos.

Equipo de protección personal y cualquier procedimiento necesario que involucre el posible contacto con materiales y productos peligrosos.

Procedimientos de emergencia si existiera la posibilidad de tener contacto con químicos peligrosos; incluyendo la localización de procedimientos de emergencia, estación de lavajos, estación de alarma y otros.

Procedimientos para responder a diferentes alarmas.

Recorrido de inspección por las áreas o equipos.

Prueba o cualquier otro método de asegurar que toda la información es asimilada.

5.3. Programa de Capacitación en Temas de Seguridad y Proceso

Este programa de capacitación debe incluir temas generales de seguridad y proceso, específicamente los que tienen que ver con los riesgos a la salud, al medio ambiente y a los procedimientos de emergencia para aquellas tareas de mantenimiento del equipo de proceso que permitan mantener su seguridad, funcionalidad y confiabilidad de los equipos.

Los trabajadores de mantenimiento deberán estar familiarizados con los procedimientos de emergencia de su área de trabajo, entendiendo los peligros químicos inherentes para responder apropiadamente en caso de que se presente una situación de emergencia.

Esta capacitación es únicamente para que el personal de mantenimiento conozca los riesgos inherentes al proceso; es decir, el personal de mantenimiento no necesariamente debe tener competencia en el proceso.

Un programa de capacitación y adiestramiento en temas generales del proceso y seguridad debe de contener, además los mismos principios de tareas específicas del programa de capacitación de habilidades comunes (inciso 5.2).

5.4. Desarrollar un Programa de capacitación de habilidades específicas

La capacitación de mantenimiento debe agregar procedimientos y prácticas de trabajo aplicables a tareas específicas, para que la operación de equipos críticos específicos (ASP) sea segura.

En esta sección de tareas específicas, se tiene la necesidad de mejorar las tareas de mantenimiento comunes para aplicarlas a los equipos o procesos específicos.

El Centro de Trabajo deberá desarrollar los procedimientos específicos, paquetes de capacitación y adiestramiento y la evaluación de competencia de los trabajadores, para las tareas específicas aplicables al proceso.

5.5. Documentación y control de la capacitación

Los Centros de Trabajo deben de administrar los registros de capacitación, utilizando sistemas de soporte electrónico (Universidad Virtual).

Al revisar estos registros (matriz de conocimiento), el supervisor puede detectar quien está calificado en algún procedimiento en particular. Revisar con el coordinador de capacitación y determinar la disponibilidad de personal.

6. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE MATERIALES Y REFACCIONES

Es necesario contar con un sistema de aseguramiento de calidad (servicio rojo) dentro del Centro de Trabajo, el cual involucre a toda la cadena de suministro (proveedor, adquisiciones, recepción, almacén, ingeniería y mantenimiento) que garanticen las especificaciones de diseño de todos los materiales y partes de repuesto de mantenimiento. Es decir, se debe asegurar la adecuada calidad de materiales y partes de repuesto de Mantenimiento, Reparación y Operación (MRO).

Cabe recordar que los materiales críticos son partes fabricadas utilizadas como materiales específicos en procesos donde hay componentes de seguridad críticos, que si fallan, pueden ocasionar incidentes o situaciones de riesgos graves al personal, la salud y al medio ambiente.

Ejemplo: Problemas de los materiales críticos.

Problema	Consecuencia	Solución
Sujetadores: la falta de control en artículos fabricados provocó utilizar tornillos con seguro de grado equivocado en una válvula.	La válvula falló y derramó aceite crudo y contaminó el medio ambiente.	Los Proveedores deberán utilizar lo estándares fabricados en las bases.
Sello mecánico: material de sellado fuera de especificación	Fuga del sello mecánico de la bomba, ocasionando derrame e incendio.	Calificación de proveedores, que tengan procedimientos de control adecuados.
Cambio de diseño: distribución de planta con información de la base de datos, provocó que se adquirieran rodamientos equivocados para un ventilador.	El ventilador falló prematuramente	Auditar la base de datos cuidadosamente para asegurar que haya precisión en la información

Esta sección será utilizada para manejar partes pequeñas o partes que no son de línea en los equipos críticos.

6.1. *Identificar los Materiales y Refacciones Críticas de Mantenimiento*

Es importante tener descripciones correctas de acuerdo a las especificaciones aprobadas de los materiales y repuestos de mantenimiento, para prevenir defectos que puedan ocasionar incidentes graves de SSPA, calidad, costos, producción, imagen, etc.

Se requiere tener inspectores o personal entrenado en cómo tener las descripciones y especificaciones correctas de los materiales y repuestos para poderlos alimentar al sistema SAP R/3.

6.1.1. DESARROLLAR LAS LISTAS DE MATERIALES APROBADAS CON ESPECIFICACIONES (SERVICIO ROJO).

Es importante que cada equipo o sistema tenga desglosado una lista de materiales y refacciones, los cuales estén especificados de acuerdo al fabricante y que se pueda determinar un número para su identificación. El sistema SAP R/3 determina un número de material, al cual se le describen los datos técnicos y especificaciones para que se soliciten.

Estas listas deben ser revisadas por el departamento de diseño e ingeniería para aprobar sus especificaciones y se deben dar de alta en el sistema SAP R/3. En los procedimientos de mantenimiento se deben incluir las reparaciones de los equipos para que estén especificados y aprobados dichos materiales y refacciones.

6.1.2. ASEGURARSE QUE EL SISTEMA DE PROCURACIÓN UTILIZA LAS LISTAS APROBADAS DE MATERIALES Y REFACCIONES.

El personal que elabora los pedidos debe utilizar las listas aprobadas de materiales y refacciones; en caso de que no estén dados de alta en el sistema SAP R/3, el almacén y el departamento de adquisiciones deben utilizar la información técnica de los materiales y refacciones para poder adquirirlos de manera correcta. La Capacitación es importante para asegurar que el personal que captura los datos de materiales, está calificado en la descripción de las partes especificadas, usando descripciones estandarizadas.

6.1.3. REALIZAR AUDITORIAS PARA REVISAR LA CALIDAD Y USO DE LA INFORMACIÓN APROBADA DE LOS MATERIALES Y REFACCIONES.

Es importante revisar la información técnica de los materiales y refacciones para tener información confiable en los sistemas electrónicos de procuración. La información contenida deberá auditarse para reducir la posibilidad de un incidente con la información de los materiales y partes de repuesto de mantenimiento, por lo que el supervisor de mantenimiento tendrá que especificar e inspeccionar todos los materiales críticos.

6.2. *Selección del Proveedor*

Es importante identificar a los proveedores confiables para ayudar al Centro de Trabajo a obtener la mejor propuesta en cuanto a:

Garantía.

Programa de calidad.

Descuentos económicos.

Asistencia técnica.

6.2.1. TIPO DE PROVEEDOR

Los proveedores se deben dividir en dos categorías: Clasificados y No Clasificados.

Proveedor Clasificado:

Los proveedores aprobados deben ser utilizados cuando tengan la capacidad de proveer los productos necesarios. El responsable del Centro de Trabajo debe verificar los programas de calidad de estos proveedores.

El administrador de proveedores en caso necesario puede aprobar la variante de seleccionar a otro proveedor aún cuando un proveedor aprobado pueda suministrar el producto requerido.

Proveedor No Clasificado:

Los proveedores no aprobados solo deberán ser utilizados cuando ningún proveedor aprobado esté disponible. Las necesidades de compra determinarán si un proveedor no aprobado puede proporcionar un producto especificado dentro de los requerimientos de calidad.

6.2.2. DETERMINAR EL SISTEMA DE CALIDAD DEL PROVEEDOR.

Un proveedor debe tener un programa interno documentado para aseguramiento de la calidad de materiales de acuerdo a los estándares (ASTM, ANSI, ASME, etc.). Los requerimientos mínimos incluyen, sin ser limitativo lo siguiente:

Procedimientos de calidad documentados y controlados.

Proceso de fabricación aprobado, incluye auditorias en el lugar.

Proceso de acción correctiva.

Proceso de adiestramiento y documentación para todas las especificaciones individuales, recibo y desempaque de materiales.

Proceso de documentación de materiales inspeccionados.

Proceso de recolección de datos de los materiales y revisión periódica de datos.

Revisar el Sistema de Calidad del Proveedor.

Los proveedores que como resultado de las auditorias tengan desviaciones, deberán desarrollar métodos para mejorar las áreas de oportunidad encontradas.

6.2.3. DESARROLLAR O AUDITAR EL SISTEMA DE CALIDAD DEL PROVEEDOR.

Auditar al Proveedor.

Se deben realizar auditorias a los proveedores para verificar su sistema de calidad y poder asegurar que los materiales sean suministrados con calidad y confiabilidad.

Recomendaciones de las Auditorias.

En la auditoria se podrán identificar las fortalezas del proveedor, así como las áreas de oportunidad para mejora. Estas recomendaciones se entregarán al proveedor con el compromiso de que se cumplan en un plazo de tiempo determinado.

Dar Seguimiento a las Recomendaciones de las Auditorias.

Una vez determinadas las recomendaciones, es necesario hacer un seguimiento frecuente con el proveedor acerca del avance en el cumplimiento a las observaciones, hasta su conclusión.

6.2.4. ESPECIFICAR LOS REQUERIMIENTOS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA EL SUMINISTRO.

Es necesario que el proveedor entregue todas las especificaciones técnicas de los materiales, estableciendo que no se aceptan equivalentes y que se requieren los certificados de calidad, así como cumplir las condiciones de entrega en tiempo y forma (empaquete, identificado, documentación correcta de la factura en cuanto a especificación, cantidades surtidas contra las solicitadas, etc.)

6.2.5. SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL DESEMPEÑO DEL PROVEEDOR.

En cada entrega que realice el proveedor, se deberá llevar el control del desempeño de la calidad del suministro. En caso de que incumpla o el material no está de acuerdo a lo solicitado, éste se deberá rechazar y estipular un nuevo plazo de entrega y retroalimentar sobre el desempeño del proveedor al sistema de Administración de Contratistas para su registro y control.

6.2.6. SUMINISTRAR LOS MATERIALES Y REFACCIONES CORRECTOS.

El proveedor deberá entregar los materiales correctos con toda su documentación de calidad y facturación, con el fin de garantizar que la calidad del material requerido cumple con lo solicitado.

6.3. *Recepción y almacenamiento de los materiales y refacciones*

Es necesario establecer un estándar mínimo esencial para la recepción de materiales y partes de repuesto, que permitan controlar el nivel de calidad de los componentes y partes críticas.

6.3.1. SISTEMA DE RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES (SERVICIO ROJO).

Es importante tener implantado un sistema de Aseguramiento de Calidad, en el cual estén involucrados mantenimiento, adquisiciones, proveedores, inspectores de calidad, almacén, técnicos especialistas, etc., de tal forma que cada uno cumpla con su rol para garantizar que el material que llega a la instalación sea el requerido y cumpla con las especificaciones solicitadas.

Definir el alcance de la inspección con el proveedor.

El alcance de la inspección esencial mínima para la recepción de los materiales, es el siguiente:

Inspeccionar el cumplimiento de las especificaciones acordadas.

Estas representan las condiciones mínimas, cualquier inspección esencial mínima para la recepción, (ausencia de grasa para evitar la oxidación, pérdida de espesores, etc.) necesita ser efectuada por personal aprobado del Centro de Trabajo.

Estas inspecciones deberán estar basadas en los estándares recomendados y aceptados por las mejores prácticas de ingeniería.

Establecer el proceso de inspección de la recepción de materiales.

Al recibir los materiales críticos se debe:

Etiquetar los materiales críticos.

Verificar la certificación, la documentación debe concordar con las especificaciones.

Verificar medidas.

Realizar análisis químicos apropiados utilizando técnicas analíticas cuantitativas y cualitativas.

Verificar propiedades mecánicas, realizando pruebas mecánicas apropiadas.

Rechazar los materiales que no cumplan con las especificaciones.

Establecer las prácticas para la recepción de materiales

Si no existe un sistema para la inspección esencial mínima de recibo o éste es considerado inadecuado por el Centro de Trabajo, será necesario establecer una organización similar para la inspección en la recepción que identifique los materiales y partes de repuesto.

Los proveedores aprobados capacitados y calificados con recursos de control de calidad tienen que ser calificados por inspectores utilizando las premisas para la inspección esencial mínima de recibo de materiales. Cuando la capacitación del inspector de recepción de materiales sea completada, éste es recomendado como representante del Centro de Trabajo quien tomará decisiones para reducir la necesidad de esfuerzos duplicados en el centro de trabajo. Además se podrán negociar los requerimientos especiales y las inconformidades deberán ser documentadas.

6.3.2. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO SEGURO Y EFECTIVO DE LOS MATERIALES.

En el almacén del Centro de Trabajo se debe tener un sistema de almacenamiento y resguardo del material, con el objetivo de protegerlo durante su estancia en el almacén de tal manera que no sufra deterioro o daño y que no sea retirado del almacén sin el control y aprobación requerida.

6.3.3. SISTEMA DE ENTREGA A LAS ÁREAS DE MATERIALES/REFACCIONES DE CARGO DIRECTO.

En caso de que el material entregado por el proveedor no sea inventariado por el almacén, el material deberá seguir el proceso de recepción de servicio rojo. Para tal efecto de debe solicitar el apoyo del solicitante para poder aceptar el material. Una vez aceptado, acordar con el solicitante que se entregue en el área y proceda a su instalación. Es importante que el área responsable mantenga bajo su custodia los materiales de cargo directo para que el material no sufra deterioro o uso inadecuado.

6.4. *Verificación de los Materiales y Refacciones en Campo Antes de Utilizarse.*

Recepción de los materiales del Almacén o de la inspección de recepción.

Inspeccione que sea el material o repuesto correcto.

Verifique que se haya efectuado la inspección previa.

Inspección de los materiales antes de su uso

Desarrolle un procedimiento para la inspección, previo a su instalación.

Utilice el material o reporte si no es el correcto.

Si es un defecto, elabore un reporte de incidente.

Si se encuentra un problema con estos materiales o partes de repuesto, se debe generar un reporte de inconformidad.

6.5. *Instalación Correcta de los Materiales y Refacciones*

Una vez que el material se recibe y se autoriza su utilización, se debe proceder a instalarlo correctamente utilizando los procedimientos, las mejores prácticas y la experiencia, con lo cuál se evitará provocar alguna falla prematura.

7. INSPECCIONES Y PRUEBAS

La sección 7 de este manual se enfoca a las Inspecciones y Pruebas que son requeridas ya sean del mantenimiento preventivo o predictivo, así como de las regulaciones de la normatividad. Se requiere definir cada una de estas Inspecciones y Pruebas, determinar su frecuencia de ejecución y desarrollar su programa. Se requiere identificar cuales tienen procedimientos o instrucciones de trabajo y elaborar las que no lo tengan. Se deben determinar los sistemas de registros para llevar los resultados de estas Inspecciones y Pruebas, analizar y evaluar los resultados, definir tendencias y desviaciones para actualizar los programas. Todo cambio debe ser regulado por el elemento de Administración del Cambio.

Objetivo

Establecer una guía para la implantación de un programa de Inspecciones y Pruebas que asegure que todos los equipos y sistemas críticos estén en condiciones de operación confiable, segura y dentro de los requerimientos esperados.

Paralelamente deberá establecerse un programa de mantenimiento preventivo y predictivo de los equipos críticos para la seguridad del proceso y deberá soportarse en las Inspecciones y Pruebas.

Para inspeccionar el equipo de proceso y determinar si puede proporcionar el servicio requerido que se espera de él, pueden detectarse los defectos en todas las etapas de la vida útil del equipo, es decir:

En la fabricación de componentes.

En la fabricación del equipo.

Durante el servicio.

No hay una técnica de inspección universalmente aplicable; los diferentes métodos se complementan y se debe verificar si la técnica que se seleccionó, detectará todos los tipos de defectos.

Dentro de las técnicas que pueden emplearse para localizar defectos, se encuentran:

Inspección visual.

Monitoreo de espesores.

Detección de imperfecciones.

Identificación de la aleación.

Detección de fugas.

Pruebas de dureza.

Pruebas destructivas.

Es importante que el departamento de servicios de ingeniería o similar verifique el desempeño de los proveedores, para que se obtenga el mayor valor de la inversión realizada y el nivel óptimo de calidad y confiabilidad.

Existen varios métodos por los cuales se pueden planear las Inspecciones y Pruebas de los equipos:

1.- Basado en el tiempo (por intervalos de tiempo)

Lo cuál está especificado en los estándares, recomendaciones del fabricante y la normatividad.

2.- Basado en la condición del equipo

En la cuál se desarrollan planes más específicos con datos y análisis adicionales.

3.- Inspección basada en riesgo

Este es el método más efectivo y se puede desarrollar con los análisis que involucren las probabilidades y consecuencias de falla de los equipos.

Los tres métodos se pueden incorporar en un programa de Inspecciones y Pruebas.

Algunos equipos o procesos se benefician más del método basado en la condición del equipo, la decisión sobre cual enfoque de planeación de la inspección se debe tomar se deriva de varios factores, aunque no limitativo, pueden ser los siguientes: tipo de equipo, requerimiento del proceso, leyes ambientales locales, requerimientos de confiabilidad, beneficio potencial del negocio y recursos necesarios. Por ejemplo, dentro de un programa de Inspecciones y Pruebas, puede haber planes para equipo de proceso basado en el riesgo, equipo de servicio basado en la condición y dispositivos de protección basado en el tiempo.

No todos los métodos son aplicables a todas las instalaciones debido a la normatividad. Por lo que es necesario tener un claro entendimiento de los requerimientos antes de tomar una decisión.

7.1. *Establecer El Programa de Inspecciones y Pruebas*

La planeación es el paso más importante, por lo que los requerimientos para las inspecciones deberán ser basadas en un exhaustivo estudio de los documentos de planta, incluyendo el historial y las experiencias. El tipo de información o datos requeridos para la planeación en la mayoría de los casos incluyen:

Bases de diseño de equipos.

Tecnología del Proceso.

Prácticas y procedimientos de mantenimiento,

Historial de equipo (desempeño, utilización, reparaciones, modificaciones y resultado de inspecciones).

Condiciones y procedimientos de operación.

Tecnología de los materiales.

Datos de corrosión (o algún otro mecanismo de deterioro).

Métodos de inspección y su historial.

Criterios de aceptación.

Códigos y estándares.

Requerimientos o regulaciones.

7.1.1. DESARROLLAR UN EQUIPO DE TRABAJO PARA LAS INSPECCIONES Y PRUEBAS.

Revisar la relación de equipo crítico y los DTI adecuados para determinar los equipos de trabajo necesarios. Éstos deberán tener experiencia en la operación, conocimiento del historial de los equipos y del plan de mantenimiento, lo cuál facilitará el desarrollo del programa de Inspección y Pruebas a los equipos.

El grupo deberá ser multidisciplinario incluyendo experiencias y técnicas especiales para poder determinar los modos de falla o degradación posibles de los equipos críticos. Los equipos de trabajo se deben agrupar de acuerdo a las experiencias y responsabilidades particulares, con las siguientes especialidades (relación no limitativa):

Mecánicos.

Instrumentistas.

Soldadores, etc.

A los siguientes equipos:

Recipientes a presión.

Tanques y tuberías.

Ductos.

Equipo dinámico.

Sistemas de relevo.

Sistemas y dispositivos de seguridad y protección.

Analizadores.

Diques y contenedores.

Sistema de protección contra incendio.

Cada uno de los equipos deberá tener un mínimo de experiencia en las siguientes áreas:

Modos de falla (actuales y potenciales).

Historial de inspección (Inspecciones y Pruebas).

Técnicas de Mantenimiento.

Proceso.

Códigos y estándares relevantes de los equipos.

Métodos de Inspección.

El equipo de trabajo lo conforman las siguientes personas:

Ingeniero de área técnica y mantenimiento.

Supervisor de mantenimiento.

Supervisor de operación.

Inspector de aseguramiento de calidad.

Líder de IMAC del Centro de Trabajo

Especialista del equipo o tecnología.

Ingeniero de materiales.

Ingeniero de confiabilidad.

7.1.2. DETERMINAR LOS DIFERENTES TIPOS DE INSPECCIONES Y PRUEBAS.

7.1.2.1. INSPECCIONES DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y PREVENTIVO.

Es necesario identificar del programa de mantenimiento preventivo y predictivo las inspecciones y pruebas que requieran ejecutarse para asegurar que el programa sea efectivo y contribuya a asegurar la identificación y anticipación de las fallas.

Por ejemplo, el programa de lubricación es básico para los equipos dinámicos y se deben considerar las inspecciones de pérdida de lubricante, así como las pruebas para identificar la calidad, sólidos en suspensión (especialmente metal), humedad, viscosidad, etc.

La Planeación es el paso más importante, ya que los planes de las inspecciones y pruebas se basan en los estándares y códigos de la industria, así como en el historial del equipo y la experiencia del personal. Los tipos de datos requeridos para la planeación generalmente incluyen:

Bases de diseño del equipo.

Tecnología del proceso.

Procedimientos y prácticas de mantenimiento.

Historial del equipo, resultados del desempeño, utilización, reparaciones, modificaciones e inspecciones.

Condiciones y procedimientos de operación.

Datos de corrosión (u otros mecanismos de deterioro).

Historial de las inspecciones y pruebas (métodos, prácticas y procedimientos, resultados y criterios de aceptación de ingeniería).

Normatividad aplicable (Códigos, estándares y requerimientos).

Recomendaciones del fabricante.

7.1.2.2. INSPECCIONES CON BASE AL TIEMPO (IBT).

Es importante identificar las inspecciones y pruebas determinadas por la normatividad, en la cual se tiene identificado un intervalo de tiempo para su realización (dispositivos de seguridad, recipientes a presión, mangueras de operación, etc.)

7.1.2.3. INSPECCIONES CON BASE A LA CONDICIÓN DEL EQUIPO (IBC).

Las inspecciones se deben revisar de acuerdo a las categorías del equipo basado en su experiencia determinada. Por ejemplo se pueden agrupar como:

Recipientes a presión, tanques y tuberías.

Ductos para transporte de hidrocarburos.

Sistemas de relevo.

Analizadores.

Diques y contención.

Sistema contra incendio.

El personal que participe en la elaboración de los planes, cuando menos debe tener la siguiente experiencia:

Modos de fallas (actuales y potenciales).

Inspecciones.

Mantenimiento.

Tecnología del proceso.

Códigos y estándares relacionados al equipo.

7.1.2.4. INSPECCIONES CON BASE AL RIESGO (IBR)

El personal que participe en los planes de inspección basado en riesgo (IBR), es similares a los que participan en las inspecciones basadas en el tiempo y la condición pero adicionando lo siguiente:

Analistas de riesgos (Líder de IBR).

Coordinador de seguridad.

Líder del Centro de Trabajo (para la evaluación de las consecuencias en las instalaciones).

Existen métodos muy estrictos asociados con la recopilación de datos de las inspecciones basadas en el riesgo y la probabilidad y consecuencia de los análisis de falla. Todo eso nos lleva al cálculo de los valores del riesgo y a documentar los resultados. Con la determinación de los componentes del riesgo es posible definir y documentar los esfuerzos o tareas para reducir o mitigar los riesgos, de tal manera que se puedan volver a evaluar los valores de riesgo.

Los resultados se utilizarán para comparar y modificar las estrategias de inspección y cumplir con la normatividad aplicable.

7.1.3. DETERMINAR LAS FRECUENCIAS DE LAS INSPECCIONES Y PRUEBAS.

Cada Centro de Trabajo es responsable de establecer la frecuencia de las pruebas, basándose en la experiencia en la observación del deterioro de sus equipos, resultado de las condiciones de operación y registros del fabricante del equipo nuevo.

Todos los recipientes a presión deberán ser inspeccionados de acuerdo al tiempo dado en API 510 (Instituto Americano del Petróleo) o en el NBIC (National Boiler Inspection Code) donde aplique. Las inspecciones externas al menos serán cada 5 años o con mayor frecuencia si es necesario. Si las expectativas de corrosión no existen, pueden no requerirse las inspecciones internas.

Si se espera que haya corrosión entonces la frecuencia de inspecciones internas está en función del promedio de corrosión esperado.

Si se espera utilizar inspecciones ultrasónicas u otras inspecciones no destructivas durante las inspecciones periódicas, se deberán llevar a cabo sobre los recipientes nuevos, para obtener las lecturas originales antes de que sean puestos en servicio.

7.1.4. AUDITAR LAS PRÁCTICAS ACTUALES CONTRA EL PROGRAMA DE LAS INSPECCIONES Y PRUEBAS.

Revisar las prácticas de inspecciones o pruebas existentes.

Preparar una lista de las prácticas más comunes y las prácticas de lugares específicos.

Desarrollar el Programa de las Inspecciones y Pruebas.

Utilizando la información del equipo crítico detectado en la sección de fundamentos (Capítulo 2), el equipo de trabajo desarrollará un programa de inspección y pruebas que incluya la siguiente información:

Modos de falla o deterioro de lo inspeccionado. Vea mejoramiento de la confiabilidad (Sección 9).

Métodos de inspección y prueba a ser utilizados.

Alcance de la inspección o parte específica a ser inspeccionada.

Frecuencia de la prueba o inspección.

Criterio de aceptación para pruebas o resultados de la inspección.

Calificaciones requeridas para inspectores.

Pruebas de referencia o procedimientos de inspección.

Procedimientos de referencia, si la preparación de equipo especial es necesitada.

Consideraciones especiales de SSPA.

Si la funcionalidad del equipo es importante para la Administración de Seguridad de los Procesos (ASP), entonces el equipo debe ser probado para una operación apropiada y el desarrollo de la prueba documentado.

Es importante no exagerar en probar o inspeccionar. Es ineficaz utilizar recursos humanos y financieros disponibles para probar o inspeccionar problemas no reales. Probar e inspeccionar únicamente equipos cuyas fallas sean de alto impacto a la seguridad o metas del negocio.

Ejemplo: Consideremos un ducto para transporte de hidrocarburos, es importante mantenerlo bajo las condiciones de diseño durante toda su operación, desde su instalación hasta su desmantelamiento.

Durante las fases de diseño se consideraron las características fisicoquímicas tales como el ataque químico, la presión de operación, la temperatura de operación, la erosión y corrosión interna y externa, etc.; se determinaron las especificaciones de diseño del ducto, tales como; diámetro interior, cedula, material, condiciones de protección contra corrosión externa, instalación de la protección catódica, etc.

Durante su operación es importante inspeccionar los parámetros que pueden contribuir a una disminución en su integridad mecánica y provocar una falla del ducto.

Estas inspecciones y pruebas pueden ser:

Inspección con diablo instrumentado: para identificar defectos, desgastes condiciones de la pared, soldaduras, etc.

Pruebas metalográficas: revisar soldadura (penetración, revelado, para identificar defectos; también permite revisar la estructura molecular del acero para identificar posibles defectos en las paredes).

Pruebas de radiografías: para soldaduras y determinar de manera objetiva, daños, o defectos en las soldaduras.

Pruebas de presión: hidrostáticas o hidroneumáticas, las cuales permiten revisar la hermeticidad y la resistencia a la presión.

Pruebas y revisión de la protección catódica: la cual permite poder medir el potencial de voltaje requerido y que no este por debajo de la norma establecida.

Revisiones e inspecciones de la resina de recubrimiento anticorrosivo: en búsqueda de posibles daños, rupturas o golpes, que permitan identificarlos y repararlos.

Pruebas biológicas: para identificar o determinar presencia de bacterias que aceleren o contribuyan a la corrosión del ducto.

Prueba de acidez o alcalinidad: para saber la composición del terreno y que la presencia de estos parámetros no ocasionen y/o contribuyan el deterioro acelerado.

Todas estas pruebas e inspecciones permiten asegurar que el ducto tenga la integridad mecánica para poder operar en las condiciones originales de diseño.

Otras inspecciones que permiten determinar riesgos en la trayectoria del ducto, son entre otras: revisión de derecho de vías, deslaves, construcciones cercanas, perforaciones no autorizadas, conexiones para robos de hidrocarburos. Estos riesgos pueden provocar incidentes, por lo que es importante identificarlos para reducirlos o minimizarlos.

Se tienen sistemas computarizados (PIRAMID) que permiten hacer un modelo de evaluación de riesgos por componentes con base a: índice de daños por terceros, índice de corrosión, índice de diseño, falta de disciplina operativa u operaciones incorrectas y también se utiliza el factor de impacto de una fuga, dando valores o puntuación en la cual nos indica la evaluación del riesgo existente.

Por otro lado el sistema SCADA, nos permite contar de manera continua con las variables del proceso o producto transportado, para realizar movimientos de apertura y cierre a distancia cuando se requiera.

En ductos que atraviesan zonas pobladas, para disminuir el riesgo, es conveniente reducir las condiciones de operación a niveles de bajo riesgo.

Si las condiciones originales de diseño de los ductos tienen una condición de bajo espesor, se debe reducir la presión de operación y flujo, para reducir el riesgo mientras se prepara su reemplazo ó reparación. Lo anterior, se deberá documentar y comunicar a los involucrados, considerando los planes de contingencia y supervisión para evitar incidentes imprevistos.

7.2. *Determinar los Procedimientos de las Inspecciones y Pruebas*

Consideraciones:

Se requiere una evaluación cuidadosa de los aspectos de SSPA.

Preparar el equipo de proceso para inspecciones y pruebas, aunque se encuentre fuera de las actividades usuales del personal de operación y mantenimiento.

Estandarizar las prácticas de inspecciones y pruebas que aseguren la utilización del mismo criterio entre diferentes inspectores.

Disponer de instrucciones específicas especiales, para equipos de proceso complejos.

Obtener procedimientos genéricos de inspecciones y pruebas.

7.2.1. IDENTIFICAR LOS PROCEDIMIENTOS DE LAS INSPECCIONES Y PRUEBAS REQUERIDAS POR LA NORMATIVIDAD APLICABLE (API, ETC.).

Identificar los procedimientos de Inspección y Pruebas requeridas por la normatividad aplicable, que necesitan ser revisados para asegurar el cumplimiento de los requerimientos de inspección y Pruebas.

7.2.2. IDENTIFICAR LOS RIESGOS E INSTRUCCIONES ESPECIALES PARA LAS INSPECCIONES Y PRUEBAS.

Los procedimientos para los métodos particulares de Inspecciones y Pruebas, deberán mejorar en la calidad de resultados para que permitan que éstos sean comparados con las tendencias. Además, las inspecciones y pruebas son conducidas frecuentemente por inspectores diferentes para asegurar una mejor consistencia de resultados de los procedimientos escritos.

En muchos casos, las inspecciones y pruebas se conducen durante un paro o en condiciones de operación inusuales, por lo tanto, serán necesarias instrucciones especiales para prevenir incidentes de seguridad o del medio ambiente de trabajo. De la misma manera, al preparar equipo para entrar, limpiar o remover aislamiento, pueden presentarse situaciones que serían mejor administradas con procedimientos escritos.

7.2.3. DESARROLLAR LOS PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA LAS INSPECCIONES Y PRUEBAS.

Los procedimientos deberán ser desarrollados de acuerdo a la normatividad vigente. Donde sea posible, deberán consultarse los procedimientos genéricos aprobados para minimizar tiempo y esfuerzo.

7.3. *Establecer un Sistema para Mantener Registros*

Reportar dentro del sistema de costos de mantenimiento.

Considerar las ventajas de costo y tiempo de un sistema que pueda conectarse con equipos de inspección y transferencia de datos automáticamente, en línea con el almacén, compras y área contable.

Contar con documentos de inspección de personal calificado.

Asegurar la accesibilidad y disponibilidad de información en el sistema.

Archivos maestros.

Cada componente, ensamble o sistema del equipo debe tener un archivo maestro, el cual contenga los reportes de las inspecciones, recomendaciones y seguimientos. Se debe asignar y establecer un sistema de resguardo,

mantenimiento y actualización de esos archivos para asegurar que se encuentre disponible la información.

7.3.1. IDENTIFICAR LOS MÉTODOS ACTUALES DE LOS REGISTROS.

Revisar el sistema de registro de datos del Centro de Trabajo. Aprovechar el potencial del sistema SAP R/3 y de otros sistemas para llevar registros de datos de mantenimiento.

7.3.2. DETERMINAR EL MÉTODO MÁS EFECTIVO.

Determine el mejor método de registros de las inspecciones base en la obtención de recursos y capacidad del sistema. Muchas veces la decisión será manejada por la obtención de mano de obra y dinero para establecer un sistema nuevo o mejorar la calidad del que se tiene. Los factores a observar cuando consideremos un sistema de registro son:

Costo inicial y de mantenimiento

Capacidad

Flexibilidad

Interacción con otros sistemas de registro de datos

Accesibilidad

Seguridad por pérdida de datos

Otras características adicionales (Generación de reportes, sistema de etiquetado, niveles de seguridad, etc.)

A pesar de todos los métodos, el sistema debe tener el mínimo de capacidad de almacenar registros que contengan la siguiente información:

Nombre del equipo y número de identificación.

Fecha de prueba o inspección.

Nombre del inspector.

Descripción de la inspección (método usado, extensión aplicada).

Resultados de la inspección o prueba.

Códigos, estándares y procedimientos aplicados.

Diagnóstico, conclusiones y recomendaciones.

El sistema SAP/R3 es el sistema institucional en PEP para el registro de información relativa a las inspecciones y pruebas.

7.3.3. DETERMINAR LAS RESPONSABILIDADES PARA LOS REGISTROS DE RESULTADOS

La responsabilidad recae en el grupo IMAC del Centro de Trabajo y su función es:

Mantener registros actualizados

Indicar recomendaciones claras y aplicables.

Tomar acciones para ejecutar las recomendaciones.

Documentar el seguimiento de las recomendaciones.

7.3.4. MEJORA CONTINUA DEL SISTEMA DE REGISTROS DE RESULTADOS.

Si el sistema muestra limitaciones y deficiencias, el grupo responsable de actualizar la información, deberá trabajar con el coordinador del sistema de información para efectuar la mejora en el sistema de almacenamiento de registros.

7.4. *Ejecutar las Inspecciones y pruebas*

Revisar el programa de Inspecciones y Pruebas y sus procedimientos con los inspectores.

Verificar la certificación de inspectores para cada método de inspección a ejecutar.

Documentar y comparar los resultados con los criterios de aceptación de acuerdo a las prioridades de ejecución de inspección.

Emitir un reporte de inspección indicando conformidad o no conformidad.

Valorar los resultados de las inspecciones.

7.4.1. REVISAR EL PROGRAMA Y LOS PROCEDIMIENTOS DE LAS INSPECCIONES Y PRUEBAS.

Revisar el programa de Inspecciones y Pruebas y sus procedimientos asociados; lo anterior es necesario para asegurar una inspección adecuada.

Cualquier procedimiento desarrollado y utilizado por inspectores de contratistas requiere ser revisado por el Centro de Trabajo.

7.4.2. EVALUAR Y CAPACITAR A LOS INSPECTORES.

Verificar la calidad (incluye certificación) de los inspectores para cada método de inspección a ejecutar. Las partidas de equipos específicos indican los tipos de requerimientos para la calificación y/o certificación.

7.4.3. DOCUMENTAR LOS RESULTADOS DE LAS INSPECCIONES Y PRUEBAS.

Documentar los resultados de las inspecciones o pruebas en el sistema establecido en la sección 7.3. (Establecer un Sistema para Mantener Registros) e indicar conformidad o no conformidad. Comparar los resultados con los criterios de aceptación y decidir si el resultado de esta inspección o prueba es o no aceptable. Un programa de inspecciones no tiene valor si a los resultados no se les da seguimiento con acciones correctivas.

7.5. *Evaluar y Analizar los Resultados del Programa de Inspecciones y Pruebas.*

7.5.1. ANALIZAR LOS RESULTADOS DE CADA UNA DE LAS INSPECCIONES Y PRUEBAS.

Un programa de inspecciones y pruebas debe evaluarse con respecto a los puntos siguientes y asegurarse que sean aplicables:

Consecuencia de fallas.

Enfocarse en los criterios de retiro de equipos (vida útil).

Disponibilidad de inspectores certificados.

Cambios significativos en las condiciones de operación.

Modo, alcance o tasa del deterioro medido, especialmente si es inesperado o acelerado.

Capacidad de diseño de materiales de construcción, tolerancias y el modo de deterioro.

Adquisición de partes de repuesto para aquellas que puedan fallar.

Facilidad de la reparación y restauración en campo de partes que fallaron.

Estimación de la vida útil.

Efecto de los cambios en las condiciones de operación.

Efecto de los cambios en el plan del negocio.

Adecuada utilización del lugar donde se realice la prueba o la inspección.

Cambios en los estándares de la industria o normatividad vigente.

Reporte de no conformidades pendientes.

Órdenes de trabajo de Inspección vencidas.

7.5.2. IDENTIFICAR Y COMUNICAR LAS DESVIACIONES.

Elaborar un documento donde se especifiquen las desviaciones o no conformidades. Ser específico en el reporte de inspección indicando la localización, severidad, etc. Los planos o dibujos y fotografías del área ayudan a la identificación del problema.

7.6. *Actualizar el programa de Inspecciones y Pruebas de acuerdo a las evaluaciones.*

Enfocar los beneficios del programa de Inspecciones y Pruebas en la seguridad y en el negocio.

Reconocer la necesidad de modificar procedimientos, tanto como sea necesario.

Obtener la aprobación de los cambios.

Documentar los cambios de acuerdo al procedimiento de Administración de Cambios.

Modifique el programa de Inspecciones y Pruebas

Desarrollar las modificaciones al programa de inspecciones y pruebas utilizando los resultados de la evaluación. Este documento en borrador deberá difundirse dentro de la organización del Centro de Trabajo para agregar comentarios. Asegurar que los cambios recomendados en la frecuencia de inspecciones y pruebas sean consistentes con los estándares y la normatividad vigente.

7.7. *Documentar los Cambios*

Actualizar el programa de Inspecciones y Pruebas con base a los resultados y tendencias.

Revisar la normatividad vigente, para tener las frecuencias actualizadas de las inspecciones y pruebas.

Documentar los cambios al programa de Inspecciones y Pruebas con base a los lineamientos del elemento Administración de Cambios.

8. REPARACIONES Y MODIFICACIONES

Esta sección se enfoca en las reparaciones y modificaciones a realizarse, producto de las Inspecciones y Pruebas que se realizan a los equipos críticos. Determinar si existen desviaciones que representen un riesgo después de haber analizado los resultados de las Inspecciones y Pruebas. Para determinar la reparación y/o modificación del equipo.

Todo cambio se debe documentar de acuerdo a la Administración de Cambios.

Las reparaciones y modificaciones son trabajos de mantenimiento para corregir las deficiencias en los equipos.

Todas las actividades para preservar o conservar un equipo durante su período de vida útil y prevenir una situación de emergencia, será proporcionada por el mantenimiento preventivo y predictivo.

Los límites del funcionamiento aceptable deberán ser establecidos de acuerdo a los límites establecidos en la Tecnología del Proceso.

El Mantenimiento Preventivo consiste de dos actividades básicas:

Inspecciones periódicas.

Reparación planeada del daño o deterioro, tomando como base los resultados de las inspecciones.

Las Modificaciones son acciones enfocadas en mejorar las condiciones de seguridad y operación de un equipo, componente o sistema y deberán ser documentada de acuerdo a la Administración de Cambios.

El Mantenimiento Predictivo es aquel que se planea después de haber interpretado las mediciones de las condiciones de operación del equipo.

Las mediciones pueden ser de: vibración, temperatura, desempeño, etc.

8.1. *Desarrollar y Validar las Acciones Correctivas de cada desviación.*

Estas acciones correctivas deben desarrollarse por personal calificado y se clasifican en:

Reparación: Acción necesaria para restablecer una pieza o equipo de una condición deteriorada, para tener una condición satisfactoria de operación segura.

Reemplazo: Este tipo de reparación involucra la instalación de repuestos o renovación de componentes.

Modificación: Es un cambio en el diseño del equipo (cambios en tipo de material de construcción o tipo de componentes).

Reclasificación: Generalmente es una acción asociada a los recipientes a presión, tuberías y tanques de almacenamiento, en el sentido de reubicarlos en procesos con condiciones diferentes de operación.

8.1.1. IDENTIFICAR LAS ACCIONES CORRECTIVAS PARA CADA DESVIACIÓN.

Cuando a los resultados de una inspección no se les da seguimiento con acciones correctivas, ésta es de poco valor; la calidad del seguimiento será proporcional a la calidad de la acción correctiva.

Con la participación del equipo de trabajo, desarrollar las acciones correctivas recomendadas para cada inconformidad (desviación a un criterio) con base a los resultados de las Inspecciones y Pruebas y a las necesidades de los procesos específicos.

Las no conformidades nos señalan una falla inminente, por lo que se tienen que ejecutar de inmediato.

8.1.2. VALIDAR LAS ACCIONES CORRECTIVAS.

Considerar las siguientes alternativas para verificar que son necesarias las acciones correctivas recomendadas.

Método para valorar:

El análisis de riesgo es una evaluación que valida la necesidad para efectuar una acción correctiva en particular.

Definir, ejecutar y especificar cada acción correctiva y listarla por separado.

Ejecutar inmediatamente las acciones correctivas del equipo, cuyas acciones formaran parte del historial del mismo.

Comunicación:

Desarrollar el sentido de propiedad en la supervisión y asegurar que el seguimiento de las acciones correctivas se está dando.

Informar y distribuir las acciones correctivas al personal que ejecutará el seguimiento. Por otro lado quienes necesitan hacer conciencia de las condiciones de sus equipos son los operadores y especialistas de mantenimiento.

8.1.3. CUMPLIR CON LAS NORMAS, ESTÁNDARES Y PRÁCTICAS DE INGENIERÍA.

Cumplir estrictamente la normatividad vigente nacional e internacional y cuando no exista normatividad aplicable, asegurar la reparación o modificación de los equipos, recurriendo a la información del fabricante.

La aplicación de mejoras prácticas de ingeniería puede restringir los tipos de acciones correctivas que son aceptables. Por ejemplo: Una acción correctiva temporal puede ser sujeta de consideraciones o aprobaciones especiales (Administración del cambio).

Como ejemplo, se listan algunos estándares apropiados; muchos de estos se aplican mundialmente y se apegan al diseño; si no se cuenta con los diseños, apegarse a la normatividad vigente.

Recipientes a presión:

API 510.- Código de inspección para recipientes a presión, inspección de mantenimiento, clasificación, reparación y modificaciones.

N B-23.- Código de inspección, National Board.

Tanques de almacenamiento:

API 653.- Inspección de tanques, reparación, modificaciones y reconstrucción.

Tuberías de proceso:

API 570.- Código de inspección de tuberías, inspección, reparación, modificaciones y reclasificación de sistemas de tuberías.

8.2. Programar las Acciones Correctivas

8.2.1. DEFINIR ALCANCE Y RESPONSABLES DE CADA ACCIÓN CORRECTIVA.

A cada acción correctiva deberá asignarse un responsable. Las acciones correctivas que no tienen responsables, frecuentemente no se atienden.

8.2.2. DETERMINAR LA FECHA DE TERMINACIÓN DE CADA ACCIÓN CORRECTIVA.

Toda acción debe contar con fecha de terminación. Esto es de gran ayuda si a la acción correctiva se clasifica como prioritaria.

Cuando la acción correctiva no se ejecuta inmediatamente, es necesario justificar documentalmente la operación segura hasta que la acción sea ejecutada.

8.3. Realizar las Acciones Correctivas

Integrar prioritariamente las prácticas y procedimientos de SSPA, agregando las indicaciones de seguridad y dependiendo de la naturaleza del trabajo a ejecutar, verificar la calidad y solicitar el certificado individual para la ejecución del trabajo.

8.3.1. PREPARAR EL TRABAJO.

Previo al inicio del trabajo, deben conocerse y entenderse todos los requerimientos y consideraciones de seguridad.

Es necesario que el personal que va a ejecutar el trabajo esté calificado y de ser requerido deberá estar certificado de acuerdo con los procedimientos aplicables a las mejores prácticas de ingeniería.

Dicha calificación será evaluada con respecto a los procedimientos de habilidades de mantenimiento (sección 4 de este manual).

8.3.2. CUMPLIMIENTO DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE EQUIPOS, MATERIALES Y REFACCIONES.

Partiendo de la premisa de que la utilización correcta de materiales, partes de repuesto y proceso de trabajo son críticos, los requerimientos de nuevos equipos o componentes serán elementos que formarán parte de una acción correctiva (Sección 3 de este manual de Aseguramiento de la Calidad de Nuevos Equipos). Cuando la acción correctiva incluya la reposición de un equipo, se aplicaran los requerimientos de Aseguramiento de la Calidad de fabricación y cuando la acción correctiva incluya la reposición de materiales y partes de

repuesto se debe de cumplir con la Sección 6 de este manual de Aseguramiento de la Calidad de Materiales y partes de repuesto de mantenimiento.

8.3.3. REPARACIÓN

Las reparaciones se efectúan para restablecer una pieza de un equipo a una condición de operación satisfactoria y segura, por ejemplo:

Cuando en una reparación se requiere una soldadura, los procedimientos y calificación de soldadores deberán estar de acuerdo con el ASME Sección 9 (Recipientes a presión, tuberías, tanques de almacenamiento).

Los procedimientos de soldadura utilizados por un contratista deberán estar calificados por el contratista. Si la reparación es ejecutada en el Centro de Trabajo, los procedimientos podrán ser calificados en el lugar o podrán utilizar los procedimientos de soldadura la normatividad vigente.

8.3.4. REEMPLAZO.

El reemplazo es un tipo de reparación que implica la instalación de una parte o componente nuevo, para sustituir el componente dañado.

La utilización correcta de las partes o componentes de repuesto son críticas. Podrán adaptarse partes o componentes de repuesto que no sean originales, siempre y cuando cumplan con el diseño original. Las secciones 3 y 6 de este manual aseguran que la compra de las partes o componentes de repuesto cumplan con el diseño.

8.3.5. MODIFICACIONES

Una modificación es diferente de una reparación e involucra un cambio en el diseño del equipo, al igual que en un cambio, normalmente se requieren de cálculos para mostrar que las modificaciones cumplan con las condiciones del nuevo diseño.

Dependiendo del tipo de equipo y de las mejores prácticas de ingeniería, se podrán utilizar otros pasos para el cálculo, tomando en cuenta que demuestren compatibilidad y aceptabilidad en la modificación del diseño original.

8.3.6. RECLASIFICACIÓN

Es un tipo de modificación que involucra un incremento o disminución en la clasificación de una pieza, equipo o componentes, para operar en un diferente contexto operacional.

Ejemplo:

Para recipientes a presión, sistemas de tuberías y tanques de almacenamiento, la reclasificación se refiere a un cambio en la presión máxima permisible de trabajo y temperatura. Verificar que los cálculos requeridos sean compatibles con las nuevas condiciones del equipo.

Es posible hacer una reclasificación sin hacer cambios físicos en el equipo o componente. Para esto, el equipo deberá ser sujeto a pruebas de presión, temperatura, etc., previa igual o mayor a la actual.

8.4. Seguimiento a las Acciones Correctivas

El seguimiento de una acción correctiva es la parte más importante para asegurar la ejecución en tiempo y calidad, se requiere llevar un control estricto a nivel administrativo.

8.4.1. REVISIÓN DE AVANCES DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS.

Debe contarse con un sistema que programe las acciones correctivas en el tiempo, el cual deberá indicar:

Identificación de los equipos.

Acciones correctivas y su número de identificación.

Fecha en que fue capturada en el sistema.

Fecha de vencimiento para completar la acción correctiva.

Responsable para completar la acción.

8.4.2. COMUNICAR LOS AVANCES DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS.

Deberá publicarse un reporte de seguimiento periódico de las acciones correctivas como recordatorio a los responsables asignados.

El control de seguimiento deberá ser asignado a una persona, quien tendrá la responsabilidad de publicar oportunamente éste reporte.

8.5. Documentación de Acciones Correctivas

Con el objeto de asegurar una mejor toma de decisiones en el futuro en relación a la integridad y seguridad de los equipos, se requiere tener un registro histórico, con información completa y precisa.

8.5.1. CIERRE DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS.

La terminación de una acción correctiva debe ser documentada como mínimo con una nota de la acción ejecutada, quien hizo el trabajo, fecha de terminación y comentarios que ayuden a tomar decisiones en las próximas inspecciones.

Se debe ser claro al describir la acción correctiva involucrada. No diga "Reparación de Bomba". Diga "Reparación de sello de la bomba por fuga de aceite crudo".

La documentación de la acción correctiva nos provee una base para la auditoria y disciplina al grupo de trabajo a tratar las acciones correctivas con la importancia requerida.

Si por alguna circunstancia se requiere cancelar una acción correctiva, deberá documentarse por escrito e incluir el soporte técnico.

8.5.2. CUMPLIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE CAMBIOS.

Todas las modificaciones a los sistemas, equipos y dispositivos, deberán documentarse de acuerdo al procedimiento de Administración de Cambios.

9. INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

Esta sección se enfoca en la Ingeniería de Confiabilidad. La función de ingeniería de confiabilidad es recopilar los datos de las fallas y el historial del equipo para revisar las frecuencias de las mismas, de tal manera que pueda calcularse el tiempo promedio entre fallas, así como la frecuencia de cambio del equipo según su criticidad.

La Ingeniería de Confiabilidad debe utilizar procedimiento para el Análisis e Investigación de Incidentes/accidentes o fallas crónicas con la Metodología de análisis de causa raíz (ACR), para resolver las fallas de los equipos y buscar las acciones correctivas o preventivas para evitar las ocurrencias de esas fallas. Debe interactuar con los fabricantes y con mantenimiento para revisar las alternativas de instalar mejores componentes con base a los ACR y las recomendaciones del fabricante. Todo cambio se debe alinear con la Administración de Cambios.

La Ingeniería de Confiabilidad busca utilizar el Proceso de Mejora Continua y lograr los requerimientos de los elementos de IMAC.

"Se debe realizar un análisis continuo de Ingeniería de Confiabilidad a los equipos críticos para la seguridad del proceso".

Otras definiciones de la Ingeniería de Confiabilidad, son las siguientes:

Ingeniería de confiabilidad es el proceso de evaluar por cuánto tiempo un sistema y componentes pueden ser operados de forma segura, antes que se quede fuera de servicio para mantenimiento o reemplazo. Tal análisis permite la mejora continua del desempeño de seguridad del proceso, complementa un modo predictivo y preventivo de la operación y debe incluir los siguientes elementos básicos:

Identificación del equipo crítico de ASP

Sistema establecido para recabar los datos del historial actual de operación y del equipo para los equipos críticos

Datos organizados para facilitar la revisión

Datos rápidamente obtenibles y disponibles por el personal involucrado en planear los mantenimientos futuros

Datos regularmente revisados y analizados para identificar problemas potenciales o tendencias que exigen tomar acciones correctivas.

La Ingeniería de confiabilidad es un esfuerzo continuo para asegurar que las instalaciones utilizadas para elaborar o manejar productos peligrosos están diseñadas, operadas y mantenidas de tal forma que sus activos operen cuando se les requiera.

Ingeniería de confiabilidad es el proceso para eliminar defectos en el diseño de los equipos y del proceso, procedimientos de mantenimiento y de operación, partes de repuesto y sistemas de administración.

El mantenimiento preventivo y predictivo son un complemento de ingeniería de confiabilidad que aplicado bajo un programa soportado en las recomendaciones del fabricante, los modos de falla y datos de las inspecciones, nos permite tomar acciones oportunas asegurando una operación confiable, evitando las fallas imprevistas y los incidentes que éstas generan.

"Todo lo que tu necesitas saber para mejorar tu negocio está contenido en tus fallas".

La Ingeniería de confiabilidad es un paso posterior a un programa de inspección y pruebas, se trata de un proceso encaminado a prevenir fallas antes de que sucedan, a través de rediseño, cambios en los activos o en los sistemas administrativos. Se debe enfatizar en la predicción de fallas futuras antes que analizar las que ya ocurrieron.

El hecho de que algún activo no haya fallado nunca, no significa que nunca fallará (dependiendo de la curva que muestra fallas de los activos contra su ciclo de vida, podría ser mas probable que falle, si nunca antes ha fallado). En muchos casos el analizar datos de fallas ocurridas y reportes de inspección, puede ser utilizado para elaborar programas más estrictos de pruebas y detectar posibles fallas potenciales.

La clave de un programa de confiabilidad es que para lograr mejoras, se requiere de cambios en la forma de hacer las cosas. Un ingeniero de confiabilidad en PEP debe ser un "agente de cambio" que pueda convencer a la administración que las cosas necesitan hacerse diferente, reforzando la cultura del registro de datos y documentación de actividades.

Categorías de la Ingeniería de Confiabilidad

Reactiva: Consiste en determinar las causas que ocasionaron las fallas, se debe aplicar el método de ACR, para conocer las causas físicas, identificar las causas humanas y llegar hasta las causas institucionales o de sistema. Es importante contar con un buen archivo de datos históricos de fallas, para poder utilizarlos para predecir cuando una falla podría ocurrir, de tal forma que se puedan planear acciones de mantenimiento preventivo y predictivo.

Proactiva: Consiste en prevenir fallas en equipos, activos o sistemas que no han experimentado fallas anteriormente. Se complementa utilizando metodologías como el mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), anticiparse a las fallas antes de que ocurran y poder identificar los cambios que deben efectuarse en los sistemas para evitar esas fallas o bien minimizar sus consecuencias.

Por ejemplo, el sello mecánico de una bomba que maneja un líquido inflamable está fugando y pudiera no ser un problema de costos, continuidad de operación o de seguridad, pero es muy probable que ese escurrimiento se salga de control y cause un incendio mayor, para prevenirlo, necesitamos poner atención en las fugas pequeñas, determinar sus causas raíces y prevenir problemas mayores que puedan ocasionar incendios graves.

9.1. Recopilar los Datos de Fallas y Desempeño del Equipo

Es la base para tener un programa exitoso de ingeniería de confiabilidad. Estos datos pueden ser recolectados mediante:

Historial del equipo.

Datos de proceso

Reportes de operación y falla de equipos

Datos de falla cargados en SAP

Análisis de modos de falla y efectos (AMFE)

Análisis de Causa Raiz (ACR)

Reportes de incidentes.

Reportes de inspecciones y pruebas.

Información de proveedores

Estándares internacionales

9.1.1. IDENTIFICAR EL SISTEMA DE DATOS

El sistema de datos SAP R/3 es el sistema institucional de PEP. Cualquier otro sistema de datos que administre las fallas, deberá ser compatible con SAP R/3; esta información debe estar disponible para las personas que realizan el análisis de confiabilidad.

La cantidad de datos e información que actualmente se maneja en el sistema es extensa, por lo que es importante ser selectivo con la información que se captura, de tal forma que resulte útil para efectuar análisis y obtener conclusiones que ayuden a la mejora de la confiabilidad de los equipos. Se debe observar el tipo de equipo o activo que se pretende analizar, ya que para cada tipo de equipo la información que se debe registrar es diferente; por ejemplo, desgaste por fricción, corrosión interna y externa, vibraciones dentro de rango aceptable, ensuciamiento por tipo de producto que disminuye la eficiencia, etc. La periodicidad para registrar los datos también dependerá del tipo de equipo y de la experiencia que se vaya adquiriendo.

9.1.2. REGLAS PARA RECOPIRAR LOS DATOS.

Los datos importantes a recopilar son aquellos que proporcionan información de la condición actual de cada equipo crítico; puede ser que haya equipos con muchos años de operación que estén en buen estado y puede haber equipos recién instalados que se encuentren en malas condiciones, va a depender de la forma que se operan los equipos, del mantenimiento que se les este proporcionando y de las condiciones ambientales.

Igualmente son de interés recopilar aquellos datos para elaborar análisis de tendencias y poder obtener las expectativas de vida útil de los equipos que nos permitan comparar esta información con la proporcionada por el proveedor.

9.1.3. CAPACITAR AL PERSONAL PARA RECOPIRAR LOS DATOS.

Definir en cada Centro de Trabajo quien desempeñara esa función, tomando en cuenta que debe ser alguien con experiencia en mantenimiento y debe formar parte de sus responsabilidades. Una vez designado deberá ser capacitado para que desempeñe su función efectivamente.

Algunos candidatos para esta función son:

El coordinador de mantenimiento y operaciones.

El planeador o programador de mantenimiento.

El inspector de inspecciones y pruebas.

Un operario especialista de línea.

9.1.4. IDENTIFICAR LOS EQUIPOS PARA INTEGRAR EL PROGRAMA

Inicialmente los activos o sistemas a incluir en el programa de ingeniería de confiabilidad serán todos aquellos activos, sistemas o componentes críticos para la seguridad de la operación de acuerdo al criterio de ASP.

Posteriormente, se podrán incluir equipos que no sean críticos para la seguridad de la operación, considerando que podamos obtener beneficios en seguridad, productividad, calidad y/o costos.

9.1.5. SELECCIONAR LOS DATOS DE LOS EQUIPOS PARA MEJORAR.

Se deberán seleccionar los datos a recopilar para cada equipo, sistema o componente, generalmente estos datos serán de reparación, reposición de partes, ajustes mayores, resultados del monitoreo (Inspecciones y Pruebas) y modificaciones.

Habitualmente los diferentes tipos de datos mencionados se encuentran en diversos archivos y necesitan reunirse en uno solo que permita tener el panorama completo, es decir, algunos datos están en los archivos de proyecto, de mantenimiento, de inspecciones y pruebas y de fallas en equipos. Por lo tanto, para efectuar un análisis completo de un cierto equipo será necesario reunir toda la información en un solo archivo.

Otra información de relevancia es la del fabricante del equipo o asociaciones de fabricantes, en donde podemos encontrar el comportamiento esperado, problemas más frecuentes, ciclo de vida de dichos equipos, etc., es probable que esta información no este disponible para cualquier persona, por lo que se tendrá que buscar el medio para obtenerla. Esta información será de mucha utilidad para el programa de confiabilidad.

9.2. *Análisis de Causa Raíz de las fallas más frecuentes*

Consideraciones:

Los datos de las fallas de los equipos solamente son útiles si con ellos se pueden resolver problemas de confiabilidad.

Existen muchas herramientas y metodologías disponibles para el análisis de datos.

El Análisis Causa Raíz (ACR) es un proceso de investigación diseñado para identificar las causas subyacentes de fallas en los equipos, tales como errores humanos y de sistema.

Es importante que el equipo que efectuará un ACR cuente con datos reales para llegar a conclusiones correctas.

9.2.1. HACER ACR DE LAS FALLAS MÁS FRECUENTES.

El análisis de causa raíz (ACR) es una metodología que puede ser empleada para determinar las causas básicas (causa raíz) por las que un activo falló. En teoría quisiéramos saber por que falla cualquier activo, pero un ACR formal requiere de tiempo y recursos, por lo tanto solo valdrá la pena aplicarlo cuando se trate de una investigación de un incidente de seguridad o bien cuando la falla tenga un impacto significativo en la operación o en la productividad. Una vez efectuado el ACR, los hallazgos deberán ser documentados y comunicados.

La aplicación del ACR no debe limitarse a conocer solo las causas físicas que dieron origen a la falla, sino que debe extenderse hasta llegar a conocer las causas humanas, no con el afán de castigar al culpable, sino para evitar que se vuelva a repetir, aunque lo más importante es lograr descubrir las causas del sistema que provocaron la ocurrencia de la falla.

9.2.2. REALIZAR EL ANÁLISIS DE FALLAS FÍSICAS DONDE SEA NECESARIO.

El análisis de las fallas físicas consiste en la revisión de los datos que van a ser utilizados como evidencias físicas cuando se aplique el ACR. En ocasiones las evidencias físicas se ocultan o se cambian; en estos casos se deberá hacer una evaluación detallada para desechar o validar estas evidencias.

9.2.3. ANALIZAR REPORTES DE LAS INSPECCIONES Y PRUEBAS DE FALLAS INMINENTES.

El análisis de reportes de inspecciones y pruebas es una tarea constante que forma parte de la ingeniería de confiabilidad. En el caso de tratarse de posibles fallas inminentes detectadas, deberá dársele toda la atención y asegurarse que se tomen las acciones pertinentes en forma inmediata.

9.3. *Efectuar el Análisis de Modo, Falla y Efecto y el de consecuencias de fallas*

Consideraciones:

Debido a serias implicaciones de seguridad asociadas con las fallas en equipos críticos por ASP, el análisis de confiabilidad de IMAC necesita enfocarse en predecir fallas antes de que sucedan, en lugar de simplemente dedicarse a problemas crónicos.

Las iniciativas de productividad de activos se dedican a generar análisis de fallas para determinar donde se deben enfocar los esfuerzos de Ingeniería de confiabilidad; sin embargo para impactar en la mejora de la confiabilidad, se debe considerar incluir todos aquellos activos que tengan un potencial razonable de impactar las métricas críticas. Esto solamente puede hacerse utilizando herramientas como el Análisis de Modo Falla y Efecto (AMFE), que actúan en forma proactiva para identificar la necesidad de un nuevo diseño o mejora, antes de que ocurra una falla.

9.3.1. REALIZAR ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO.

El análisis de modo falla y efecto sirve para analizar los efectos y consecuencias de los diferentes modos de falla de un equipo, pieza de equipo, subsistema o proceso. Existen indicadores anticipados para cada modo de falla (espesor de pared, pérdida de calibración, fuga menor, etc.) y se evalúan las consecuencias potenciales en caso de no tomar ninguna acción.

Las decisiones de las acciones a tomar en respuesta a los indicadores anticipados deben ser tomadas por personal experimentado, en donde se tome en cuenta, como los problemas pequeños pueden conducir a problemas mayores y como dos o mas eventos que aislados pudieran ser inofensivos si se presentan simultáneamente podrían ocasionar un incidente serio.

El equipo para efectuar un AMFE debe ser de diferentes funciones, constituido por representantes que tengan buen conocimiento del proceso (función de los activos), de las fallas reales y potenciales de los activos (modos de falla) y del impacto potencial en la seguridad, asociados con las fallas (efecto de la falla).

El AMFE puede ser un análisis hecho en forma aislada, ser parte de un análisis de riesgos de proceso, de un proyecto de análisis de fallas (six sigma) o parte de un análisis de mantenimiento centrado en confiabilidad.

9.3.2. ANÁLISIS DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (MCC).

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) es una metodología utilizada para determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier equipo en su "contexto operacional", para asegurar que continúe satisfaciendo sus funciones de la manera más efectiva durante toda su vida útil. "Contexto operacional" significa donde y como los activos están siendo utilizados.

El análisis de MCC y el proceso de recolección de datos, por lo general requiere que un equipo completo se reúna por lo menos de 8 a 10 días en el curso de varias semanas. Un AMFE se usa para identificar fallas reales o potenciales. Estas fallas se clasifican en cuatro categorías:

Fallas de seguridad o ambientales.

Fallas ocultas.

Fallas operativas (pérdidas económicas).

Fallas no operativas.

Para todas las fallas pero principalmente para las primeras (seguridad) el equipo tiene varias opciones de solución:

Usar métodos predictivos.

Tarea de restauración.

Reemplazo periódico.

El análisis de MCC involucra un costo en cada acción, es decir que se debe tabular una justificación económica para cada tarea de mantenimiento. Adicionalmente el análisis de MCC calcula la justificación económica de las partes de repuesto que se deben mantener en existencia.

9.4. *Rediseñar el Equipo para prevenir fallas.*

Consideraciones:

Cuando un activo se selecciona para ser candidato a hacerle un Análisis de Confiabilidad debe hacerse un esfuerzo para rediseñarlo y así minimizar el potencial de falla.

Lo que debe de mejorarse de los equipos seleccionados es:

Diseño del equipo.

Procedimientos de inspección y pruebas.

Procedimientos de operación.

Programas de control y Aseguramiento de Calidad.

Entrenamiento.

Sistemas de comunicación.

La administración deberá utilizar métodos de evaluación de riesgos para comparar los recursos que se requieren para cada propuesta de mejora, contra el potencial de las consecuencias de no tomar ninguna acción.

9.4.1. PROPONER MEJORAS.

Quando se proponga un cambio, deberá acompañarse de un estudio completo que realmente ayude a tomar una decisión, este estudio deberá contener:

Naturaleza y descripción del problema que se pretende solucionar.

Consecuencias potenciales en caso de no tomar acción.

Causas raíz del problema.

Acciones correctivas que se requieren tomar para solucionar el problema.

Costo total de la propuesta.

Mano de obra requerida.

Tiempo de ejecución

Tiempo de paro para completar la corrección.

Las mejoras propuestas en el análisis de confiabilidad deberán ser incluidas en el plan de mejoras a la tecnología, como tareas críticas de operación (TCO) con un alto valor de prioridad. Deberá asignarse un líder a la propuesta, para asegurar que se efectúe en tiempo, forma y presupuesto. El líder deberá tener la habilidad de conseguir soporte de la administración, del área operativa, de la parte técnica y de cualquier otro grupo que pudiera resultar involucrado en el cambio.

9.4.2. OPTIMIZAR EL DISEÑO.

La filosofía de los procesos Inherentemente seguros deberá ser adoptada por los ingenieros de confiabilidad, como una herramienta para mejorar la seguridad del proceso por la vía del rediseño.

Dependiendo del tipo de activo a ser evaluado, existen mejores prácticas institucionales y de la industria en general, que pueden consultarse cuando se estén evaluando alternativas de optimización del diseño.

Los Centros de Trabajo deben conservar a sus especialistas y contar con soporte de consultores especializados que coadyuven a mejorar la integridad mecánica.

Las revisiones al diseño deberán ser conducidas por un conocedor de la materia. Alguien entrenado en confiabilidad, deberá evaluar el impacto del cambio propuesto, en la confiabilidad del Centro de Trabajo antes de iniciar cualquier actividad. Lo anterior es obligatorio para todos los equipos críticos por ASP, pero deberá ser hecho para cualquier cambio de diseño en procesos de alto riesgo.

9.4.3. IMPLEMENTAR EL CAMBIO

Para poder implementar el cambio propuesto, deberá elaborarse un programa con presupuesto, en el programa deberán estar plasmados los pasos a seguir, los recursos necesarios (materiales y humanos) y el tiempo de ejecución. Deberá dársele un estricto seguimiento tanto al programa como al presupuesto para ir detectando y ajustando las diferencias.

Todos los esfuerzos de mejora en la confiabilidad necesitan o requieren seguir el Procedimiento de Administración de Cambios. Para una óptima mejora en la

confiabilidad es esencial que la documentación se mantenga actualizada, como se construyó, procedimientos actualizados y el entrenamiento proporcionado debido a ese cambio.

Los cambios para la mejora de la confiabilidad deben documentarse en el historial del equipo, archivos o planos aplicables, de tal manera que a futuro se disponga de la información en que consistió el cambio, por qué se hizo y cuando se efectuó. Deberán a futuro tomarse en cuenta los registros de las fallas del equipo y datos de su desempeño para monitorear sus efectos en la confiabilidad.

9.5. *Revisión Periódica de la Confiabilidad del Equipo*

Consideraciones:

De acuerdo a ASP en equipos críticos se requiere revisar en forma periódica la Confiabilidad cada cierto intervalo de tiempo, por lo cual se requiere programar revisiones formales como parte de un programa que asegure que todos los equipos críticos están incluidos en la revisión de la confiabilidad.

Las revisiones periódicas deberán examinar los indicadores específicos para cada tipo de equipo, tales como el espesor de pared, partes de repuesto con desgaste, equipo fuera de calibración, etc. El ingeniero de confiabilidad deberá decidir dentro de todos los datos disponibles los más importantes, de tal manera que simplifique la captura de información esencial. Adicionalmente se deberá aplicar, si se requiere, el análisis de "qué pasa si" e incluir la posibilidad de que dos eventos se presenten simultáneamente.

9.5.1. DETERMINAR LA FRECUENCIA PARA EL ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD

Cada Centro de Trabajo necesita decidir los periodos de tiempo apropiados para la revisión de sus activos; el periodo no debe ser tan corto como para que al revisar no se detecte ninguna diferencia, ni tan largo como para que pueda ocurrir un evento no deseado en ese periodo.

Para aquellos equipos cuyas fallas tengan consecuencias más significativas, mayor probabilidad de falla o que hayan tenido fallas con mayor frecuencia, se deberán considerar revisiones con menor periodo de tiempo.

Los activos que han estado en servicio por muchos años sin haber tenido ninguna falla y que tienen muy bajo potencial para la ocurrencia de fallas, deberán programarse para una revisión de confiabilidad poco frecuente posiblemente cada 5 años. Un ejemplo de esto pudiera ser un recipiente o un sistema de tuberías que maneja solvente inflamable en servicio no corrosivo.

9.5.2. SISTEMA PARA ASEGURAR LA EJECUCIÓN EN TIEMPO

Se debe utilizar un sistema electrónico que automáticamente emita un aviso para el cumplimiento de la fecha de revisión de la confiabilidad de los equipos críticos.

9.5.3. DOCUMENTAR LOS ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD

El proceso de revisión debe ser un proceso formal y documentado donde se indique cuando se efectuó y quienes participaron en la revisión, así como cuales fueron las observaciones y las recomendaciones.

El reporte de revisión de la confiabilidad debe archivar en un lugar accesible, pudiera ser en el historial del equipo. Deben guardarse copias de respaldo en un archivo separado, para que en caso de extravío o daño del original se tenga disponible la copia.

9.6. *Efecto de la Mejora Continua*

Consideraciones:

El concepto clave de la mejora en confiabilidad es el ciclo de la mejora continua para llegar a la excelencia. Asegurar la actualización de la documentación a lo largo del ciclo, así como poner especial atención en conclusiones y observaciones efectuadas en revisiones anteriores, que quizás requieran alguna modificación. Esto incluye desde luego la actualización de la lista de equipos críticos por ASP. Es importante no pasar por alto la interfase humana dentro de la confiabilidad de activos.

9.6.1. MEJORAS AL PROGRAMA DE CONFIABILIDAD.

Con frecuencia las razones más significativas para que un Centro de Trabajo no opere a la máxima tasa de producción o a su más alto comportamiento en seguridad, no son razones técnicas debidas a las condiciones de los activos, sino que son razones humanas que tienen que ver con el "lado amable" de la confiabilidad, personas que pueden ser detractores ya sea por falta de información, paradigmas equivocados o costumbres arraigadas.

Un ingeniero de confiabilidad necesita asegurar que todos los sistemas organizacionales necesarios para mantener la confiabilidad de las instalaciones están funcionando y ejecutando en forma efectiva. La mayoría de las veces el ingeniero de confiabilidad no es responsable, ni está a cargo de esos sistemas, pero necesita asegurar que estén funcionando adecuadamente.

Si hay un paro en el Centro de Trabajo debido a la falla de un equipo menor (bomba) que tiene su programa de inspección vencido, el ingeniero de confiabilidad será el responsable por no haber programado esa actividad o en su defecto el supervisor de operación que no permitió revisar el equipo.

Hacer auditorias es un camino para descubrir fallas en el sistema. Otro camino es hacer ACR en fallas menores para encontrar las tendencias de aquellas acciones que tienen el potencial de causar problemas futuros serios. Otra forma y quizás la más efectiva, es estar involucrado en el día a día, es decir asistir a las juntas diarias de operación, leer bitácoras de cambio de turno, hablar con los operadores, hablar con los mecánicos y hacer recorridos frecuentes por las áreas de trabajo.

Las recomendaciones de mejoras a los sistemas generalmente recaerán en:

Procedimientos de inspecciones y pruebas.

Procedimientos de operación.

Procedimientos de mantenimiento.

Procedimientos de AC y CC.

Entrenamiento.

Comunicación o documentación.

9.6.2. ACTUALIZACIÓN DE LA LISTA DE EQUIPO CRÍTICO.

La lista de equipos críticos por ASP es uno de los documentos más importantes y debe recibir una atención especial, debido a las consecuencias tan severas de seguridad asociadas con la no confiabilidad de dichos equipos críticos. Es obligatorio que la lista de equipo crítico esté actualizada en todo momento.

Si se descubren nuevos modos de falla, que requieran que otros equipos se consideren como críticos, estos cambios deberán hacerse tan pronto como sea práctico. A medida que el Centro de Trabajo avance en IMAC, los sistemas irán mejorando, considerándose una relación más amplia de equipos críticos, para incluir equipos con menor probabilidad de riesgo y que originalmente no estaban considerados en la clasificación. También, si un activo ya no se está utilizando de la misma manera y por lo cual ya no cubre la definición de equipo crítico, debe eliminarse de la lista de equipo crítico por ASP, ya que se estarían utilizando recursos de mantenimiento, inspecciones y pruebas en un equipo que ya no lo requiere.

9.6.3. COMUNICAR LOS HALLAZGOS.

Las recomendaciones que implican cambios a los sistemas deben ser elaboradas por un equipo donde participen: coordinadores de mantenimiento, de operación y de ingeniería de confiabilidad. Esto facilitará la tarea de la implementación y la aceptación de las recomendaciones. Los cambios en la cultura del Centro de Trabajo o en los sistemas operacionales son la parte más difícil y costosa de realizar.

Todos los hallazgos desarrollados como parte del programa de confiabilidad, deberán ser comunicados a todo el personal involucrado. Al menos todos los hallazgos necesitan documentarse para que sirvan de referencia histórica y deberán comunicarse a todas las personas involucradas en la confiabilidad. En caso que los hallazgos involucren actividades de ASP necesitaran comunicarse a una audiencia más amplia, tales como a otros áreas y/o a la red de ASP.

9.6.4. DESCIFRAR LAS OPORTUNIDADES.

La comunicación de estos hallazgos es el primer paso en la aplicación del aprendizaje de una situación para efectuar mejoras en otras situaciones similares. Se necesita tiempo y esfuerzo para detectar oportunidades similares y buscar aplicaciones potenciales de esa experiencia.

No todos los incidentes de seguridad son causados por equipos críticos de ASP. Debe considerarse la conveniencia de extender la ingeniería de confiabilidad y de otros aspectos de integridad mecánica a todos los demás activos de la instalación o al menos a los que sea razonable.

La Ingeniería de confiabilidad no es una especialidad que sea dominada o conocida por la mayoría de las personas que están en el ambiente del mantenimiento, sus técnicas son bastante especializadas y requieren de conocimiento y capacitación. Pero si hay dentro de PEP o centro de Trabajo un gran número de personas que son verdaderos especialistas, es importante por la misma razón tratar de formar una red que se encargue de centralizar las experiencias, los hallazgos y que se encarguen de solucionar los problemas comunes, en beneficio de los Centros de Trabajo.

En ocasiones es conveniente contratar a consultores externos que ayuden a incrementar el nivel de conocimiento de los especialistas, así como que puedan

participar directamente en solucionar aquellos problemas que requieran de ayuda externa.

Siempre que se requiera tener ayuda para resolver alguna situación particular, deberá solicitarse esa ayuda para compartir los recursos y mejorar en el comportamiento de los aspectos de la confiabilidad.

10. AUDITORIAS

Objetivo

Las auditorias proporcionan una forma de medir el cumplimiento del programa de integridad mecánica. Las observaciones en campo, proporcionan los datos para determinar el desempeño actual, contra los estándares establecidos. Asegurar que un equipo o dispositivo crítico pueda ser mantenido bajo sus condiciones de diseño durante toda su vida útil desde la instalación hasta su desmantelamiento y disposición.

Alcance de la Auditoria

Premisas

Auditar periódicamente todos los elementos de integridad mecánica.

Establecer la frecuencia de las auditorias y su seguimiento.

La línea de organización, desde los niveles altos hasta los más bajos, debe involucrarse en estas auditorias.

Utilizar listas de verificación y evaluar los documentos necesarios.

Documentar y retroalimentar los resultados.

Resaltar las oportunidades de mejora y puntos fuertes.

Enfocarse en los reportes de no conformidad y su solución definitiva y programas de mantenimiento e inspección vencidos.

Implementación

Comprometer a toda la organización con el principio, características y beneficios de las auditorias.

Planear, jerarquizar recursos, programar, realizar reportes de seguimiento, responder y cerrar las auditorias de manera efectiva y eficiente, de acuerdo a los requisitos y lineamientos establecidos en este elemento.

Seleccionar, capacitar, entrenar, calificar y mantener la competencia de los auditores de manera eficiente y efectiva.

Auditar las actividades, procesos y métodos de trabajo de todas sus áreas.

Dar prioridad a la corrección de las no conformidades detectadas.

Equipo Auditor

El equipo auditor puede ser formado por personal del Centro de Trabajo, personal de otros centros de Trabajo de PEP o de otras Subsidiarias.

Un cambio en los miembros del equipo auditor, proporciona otros criterios y experiencias que pueden detectar problemas que el equipo auditor interno no podría detectar.

Frecuencia de Auditorias

La frecuencia de las auditorias para procesos peligrosos podrá variar de 1 a 3 años.

El programa de auditorias para un arranque, deberá ser conducido con mayor frecuencia (probablemente cada año).

Procedimiento

La auditoria de un sistema debe ser efectuarse para asegurar que el sistema cumple todos los requerimientos de IMAC.

El sistema de integridad mecánica incluye:

Bases de Diseño. Que estén siempre disponibles a todo el personal involucrado en el mantenimiento.

Deberán capacitarse, calificarse y en algunos casos certificarse a todo el personal asignado a varias actividades, tales como: procedimientos de mantenimiento, inspección de recibo de partes, control de la capacitación e inspecciones y pruebas periódicas a equipos.

Estas personas necesitan estar concientes que éstas son sus responsabilidades y que disponen de todo su tiempo de trabajo para ejecutarlo y tener reconocimiento por esto.

Los procedimientos de mantenimiento e inspecciones deben estar completos y disponibles.

Todos los requerimientos de este manual deben estar en el Centro de Trabajo.

Las auditorias deben estar implantadas para asegurar que IMAC está siendo utilizado y actualizado apropiadamente.

Debe incluirse una revisión del historial de inspecciones y pruebas, seguimiento a recomendaciones y registros de capacitación. Conducir entrevistas con especialistas de las diferentes disciplinas para revisar sus experiencias en el sistema y obtener una opinión de su actitud acerca de la implementación actual.

10.1. *Elementos para Auditarse.*

A continuación se indican los elementos claves de cada módulo de IMAC, en la cual se deben enfocar las auditorias con el fin de evaluar el nivel de implantación, poder identificar las fortalezas y las oportunidades de mejora, así como las recomendaciones pertinentes:

10.1.1. ORGANIZACIÓN DE IMAC.

Contar con un líder o coordinador.

Hacer que se cumplan las responsabilidades y roles de los miembros del grupo de IMAC.

Verificar el estado actual de IMAC y compararlo contra los objetivos definidos.

10.1.2. FUNDAMENTOS.

Identificar los Equipos críticos.

Identificar las partes críticas.

Disponer de la documentación de diseño.

Mantener actualizados los registros de IMAC para cumplir con la Administración del Cambio.

10.1.3. ASEGURAMIENTO CALIDAD DE EQUIPOS NUEVOS.

Contar con:

Planos certificados del fabricante.

Reportes de Inspecciones y Pruebas durante la fabricación.

Registros de AC de proveedores.

Registros de AC de la instalación y puesta en servicio.

Manuales de operación y mantenimiento del proveedor.

Reportes de Inspecciones y Pruebas a partir de la puesta en servicio y análisis de Ingeniería de Confiabilidad.

10.1.4. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.

Utilizar las habilidades comunes de mantenimiento.

Desarrollar procedimientos específicos.

10.1.5. CAPACITACIÓN DE MANTENIMIENTO

Habilidades básicas.

Temas generales del proceso.

Temas generales de SSPA.

Habilidades específicas.

Entrenamiento.

Personal de contratistas.

10.1.6. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE MATERIALES Y REFACCIONES DE MANTENIMIENTO.

Identificación correcta de los materiales y refacciones de mantenimiento.

Que estén verificados y aprobados.

Que se inspeccionen cuando llegan al Centro de Trabajo.

Que se revisen antes de utilizarse.

Que se instalen correctamente.

10.1.7. INSPECCIONES Y PRUEBAS.

Revisar el plan.

Revisar los registros de las inspecciones y pruebas.

Modificar y actualizar el plan de acuerdo con los resultados de las inspecciones.

10.1.8. REPARACIONES Y MODIFICACIONES

Cumplir con las mejores prácticas de ingeniería.

Seguir los códigos, estándares y normatividad vigente.

Contar con toda la documentación y cumplir con la Administración de Cambios.

10.1.9. INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD.

Identificación del equipo crítico.

Sistema de recolección de condiciones de operación y datos históricos de los equipos críticos (SAP R/3 y otros sistemas vinculados).

Análisis efectuados: ACR y AMFE

Reportes de acciones preventivas y correctivas.

10.2. *Protocolo de Auditorías*

Integridad Mecánica y Aseguramiento de la Calidad

10.2.1. ASPECTOS CLAVE:

Procedimiento para implantar IMAC en equipos nuevos y existentes, modificados, partes de repuesto y materiales de mantenimiento.

Aplicación del procedimiento con los criterios para identificar los sistemas, equipos y componentes críticos.

Bases de diseño de los equipos, completas, actualizadas y entendidas por los involucrados.

Bases de datos con el historial de inspecciones, pruebas y mantenimiento a los sistemas, equipos y componentes críticos.

Registros de la aplicación de los procedimientos para efectuar las inspecciones, pruebas y el mantenimiento a los equipos críticos aplicando el proceso de Disciplina Operativa (DO).

Registro de la identificación de las tareas críticas de IMAC.

Registros de la Capacitación y los resultados del personal de mantenimiento, de operación y técnico.

Certificación de inspectores y analistas que realizan inspecciones y pruebas a los sistemas, equipos y componentes críticos (DO).

Registros de la aplicación del Procedimiento para la Administración de Cambios, en las modificaciones o alteraciones derivadas de las Inspecciones y Pruebas.

Aplicación de los análisis de causa raíz a fallas de los equipos, recomendaciones y seguimiento.

Registro de la aplicación del protocolo para hacer auditorías IMAC.

Aplicación del proceso de Disciplina Operativa.

Cultura de cumplimiento:

Control.

Seguimiento y cumplimiento de las recomendaciones de mejora de los ACR.

Cumplimiento de las observaciones y recomendaciones de las auditorías.

Registros de la aplicación de procedimientos de control de calidad para la fabricación, transporte, recepción, instalación y montaje de equipos, de partes de repuesto y de materiales de mantenimiento (DO).

Certificación de inspectores y analistas.

Uso de normas, estándares y normatividad vigente.

10.3. Preguntas del Protocolo de IMAC

10.3.1. FUNDAMENTOS

1. ¿El Centro de Trabajo tiene la guía para la implantación del sistema de IMAC?
2. ¿Se han definido, identificado y documentado los sistemas, equipos y componentes críticos para ASP?
3. ¿Se cuenta con un archivo maestro para cada equipo crítico que contenga entre otros lo siguiente?

DTI con el equipo crítico identificado con otro color.

Información de diseño, compra, inspección y mantenimiento.

Estos documentos deberán estar disponibles, actualizados y controlados.

4. ¿El Centro de Trabajo tiene establecido un subequipo o red de IMAC?
¿Existen evidencias de su capacitación, roles y responsabilidades?
5. ¿Se tiene asignado un líder o coordinador de IMAC en el Centro de Trabajo?
¿Se tienen evidencias de su capacitación, rol y sus responsabilidades en IMAC?
6. ¿EL grupo de IMAC ha realizado alguna revisión de la información disponible en los archivos de diseño?
¿La información está actualizada?
¿Se tiene la documentación de los resultados, evidencias y acciones correctivas?
7. ¿El Centro de Trabajo tiene establecida e implementada una guía escrita para administrar IMAC?

Esta guía cubre todos los requerimientos de IMAC:

Estructura, roles y responsabilidades del grupo de IMAC.

Bases de diseño de los equipos.

Aseguramiento de la calidad de equipos nuevos.

Procedimientos de mantenimiento.

Capacitación y desempeño del personal de mantenimiento.

Procedimientos de control de calidad para los materiales y refacciones de mantenimiento.

Plan de las inspecciones y pruebas derivadas del mantenimiento preventivo y predictivo.

Ingeniería de confiabilidad

8. ¿Los requerimientos de IMAC incluyen, pero no limitan a los siguientes equipos?

Recipientes a presión y tanques de almacenamiento.
Ductos para transporte de hidrocarburos (fase líquida y fase gaseosa).
SCADA, sistema de comunicación.
Compresores de gas.
Filtros coalescentes
Sistemas de tuberías incluyendo válvulas en servicio crítico.
Sistemas de relevo, dispositivos de venteo y de dispositivos de protección.
Arrestadores de flama.
Sistemas de paro de emergencia.
Controles (incluye sensores y dispositivos de monitoreo), alarmas, protecciones automáticas, dispositivos de protección, etc.
Bombas.
Turbinas a gas.
Sistemas de protección contra incendio.
Sistemas de ventilación.
Conexiones entre las operaciones clave y los servicios auxiliares.
Equipo y sistemas a tierra.

10.3.2. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE EQUIPOS NUEVOS, MATERIALES Y REFACCIONES DE MANTENIMIENTO

9. ¿Se tienen evidencias de la capacitación del personal involucrado en las actividades de Aseguramiento de Calidad, tanto a nivel corporativo como en los Centros de Trabajo?

Este personal pertenece a:

Compras.
Almacenes.
Proveedores.
Ingeniería.
Operación.
Mantenimiento.
Contratos.

10. ¿Se ha tenido algún proyecto o compra de equipo en los últimos 3 años?

Si es sí, revise los archivos de estos proyectos o compras contra los requerimientos de esta sección.

Si es no, ¿Se tienen los procedimientos para utilizarse en futuros proyectos o compras?

11. ¿El Centro de Trabajo tiene establecido programas y procedimientos de Aseguramiento de Calidad para cumplir con los lineamientos de estos elementos?

12. ¿El Centro de Trabajo se asegura que el equipo crítico que maneja sustancias peligrosas es fabricado e instalado con especificaciones de diseño y recomendaciones del fabricante?

¿Durante la etapa de diseño, existen evidencias que la comunicación efectiva se ha establecido para asegurarse que los criterios de diseño son comunicados y entendidos por el personal de operación y mantenimiento?

¿Los procedimientos de Aseguramiento de Calidad cubren reparaciones y modificaciones a los equipos proporcionados por contratistas y proveedores durante su fabricación? ¿Estos procedimientos aplican a todos los proveedores subcontratados?

¿El programa de Aseguramiento de Calidad incluye auditorias a proveedores y contratistas y los resultados son documentados en el archivo del proyecto?

¿Se utilizan listas de verificación detalladas que aseguran que todos los factores claves del diseño, fabricación y construcción o instalación son utilizados? ¿Se conducen inspecciones y visitas de vigilancia a los equipos críticos para asegurarse que están siendo fabricados de acuerdo con las especificaciones?

¿Se cuenta con proveedores aprobados de acuerdo a los requerimientos de aseguramiento de la calidad? ¿Se utilizan proveedores no aprobados solamente cuando un proveedor aprobado no está disponible?

¿Los proveedores no aprobados son seleccionados basados en una auditoria de calidad previa?

13. ¿Se tienen inspecciones y revisiones que aseguren que el equipo crítico es instalado correctamente y que cumpla con las especificaciones de diseño y recomendaciones del proveedor?

14. ¿Se tiene la documentación de la inspección realizada a los equipos críticos?

¿Con el proveedor y fabricante?

¿Para la entrega en el Centro de Trabajo?

¿Durante la instalación?

15. ¿La documentación está en el archivo del equipo?

Verificar el archivo de los equipos e identificar las partes que hayan sido instaladas durante el presente año:

¿Existen especificaciones de compra?

¿Existen especificaciones de fabricación e instalación?

¿Fueron realizadas apropiadamente las inspecciones y revisiones para asegurar una instalación adecuada?

En caso de áreas de mejora, ¿El Centro de Trabajo tiene documentado el control y seguimiento?

16. ¿Los procedimientos se aplican a todos lo equipos críticos?

17. ¿Las modificaciones del equipo crítico bajo el control de la Administración de la Seguridad de los Procesos o de las operaciones,

son autorizadas a través de la administración de cambios y son ejecutadas conforme a las mejores prácticas de ingeniería?

¿Cómo determina el Centro de Trabajo que la gente que hace el trabajo es competente?

Cuando un trabajo es terminado, ¿cómo se da de alta su documentación (DTI, historial, planos de construcción, certificados, etc.)?

10.3.3. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

18. ¿Se han establecido e implantado procedimientos de mantenimiento para asegurar que IMAC se aplique a todos los equipos críticos del proceso?
19. ¿Se han identificado las tareas críticas y no críticas para cada uno los equipos críticos?
20. ¿Los procedimientos de mantenimiento son claros en la ejecución de la tarea relativa al equipo crítico de proceso para que la tarea se ejecute de forma correcta, consistente y segura?
21. ¿Los procedimientos de mantenimiento están disponibles y se auditan periódicamente para asegurar que la versión está actualizada y completa?

10.3.4. CAPACITACIÓN EN MANTENIMIENTO

22. ¿El Centro de Trabajo desarrolla, documenta e implementa un programa de capacitación para el personal de mantenimiento consistente en:
 - ¿Temas generales del proceso?
 - ¿Riesgos de seguridad y salud específicos del proceso?
 - ¿Procedimientos de emergencia?
 - ¿Procedimientos y prácticas de trabajo aplicables a tareas específicas?
 - ¿Incluye la capacitación a operarios especialistas técnicos, supervisores, administrativos y contratistas?
23. ¿El Centro de Trabajo proporciona capacitación inicial y reentrenamiento de acuerdo a los requerimientos del personal de mantenimiento?
 - ¿Incluye esta capacitación las generalidades de proceso, habilidades básicas y trabajos específicos?
24. ¿Se tienen desarrollados y documentados los criterios de calificación de instructores para la capacitación en mantenimiento?
25. ¿El Centro de Trabajo tiene desarrollada una lista de habilidades básicas y un paquete de capacitación necesario para desarrollar los trabajo satisfactoriamente?
26. ¿La capacitación de habilidades básicas está preparada para proporcionar al personal, un mejor desarrollo y una mejor competencia en su función? - ¿El programa para especialistas y aprendices tiene los elementos básicos de computación, interpretación de DTI, etc.?

27. ¿El Centro de Trabajo proporciona capacitación en tareas específicas e incluye riesgos a la salud y seguridad, procedimientos, prácticas seguras de trabajo aplicables a tareas específicas?
28. ¿Incluye la capacitación el conocimiento de los requerimientos relevantes sobre normatividad?
29. ¿Se proporciona capacitación de reentrenamiento y complementaria a cada empleado por lo menos cada 3 años o de acuerdo a requerimientos de la normatividad según aplique?
30. ¿La capacitación incluye los siguientes elementos básicos?

Capacitación teórica en clases.

Capacitación práctica en campo.

Prueba para la demostración de habilidades en campo.

31. ¿Incluye el proceso de calificación una combinación de:

¿Evaluaciones escritas?

¿Demostración de habilidades, donde se requiera?

¿Evaluación de competencias al personal?

32. ¿El Centro de Trabajo tiene un sistema para identificar quién está calificado en tareas específicas?

33. ¿Contienen los registros de capacitación la siguiente información?

Identificación del empleado.

Fecha de la capacitación.

Contenido.

Calificación de la evaluación y sus registros (evaluación escrita, demostración de habilidades y evaluación de la línea de operación).

Persona responsable de la capacitación y evaluación.

Revisar algunos registros de capacitación contra estos requisitos.

10.3.5. INSPECCIONES Y PRUEBAS DE EQUIPO

34. ¿Se tiene un programa de mantenimiento preventivo y predictivo para equipo de procesos u operaciones críticas consistente en inspecciones y pruebas para detectar fallas menores o inminentes? ¿Se tienen los procedimientos para mitigar el potencial de las mismas, antes de que se conviertan en fallas funcionales serias?

35. ¿Se tiene un listado de aplicación de las inspecciones y Pruebas a equipos que incluye, pero no limita lo siguiente?:

a) Recipientes a presión y tanques de almacenamiento.

b) Ductos

c) Bombas.

d) Compresores.

- e) Turbinas.
 - f) Áreas protegidas
 - g) Sistemas de relevo de presión.
 - h) Controles críticos, protecciones automáticas y dispositivos de protección, alarmas e instrumentos.
 - i) Dispositivos de emergencia, incluye sistemas de paro y sistemas de aislamiento.
 - j) Equipo de protección contra incendio (NFPA 25).
 - k) Sistemas de tuberías (incluye válvulas y mangueras) en servicio crítico.
 - l) Accesorios de servicio (sistemas de prevención de retención de flujo).
 - m) Conexiones y sistemas a tierra.
 - n) Alarmas de emergencia y sistemas de comunicación.
 - o) Dispositivos de monitoreo y sensores.
 - p) Sistemas de ventilación (remoción de vapores tóxicos o inflamables, presión positiva en cuartos de control, etc.).
- Revisar el sistema de registro de inspecciones y pruebas. ¿Cubre todos los tipos de equipos? ¿Las inspecciones están al día?

36. ¿El Centro de Trabajo tiene documentado los objetivos y métodos de prueba a través de los procedimientos de Inspección y Pruebas de acuerdo con las mejores practicas de ingeniería o la normatividad vigente?

Ejemplo:

a) Recipientes a presión (NBIC, API 510, otros).

Tanques de almacenamiento (API 653, otros).

b) Sistemas de relevo de presión, sistemas y dispositivos de venteo:

Discos de ruptura.

Válvulas de alivio (NBIC VR, PH85, otros).

Venteo de emergencia.

c) Controles críticos y dispositivos de seguridad:

Dispositivos de protección, protecciones automáticas y alarmas.

Instrumentos de control.

d) Dispositivos de emergencia.

e) Equipo de protección contra incendio:

Sistemas de agua (NFPA 25, otros).

Amortiguadores, paredes y puertas contra incendio.

Arrestadores de flama.

f) Sistemas de tuberías incluyendo válvulas, mangueras y juntas de expansión.

Tuberías (API 570).

Válvulas.

Mangueras.

Juntas de expansión.

g) Conexiones entre los procesos clave y los servicios.

h) Sistemas eléctricos a tierra.

i) Sistemas de alarma y comunicación de emergencias.

j) Dispositivos de monitoreo y sensores.

k) Bombas.

l) Sistemas de ventilación (NFPA 30 Sección 5-3.3).

37. ¿El Centro de Trabajo tiene establecida la frecuencia de Inspección y Prueba de acuerdo a recomendaciones del fabricante, de las mejores prácticas de ingeniería y con mayor frecuencia por la experiencia?

¿Se tiene alguna inspección y prueba vencida? ¿Se tiene un sistema de recordatorio de la proximidad de las Inspecciones y Pruebas? ¿El área tiene un procedimiento de excepción en el que se formaliza la autorización para continuar operando equipos aun cuando las fechas de Inspección y Prueba estén vencidas?

38. ¿Se tienen los límites de funcionamiento aceptables y son congruentes con la tecnología del proceso u operaciones?

¿Los límites de funcionamiento y los objetivos de las Inspecciones y Pruebas están claramente definidos y documentados?

10.3.6. REPARACIONES Y MODIFICACIONES

39. ¿Es emitido un listado de acciones correctivas y se da seguimiento a su cumplimiento?

¿Está lista es revisada por técnicos y operarios especialistas?

Revisar algunos reportes de inspecciones recientes con deficiencias encontradas. ¿Están completos y documentados?

40. ¿Los registros documentados de cada Inspección y Prueba contienen la siguiente información?:

La fecha de inspección o prueba

El nombre de la persona quien ejecuta la inspección o prueba ¿Es un inspector calificado?

El número de serie o alguna otra identificación del equipo.

Una descripción de la inspección o prueba.

Resultado de la inspección o prueba (es buena o deficiente, describir condición de falla y acciones correctivas recomendadas).

41. ¿El sistema de registro de datos, documenta los resultados de las pruebas y es una guía para la revisión y análisis de datos de las pruebas?

10.3.7. INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

42. ¿Está implementándose el análisis de Ingeniería de Confiabilidad para los equipos críticos e incluye los elementos básicos siguientes?

Identificación del equipo crítico, específicamente revisados para la seguridad del proceso o de las operaciones.

Sistema establecido para la recolección de las condiciones actuales de operación y datos históricos del equipo crítico

Datos disponibles para el personal involucrado en Ingeniería de mantenimiento y planeación del mantenimiento futuro.

Datos regularmente revisados y analizados para identificar problemas potenciales o tendencias que necesiten acción correctiva.

Tomar acciones correctivas y preventivas.

43. ¿Con que frecuencia el operador verifica el área? ¿Esta documentada esa verificación, para identificar escurrimientos, ruidos, etc.?

44. ¿Los equipos, sistemas o componentes se evalúan de acuerdo a las condiciones de operación, es decir cuánto tiempo se pueden operar en forma segura antes de tener que retirarlos para su mantenimiento o sustitución?