

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS,
COMO ALTERNATIVA DE MEJORA EN LA REALIZACIÓN Y
CONFORMIDAD DE SERVICIOS A LA EMPRESA UNIÓN ANDINA DE
CEMENTOS S.A.A”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

SANTOS PAREDES NICODEMOS TEODORO

Villa El Salvador

2017

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo a mis padres que con sus consejos y orientaciones han hecho posible que pueda desarrollarme y culminar con éxito mis estudios profesionales.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por sus sabios consejos, apoyo y aliento incondicional para terminar mi carrera y obtener mi título profesional.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	12
1.2. Justificación del Problema	13
1.3. Delimitación del Proyecto	14
1.4. Formulación del Problema	14
1.5. Objetivos	14
1.5.1. Objetivo General	14
1.5.2. Objetivos Específicos	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la Investigación	16
2.2 Bases Teóricas	20
2.3 Marco Conceptual	73
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO	
3.1 Descripción de la inspección a realizar a los equipos	76
3.2 Procedimiento de Mantenimiento Preventivo	81
3.3 Revisión y Consolidación de resultados	87
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS	94

LISTADO DE FIGURAS

Figura N° 01: Flujograma para el mantenimiento preventivo de equipos.

Figura N° 02: Tiempo entre descomposturas que excede a un tiempo de funcionamiento.

Figura N° 03: Etapas de la vida de un equipo: Curva de “La bañera”.

Figura N° 04: Modelo del Sistema de Gestión de la Calidad basado en procesos, donde se muestran los vínculos con la cláusula de la norma internacional ISO 09001:2015

Figura N° 05: Características de la máquina de soldar

Figura N° 06: Código interno asignado

Figura N° 07: Tarjeta de operatividad

Figura N° 08: Sticker de mantenimiento

LISTADO TABLAS

Tabla N° 01: Resultado de la aplicación al del programa de mantenimiento a la Máquina de Soldar Infra Recia 400

Tabla N° 02: Resultado del indicador mensual de mantenimiento

INTRODUCCIÓN

No cabe duda que el avance tecnológico es el signo de nuestros tiempos y ha sido dentro del desarrollo del sector industrial donde ha tenido su mayor presencia. Este avance se ha visto representado en una mayor mecanización de los procesos productivos; con nuevas maquinarias y Tecnologías de producción.

La necesidad de mantener una producción continua y eficiente en todo momento, ha desarrollado una nueva perspectiva de la conservación y uso de los equipos dentro de las empresas industriales; y es así como se han implantado cada vez más los conceptos del mantenimiento industrial.

Dentro de esa evolución, el mantenimiento preventivo ha tenido mucha importancia gracias a sus resultados en la mejora de los procesos de producción.

La naturaleza del mantenimiento preventivo es disminuir el número de fallas que presenta un sistema o equipo en un periodo determinado, con el fin de hacerlo más eficiente y prolongar su vida útil; además, este tipo de mantenimiento busca disminuir la frecuencia de realización de actividades correctivas, las que siempre han representado mayores costos para las empresas. Por ello este tipo de mantenimiento es de trascendental importancia para las empresas industriales.

Aun con este desarrollo evolutivo del mantenimiento en el ámbito industrial, hoy en día existen empresas que no cuentan con las técnicas, procedimientos, estudios y capacitación adecuada que les permita desarrollar en sus plantas de producción un programa sencillo de mantenimiento preventivo que les ayude además de mejorar los niveles de competitividad, permitirles la formación y capacitación necesaria para alcanzar certificaciones de calidad en sus productos y/o servicios

Con la finalidad de garantizar la operatividad de los equipos de la Empresa Mantenimiento y Supervisión S.A., para la realización y conformidad de servicios proporcionados a la empresa Unión Andina de Cementos S.A.A, es que he dividido este proyecto de Ingeniería en 3 capítulos.

En el Capítulo I, se describe el planteamiento del problema, que está basado en que actualmente en la empresa Mantenimiento y Supervisión S.A. no existe un plan de mantenimiento preventivo de equipos, y si lo hay son mantenimientos correctivos generando pérdidas de horas hombre e incumplimiento de plazos y fechas establecidas.

En el Capítulo II, se describe el marco teórico en la cual se sustenta la propuesta de solución, referente a los tipos de mantenimiento, características del mantenimiento, programación del mantenimiento y ventajas del mantenimiento.

Finalmente en el Capítulo III, se describe el desarrollo de la propuesta, que consiste en realizar un análisis respecto a los equipos sobre los cuales se les aplicara un plan de mantenimiento, para luego a partir del conocimiento de estos, desarrollar un plan de mantenimiento preventivo, finalizando con la aplicación sobre una máquina de soldar y verificar si el plan de mantenimiento propuesto proporciona resultados que permitan alcanzar el objetivo general planteado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En 1998 la empresa Mantenimiento y Supervisión S.A., inicia sus operaciones en las instalaciones de la entonces Cementos Lima S.A. (ahora Unión Andina de Cementos S.A.A.), con obras de mantenimiento mecánico y refractario en la línea de calcinación, así como reparaciones mecánicas y montajes en la línea de chancado.

En la actualidad en la empresa Mantenimiento y Supervisión S.A., no existe un plan de mantenimiento preventivo de equipos, es decir, en su gran mayoría, se realiza el mantenimiento correctivo y si hay preventivo, no son programados.

Esto conlleva a constantes fallas de los equipos destinados a diferentes frentes de trabajo en planta, generando así pérdidas de horas hombre,

incumplimiento de trabajos, insatisfacción del cliente, reclamos y no conformidades.

En ese sentido el problema principal es la carencia de un programa de mantenimiento preventivo que garantice la operatividad de los equipos para la realización y conformidad de servicios proporcionados a la empresa Unión Andina de Cementos S.A.A.

La solución actual que se viene realizando a este tipo de situaciones es la reposición con otro equipo. Sin embargo esto toma su tiempo en el traslado desde los almacenes hasta el frente de trabajo (planta) así como el incumplimiento de plazos.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se justifica que a partir de un plan de mantenimiento preventivo se logrará asegurar que todos los modos de falla concebibles y sus efectos sean comprendidos, ya que se proveerá de criterios para prioridades en acciones correctivas así como se proveerá de criterios para prioridades en acciones preventivas.

Con la implementación de este plan de mantenimiento preventivo se conseguirá proporcionar servicios con altos estándares de calidad y con óptima capacidad de respuesta y seguridad en las operaciones, garantizando la operatividad y disponibilidad de los equipos para así evitar

paradas a raíz de fallas perjudicando el cumplimiento de los trabajos programados en planta.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1 ESPACIAL

El proyecto de ingeniería se desarrolló en la Empresa Unión Andina de Cementos S.A.A, ubicado en Av. Lima s/n Campamento Atocongo Tiendas 8-9, Villa María del Triunfo Lima – Perú.

1.3.2 TEMPORAL

El proyecto de ingeniería comprendió el periodo de Enero de 2015 a Febrero de 2015.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo garantizar la operatividad de los equipos para una correcta realización y conformidad de servicios proporcionados a la empresa Unión Andina de Cementos S.A.A.?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Garantizar la operatividad de los equipos para una correcta realización y conformidad de servicios proporcionados a la empresa Unión Andina de Cementos S.A.A.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar si es posible desarrollar un plan de mantenimiento que garantice la operatividad de los equipos para una correcta realización y conformidad de servicios proporcionados a la empresa Unión Andina de Cementos S.A.A.

- Verificar si la aplicación del plan de mantenimiento propuesto permite detectar si el equipo requiere reparaciones o cambios que garantice su operatividad para una correcta realización y conformidad de servicios proporcionados a la empresa Unión Andina de Cementos S.A.A.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Olaya (2014), en su tesis titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel”, para optar el Título de Ingeniero en Ingeniería Mecánica en la Universidad Tecnológica de Pereira, concluye que: “Se caracterizó debidamente el sistema productivo de la empresa, además de esto, se determinaron las necesidades de mantenimiento para cada máquina. Se diligenciaron los formatos que son imprescindibles para el correcto funcionamiento del plan de mantenimiento preventivo, como lo son las hojas de vida, tarjetas maestras, instructivos de mantenimiento de cada una de las máquinas y cronograma de actividades. El hecho de tener dicho plan, es de concientizar tanto a la empresa como a sus trabajadores de la importancia de mantener la maquinaria en buen estado y funcionando

convenientemente, para que así presten el servicio por el cual son utilizadas”.¹

Martínez (2010), en su tesis titulada “Análisis de fallas aplicados a los equipos de carga tipo Scoop de la mina ISIDORA – VALLE NORTE pertenecientes a la empresa MINERA VENRUS C.A., El Callao – Estado Bolívar” para optar el Título de Ingeniero en Ingeniería Mecánica y Eléctrica en la Universidad de Oriente de Sucre, concluye que: “Si bien los equipos son de diferentes modelos todos presentan las mismas partes que son, motor, sistema hidráulico, sistema de transmisión, chasis y sistema electromecánico. La disponibilidad como parámetro de mantenimiento, a su vez es función de dos elementos muy importantes, en primer lugar de la confiabilidad de los equipos y en segundo lugar de la mantenibilidad de los mismos. De un buen Mantenimiento depende, no sólo un funcionamiento eficiente de los equipos, sino que además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como son el control del ciclo de vida de los mismos sin disparar los presupuestos destinados a mantenerlas”.²

García (2013), en su tesis titulada “Mejorar actividades del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos de bajo perfil de la U.M MILPO IESA S.A” para optar el Título de Ingeniero en

¹OLAYA, H. (2014). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel. (Tesis de Pre Grado). Universidad Tecnológica de Pereira. Risaralda, Colombia.

²MARTINEZ, K. (2010). Análisis de fallas aplicados a los equipos de carga tipo Scoop de la mina ISIDORA – VALLE NORTE pertenecientes a la empresa MINERA VENRUS C.A., El Callao – Estado Bolívar. (Tesis de Pre Grado). Universidad de Oriente. Sucre, Venezuela.

Ingeniería Mecánica en la Universidad Nacional del Centro Del Perú de Huancayo, concluye que: “Del presente trabajo se concluye que con la mejora de las actividades del mantenimiento se logró incrementar la disponibilidad en 1.03%. En los sistemas críticos se redujo las horas de mantenimiento preventivo: sistema hidráulico de 99.5 horas a 87.5 y sistema eléctrico de 23.9 horas a 22.1 horas. El tiempo medio entre falla aumento de 33.29 Hrs a 38.77Hrs y el tiempo medio de reparaciones disminuyo de 2.44 Hrs a 1.91 Hrs por la aplicación del mantenimiento autónomo. Con el uso de formatos y cartillas sobre mantenimiento preventivo propuesto y los ya existentes se mejoró las actividades de mantenimiento preventivo del área de mantenimiento”.³

Céspedes (2010), en su libro titulado “Principios de Administración de Mantenimiento”, señala que: “Las inspecciones periódicas y la aplicación del Mantenimiento Preventivo, al igual que en el punto anterior, se realizan normalmente en base a los datos que suministra el fabricante (especificaciones de fabricación), a los cálculos de la vida útil de cada pieza y a la experiencia. La revisión y sustitución a intervalos preestablecidos de las diferentes partes y accesorios del equipo como medida preventiva para evitar fallas ocasionales. Corresponden entonces a actividades propias del Mantenimiento Preventivo: las inspecciones en paro y en marcha, la lubricación, las sustituciones y las revisiones

³GARCIA, J. (2013). Mejorar actividades del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos de bajo perfil de la U.M MILPO IESA S.A. (Tesis de Pre Grado). Universidad Nacional del Centro Del Perú. Huancayo, Perú.

generales. Todas ellas previamente programadas tanto en la forma de realizarlas, como en su tiempo de ejecución”.⁴

Sánchez (2007), en su libro titulado “Mantenimiento Mecánico de Maquinas” señala que: “Existen dos tipos de operaciones de mantenimiento preventivo: las planificadas y las de oportunidad. En las operaciones planificadas la relubricación de distintos puntos de una maquina o la sustitución periódica del lubricante son claro ejemplos de operación de mantenimiento preventivo planificado. Las ceraciones de mantenimiento preventivo de oportunidad ocurren durante reparaciones tras un fallo o a intervalo fijo. Los motivos para este tipo de mantenimiento son fundamentalmente dos: sustitución de piezas con mala accesibilidad pero que han quedado al descubierto con motivo de la reparación principal y aprovechamiento de la parada para la reparación para sustituir otras piezas, en máquinas que funcionan continuamente que tienen un alto coste de parada o indisponibilidad”.⁵

Rowe (2008), en su libro titulado “Manual de soldadura GMAW (MIG-MAG)”, señala que: “Una inspección rutinaria de mantenimiento del equipo ayudara a detectar problemas potenciales, como escapes de gas protector, hilos sueltos, tomas de tierra defectuosas, aislamientos desgasto o mangueras enganchadas. Si se detectan a tiempo los pequeños problemas, pueden evitar la pérdida de tiempo valioso por

⁴CESPEDES, A. (2010). Principios de Administración de Mantenimiento. Costa Rica: UNED

⁵SANCHEZ (2007). Mantenimiento Mecánico de Maquinas. Barcelona, España: UJI

avería o daños de un equipo. Cualquier mantenimiento más allá del rutinario externo debería encargarse a un técnico de servicio especializado.

En la mayoría de áreas, es ilegal que alguien, aparte de un electricista autorizado, trabaje en equipos como soldadoras por arco, y que alguien, aparte de un técnico en reparación especializado de la fábrica, trabaje con reguladores. La descarga eléctrica y la explosión de reguladores pueden causar graves heridas o incluso la muerte”.⁶

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 MANTENIMIENTO

El término "mantenimiento" apareció en la industria hacia 1959 en Estados Unidos y tiene su origen en el vocabulario militar, en el sentido "mantenimiento en las unidades de combate, del efectivo y del material a nivel constante". Los conceptos y prácticas de mantenimiento han evolucionado radicalmente desde principios del siglo XX, cuando la simple mención de la palabra mantenimiento y todos aquellos recursos, herramientas e incluso personal eran considerados como un mal necesario; aunque lamentablemente esta percepción no ha cambiado desde entonces; existe una clara tendencia global en posicionar a las organizaciones de mantenimiento como lo que realmente son: entidades que generan valor cumpliendo un rol fundamental para el cumplimiento de los objetivos corporativos.

⁶ ROWE, R. (2008). Manual de soldadura GMAW (MIG-MAG). Madrid, España: PARANINFO

Es un servicio alterno dentro del funcionamiento de una empresa, caracterizado por una serie de actividades realizadas con el objeto de corregir, prevenir y en algunos casos predecir fallas o averías, que afecten el normal funcionamiento de las maquinas, manteniéndolas en condiciones operativas seguras. La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente con la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

Mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos maquinas, etc., para que estos continúen o regresen a proporcionar el servicio con calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues están ejecutados con este fin. El mantenimiento se divide en mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.

2.2.1.1 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

El objetivo del Mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los eslabones del sistema directa e indirectamente afectados a los servicios, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un

muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible. El área de mantenimiento no sólo deberá mantener las máquinas sino también las instalaciones de: iluminación, redes de computación, sistemas de energía eléctrica, aire comprimido, agua, aire acondicionado, calles internas, pisos, depósitos, etc.

Deberá coordinar con recursos humanos un plan para la capacitación continua del personal ya que es importante mantener al personal actualizado. Los objetivos de mantenimiento deben alinearse con los de la empresa y estos deben ser específicos y estar presentes en las acciones que realice el área.

Estos objetivos serán los que mencionamos a continuación:

- ✚ Llevar a cabo una inspección sistemática de todas las instalaciones, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste o rotura, manteniendo los registros adecuados.
- ✚ Mantener permanentemente los equipos e instalaciones, en su mejor estado para evitar los tiempos de parada que aumentan los costos.

- ✚ Efectuar las reparaciones de emergencia lo más pronto, empleando métodos más fáciles de reparación.
- ✚ Prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones al máximo.
- ✚ Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y equipos para disminuir las posibilidades de daño y rotura.
- ✚ Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiente del tiempo, materiales, hombres y servicios.

2.2.1.2 FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

Entre las principales funciones del mantenimiento encontramos:

✚ FUNCIONES PRIMARIAS:

- Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones.
- Generación y distribución de los servicios eléctricos, vapor, aire, agua, gas, etc.
- Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones.
- Nuevas instalaciones de equipos y edificios.
- Desarrollo de programas de mantenimiento preventivo y programado.

- Selección y entrenamiento del personal.

FUNCIONES SECUNDARIAS

- Asesorar la compra de nuevos equipos
- Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros.
- Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros.
- Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección.
- Llevar la contabilidad e inventario de los equipos.
- Cualquier otro servicio delegado por la administración.

2.2.1.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a ésta o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

El mantenimiento predictivo abarca un conjunto de técnicas de inspección, análisis y diagnóstico, organización y planificación de intervenciones que no afectan al servicio del equipo, y que tratan de ajustar al máximo la vida útil del elemento en servicio al momento planificado para la intervención. El mantenimiento predictivo podría incluirse en el mantenimiento preventivo entendiéndose este último en un sentido amplio.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es el mantenimiento que se ejecuta después de ocurrida una falla en determinada máquina, por lo que se debe realizar de manera urgente. El personal encargado de avisar de las fallas es el propio usuario de la máquina y el encargado de realizar las reparaciones es el personal de mantenimiento. El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Este sistema caracterizado por las siglas TPM (Total Productive Maintenance), coloca a todos

los integrantes de la organización, en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes. Centra entonces el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento a ser realizadas en pequeños grupos, mediante una conducción motivadora.

El TPM se explica por:

- Efectividad total a efectos de obtener la rentabilidad adecuada, teniendo en cuenta que ésta hace referencia a la producción, a la calidad, al costo, al tiempo de entrega, a la moral, a la seguridad, a la salubridad y al ambiente.
- Sistema de mantenimiento total consistente en la prevención del mantenimiento y en la mejora de la mantenibilidad. Intervención autónoma del personal en tareas de mantenimiento.
- Mejoramiento permanente de los procesos al mejorar el mantenimiento.

Una vez que los empleados se encuentran bien entrenados y capacitados, se espera que se ocupen de las reparaciones básicas, de la limpieza del equipo a su cargo, de la lubricación (cambios de aceites y engrases), ajustes de piezas mecánicas, de la inspección y detección diaria de hechos anormales en el funcionamiento del equipo. Para ello, es necesario que hayan comprendido la forma de funcionamiento del equipo y puedan detectar las señales que anuncian sobre la proximidad de llegada de las fallas.

El mantenimiento principal lo seguirán realizando los especialistas, quienes poseen formación e instrumental adecuado. Debemos tener en cuenta que tradicionalmente los especialistas dicen, que los operarios de producción actúan incorrectamente sobre las máquinas y que por eso se rompen. Por su parte, la gente de producción expresa, que los de mantenimiento las reparan mal y que por ello las máquinas no aguantan. Para aumentar más esta antinomia, los operarios de mantenimiento ganan más que los de producción, razón por la cual estos últimos, al

ocuparse de algunas tareas de los primeros, reivindicar reclamos salariales y adoctrinamiento de esta filosofía del trabajo resulta fundamental.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es un tipo de mantenimiento, que busca principalmente la detección y prevención de fallas en el funcionamiento de las máquinas y equipos de una empresa, antes que estas ocurran.

El origen de este tipo de mantenimiento surgió analizando estadísticamente la vida útil de los equipos y sus elementos mecánicos y efectuando su mantenimiento basándose en la sustitución periódica de elementos independientemente del estado o condición de deterioro y desgaste de los mismos.

2.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, si la segunda y tercera no se realizan, la tercera es inevitable. La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones,

análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como Mantenimiento Preventivo Planificado - MPP. Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc. El mantenimiento preventivo basado en el tiempo surgió de la necesidad de mayor seguridad, disponibilidad y productividad, y ante la complejidad y costos de las operaciones productivas. También se adecua a los ciclos asociados a la producción de tal forma que se planifica y programa el mantenimiento en el tiempo más adecuado que genere el menor disturbio al proceso. Identificación de trabajos y costo efectivos de mantenimiento que deben realizarse a intervalos definidos apropiados. El mantenimiento preventivo supone la planificación de trabajos en OT's que contengan los recursos adecuados e instrucciones de trabajo y seguridad, programación de trabajos

periódicos de tal forma que se minimicen los paros de producción en forma efectiva y la ejecución de los trabajos se desarrolle con personal calificado. Por otra parte se efectúe el análisis de seguimiento y el uso de la documentación y evaluación de la información sobre la condición de cada máquina recopilada durante la ejecución del trabajo. Finalmente la efectividad del programa de mantenimiento sea consistente y genere la confiabilidad del equipo y de los procesos de mantenimiento.

Aunque el costo del mantenimiento preventivo puede ser alto, estos costos son mucho menores que el costo de falla de equipo y de parada no programada.

Esta situación se sustenta en la mayor disponibilidad del equipo, la mayor seguridad de operación, la reducción de paradas no programadas, la mejora de los trabajos y la administración del mantenimiento.

Todas las actividades sistemáticamente predefinidas y repetitivas de mantenimiento responsables por la continuidad del servicio de un ítem, englobando, inspecciones, ajustes, conservación y eliminación de defectos, cuyo destino final es evitar o reducir fallas en los equipos, a mejorar la confiabilidad de los equipos y la calidad de producción.

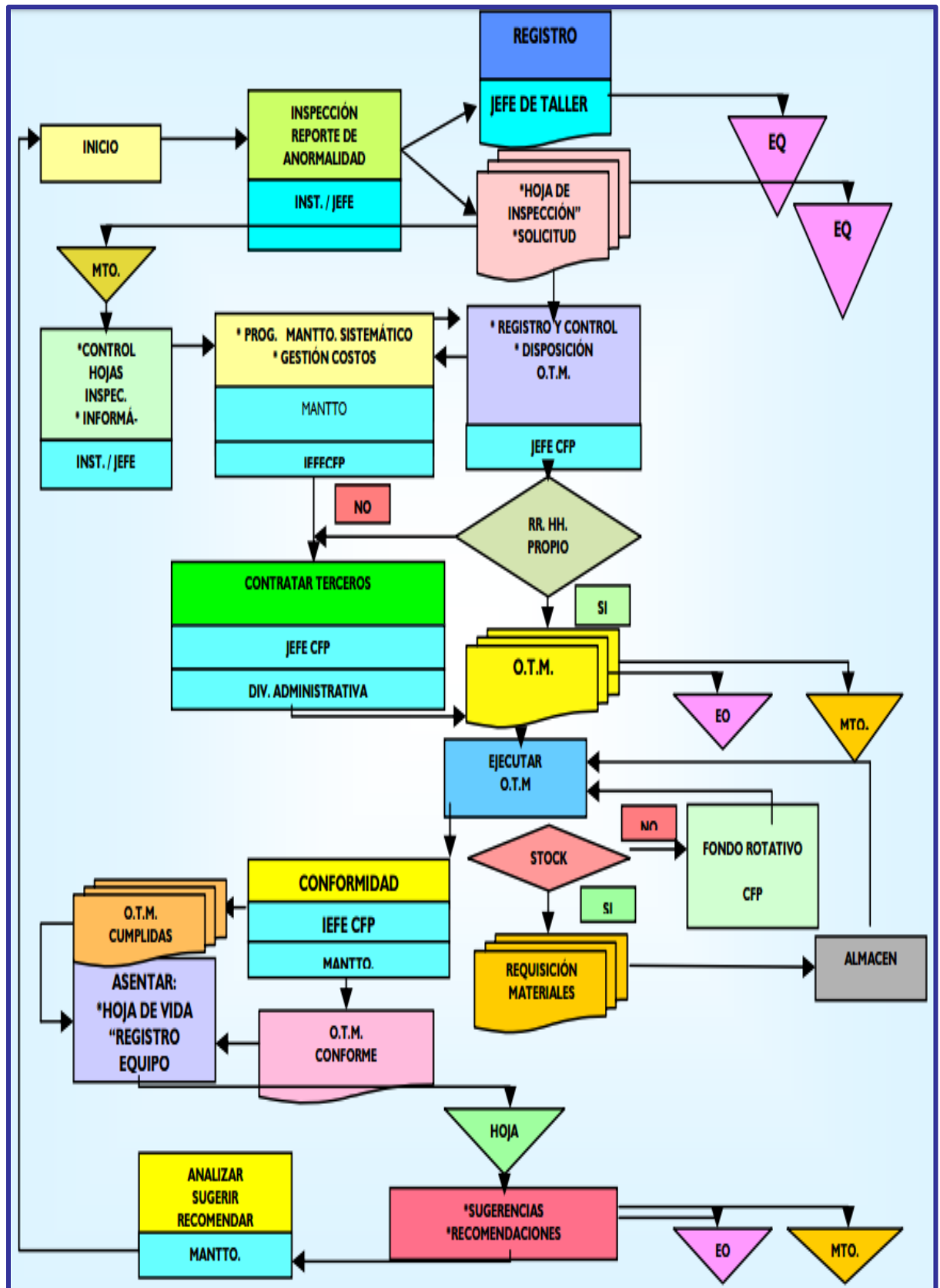


FIGURA N° 01: FLUJOGRAMA PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS

✚ CARACTERÍSTICAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizarán las acciones necesarias: engrasar, cambiar correas, desmontaje, limpieza, etc.

✚ ALCANCE DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Un buen programa de M.P. incluirá la mayor parte de, los bienes físicos de la planta; se asegurará de incluir funciones estacionales del equipo mismo. Las partes a las cuales se les va a hacer un M.P. dependerán del tipo de empresa.

El M.P. es relativamente moderno el desarrollo y aceptación que ha tenido en los últimos tiempos ha supuesto el que se haya aplicado, en ocasiones, un poco indiscriminadamente. No siempre es conveniente aplicar el M.P., los motores eléctricos de baja potencia, por ejemplo, conviene rodarlos hasta lo último, su mantenimiento resultaría muy costoso.

✚ VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Disminuye el tiempo ocioso, hay menos paros imprevistos.

- Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones en paros imprevistos.
- Disminuye los costos de reparaciones de los defectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos.
- Habrá menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor calidad y por lo tanto el prestigio de la empresa crecerá.
- Habrá menor necesidad de equipo en operación, reduciendo con ello la inversión de capital y aumenta la vida útil de los existentes.
- Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta.
- Cumplimiento con los cupos y plazos de producción comprometida.
- Conocer anticipadamente el presupuesto de costos de mantenimiento.
- Conocer los índices- de productividad por sector.
- Accionar armónico del servicio de mantenimiento para atender la producción.

Debe hacerse correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones. El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de

conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de los continuos.

Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios. Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

DESVENTAJAS

Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados. Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad. Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

Es el efectuado a un equipo siguiendo un criterio, con el fin de reducir las posibilidades de falla. El mantenimiento preventivo trata de anticiparse a la aparición de las fallas.

Evidentemente, ningún sistema puede anticiparse a las fallas que no nos avisan por algún medio. La base de información surge de fuentes internas a la organización y de fuentes externas a ella.

Las fuentes internas: están constituidas por los registros o historiales de reparaciones existentes en la empresa, los cuales nos informan sobre todas las tareas de mantenimiento que el bien ha sufrido durante su permanencia en Trabajo. Se debe tener en cuenta que los equipos existentes tanto pudieron ser adquiridos como nuevos (sin uso) como usados.

Forman parte de las mismas fuentes, los archivos de los equipos e instalaciones con sus listados de partes, especificaciones, planos generales, de detalle, de despiece, los archivos de inventarios de piezas y partes del repuesto (spare parts) y, por último, los archivos del personal disponible en mantenimiento con el detalle de su calificación, habilidades, horarios de trabajo, sueldos, etc. Las fuentes externas: están constituidas por las recomendaciones sobre

el mantenimiento, que efectúa el fabricante de cada equipo. En el caso de compra de equipos o bienes de cierta importancia, junto con el mismo, se recibe un manual de operación y mantenimiento.

En dicho manual, se recomienda la realización de determinados trabajos de mantenimiento y determinados reemplazos de piezas y/o de materiales de consumo, especificándose la oportunidad de su ejecución sobre una base de tiempo de uso, tiempo desde la última intervención, número de golpes, número de vueltas, kilómetros recorridos, cantidad de materia prima procesada, etc.

El fabricante puede formular esas recomendaciones, porque se basa en su experiencia, es decir, en el conocimiento que obtiene sobre los productos de su fabricación, por la práctica y por la observación a través de un tiempo prolongado. En ambas fuentes de información se encuentra implícito el conocimiento de la vida útil del bien.

Es justamente la definición de una vida útil para los equipos y sus componentes, lo que nos facilita encarar el mantenimiento del tipo preventivo. Por otro lado, para los casos en que no disponemos de información sobre la historia o sobre la vida útil de un equipo, la recorrida

periódica de todos ellos y la confección de un programa de reparaciones anticipadas, nos permiten actuar antes que se produzcan muchas de las fallas. En todos los casos, la prevención nos permite preparar el equipo de personal, los materiales a utilizar, las piezas a reponer y la metodología a seguir, lo cual constituye una enorme ventaja. La mayor ventaja de este sistema es la de reducir la cantidad de fallas por horas de marcha.

2.2.2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

✚ MP PLANEADO

En el mantenimiento planeado, se puede diferenciar:

MP de rutina

Es la forma sistemática de hacer:

- Limpieza
- Lubricación
- Inspección
- Pruebas
- Ajustes, aprietes

Para mantener los equipos e instalaciones en perfectas condiciones de operación, debiendo ser de corta duración (apenas unos minutos al día) y en la que los operadores pueden participar.

MP global

Generalmente involucra:

- Desmantelamiento parcial del equipo
- Reemplazo de piezas y componentes
- Empleo de diversas herramientas
- Mayor nivel de habilidad
- Mucho más tiempo que el MP de rutina
- Tiempo muerto programado de los equipos
- Participación del planificador

Reacondicionar equipos (reconstruir)

Usualmente involucra:

- Retirarlos del lugar de producción (de ser posible).
- Desmantelamiento total del equipo.
- Mejoramiento del equipo.
- Reemplazo de muchas piezas.
- Alto nivel de habilidad.
- Participación del proveedor.
- Recalibración y funcionamiento de prueba.
- Gran cantidad de tiempo.
- Reinstalación en el lugar de producción

MP PREDICTIVO

El Predictivo que usa sensores especiales que monitorean el funcionamiento y anticipan de fallas potenciales. Es muy corto y sólo puede monitorear ciertos parámetros. Las inspecciones y predicciones pueden generar solicitudes o requisiciones de mantenimiento.

2.2.2.2 PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se le llama Programación del Mantenimiento Preventivo, al proceso de correlación de los códigos de los equipos con la periodicidad, cronogramas de ejecución de las actividades programadas, instrucciones de mantenimiento, datos de medición, códigos de material y cualquier otro dato, juzgado por el usuario como necesario para actuar preventivamente en los equipos.

Se trata de la descripción detallada de las tareas de Mantenimiento Preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar; en general, hablamos de tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas.

SAP PM

Es el módulo SAP utilizado para la gestión del mantenimiento de los Equipos de Planta. SIDOR utiliza el SAP PM como el sistema informático que refleja la filosofía de mantenimiento.

REPARACIÓN PROGRAMADA (RP)

Son aquellas que se llevan a cabo en forma periódica (generalmente de dos, tres o cuatro semanas). Se toman en cuenta en el programa de producción mensual y tienen una duración normal entre 8 y 16 horas.

2.2.2.3 GENERALIDADES A TENER EN CUENTA EN UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La selección de un tipo de mantenimiento en una empresa, depende de las condiciones internas de ésta, su objeto social, equipos utilizados en el desarrollo de sus actividades, infraestructura física, personal disponible y el alcance que pretende lograr. El plan de mantenimiento de una empresa, debe tener en cuenta ciertos factores importantes al momento de la aparición de fallas en los equipos, dichos factores son:

FACTORES OPERACIONALES

La falla ocasiona retrasos en la producción ó en la prestación de un servicio, conllevando a una disminución de la productividad e incumplimientos a los clientes.

FACTORES DE COSTOS

Están íntimamente ligados a las fallas, ya que la reparación de éstas conlleva a gastos innecesarios y generalmente elevados.

FACTORES DE SEGURIDAD

Cuando la falla afecta la integridad del personal.

FACTORES AMBIENTALES

El afectado aquí es el medio ambiente, ya sea por altos niveles de ruido, olores desagradables, contaminación del aire, entre otros., afectando de igual manera al personal que allí labore.

2.2.2.4 INDICADORES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a

costo - calidad y plazos. Los indicadores de mantenimiento permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes. De esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar sus actividades.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, siempre con la mirada puesta en lo que se desea alcanzar con el mantenimiento industrial, son las siguientes:

- Pocos, pero suficientes para analizar la gestión.
- Claros de entender y calcular.
- Útiles para conocer rápidamente como van las cosas y por qué.

Es por ello que los índices deben:

- Identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.
- Dar los elementos necesarios que permiten realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.
- Establecer un registro de datos que permita su cálculo periódico.

- Establecer unos valores plan o consigna que determinen los objetivos a lograr.
- Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

2.2.2.5 JUSTIFICACIÓN DE TENER UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Ya se había hablado de las ventajas del Mantenimiento Preventivo, además de ellas se tendrá que ver si el mantenimiento es conveniente en cualquier caso. Los datos sobre la distribución de descomposturas son básicos e importantes.

Las distribuciones de tiempo entre descomposturas muestran la frecuencia con la cual las máquinas funcionan sin necesidad de repararlas, por un número determinado de horas de operación que comúnmente se presentan como distribuciones de fracción de tiempo entre descomposturas que excede a un tiempo de funcionamiento dado.

Estas distribuciones tienen diferentes formas, dependiendo de la clase de equipo de que se trate. Por ejemplo una máquina sencilla con pocas piezas móviles tenderá a descomponerse a intervalos casi

constantes, a partir de su última reparación; es decir muestra una variabilidad mínima en su distribución del tiempo libre entre descomposturas.

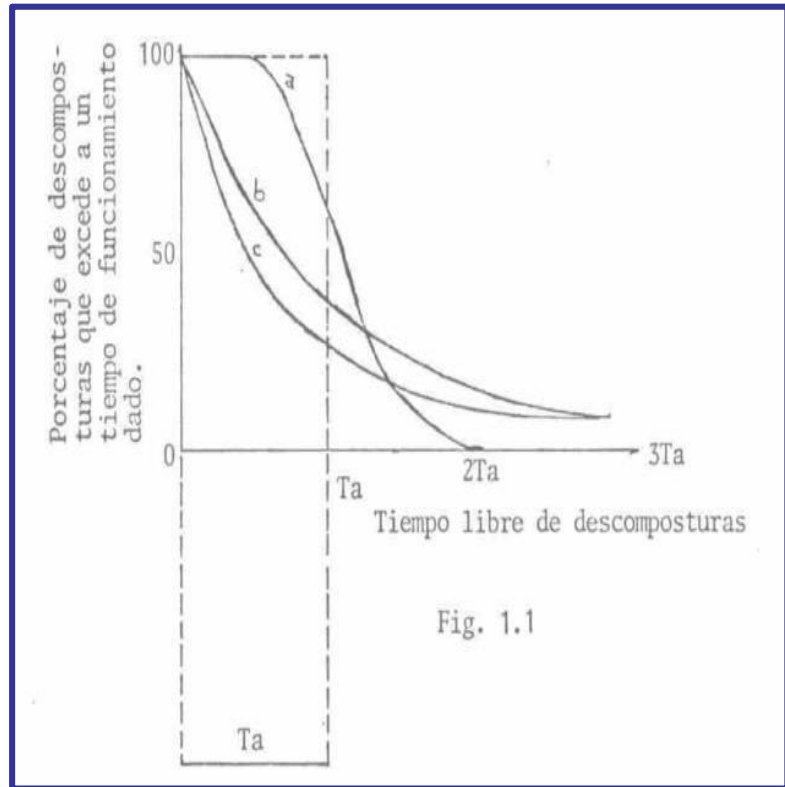


FIGURA Nº 02: TIEMPO ENTRE DESCOMPOSTURAS QUE EXCEDE A UN TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO

Para la máquina integrada por muchas piezas, cada una con su distribución de fallas y si se agruparan bajo una sola distribución de tiempo libre entre descomposturas de la máquina, esperaríamos encontrar mayor variabilidad debido a que la máquina podría descomponerse por un sin número de razones; y algunas descomposturas podrían ocurrir después de la última reparación o en cualquier tiempo.

2.2.2.6 PASOS A SEGUIR PARA IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Cuando se desea implementar un buen programa de mantenimiento se deben seguir los siguientes pasos:

🚦 CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

La codificación se acostumbra hacerla en un sistema alfanumérico a fin de poder identificar más fácilmente los equipos en la planta. El código asignado a cada equipo se conservará para ese equipo por todo el tiempo que permanezca en la empresa y es conveniente conservarlo un buen tiempo después de su desaparición para se puede evitar posibles confusiones. Este código deberá ser pintado en un lugar visible del equipo, así mismo, servirá de identificación del equipo en la "Hoja de vida".

🚦 ELABORACIÓN DE LA HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS

Esta hoja debe contener todos los datos del equipo, tales como motores, tipo de voltaje, ajustes especiales, número de serie, modelo, código de la máquina, características principales de los repuestos; se anotarán además las

reparaciones que se hayan efectuado sobre la máquina.

HOJA DE MANTENIMIENTO

En esta hoja se describirán las revisiones de mantenimiento (preventivo o predictivo), debe incluir desde las revisiones más simples hasta las más complicadas.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Aquí deben quedar consignados todos los pasos a seguir para lograr que los equipos a cargo funcionen sin interrupciones. Se deben dar instrucciones claras y precisas al personal de mantenimiento.

Este programa se debe establecer para realizar tareas diarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales, según sean las necesidades de la empresa.

Este tipo de mantenimiento debería ser el más usado en nuestras empresas ya que con él se logra una mayor atención a los equipos y se tienen menores tiempos de paradas.

Para implementar el mantenimiento preventivo es necesario tener claro que es lo que vamos a hacer, como se hará, cuando y quienes lo realizarán. Para llevarlo a cabo es necesario tener un plan de trabajo bien estructurado, evitando repetir funciones. Un programa de mantenimiento preventivo deberá abarcar tres grandes áreas de la empresa: Lubricación, Electricidad-Electrónica y la Mecánica. Estos son los verdaderos pilares de la producción:

LUBRICACIÓN

Se puede afirmar que el 60% de las fallas de un equipo provienen de una deficiente lubricación. Si bien es cierto que en toda parte lubrican, no siempre lo hacen bien. Para que los equipos funcionen correctamente en este aspecto es necesario conocer a fondo los lubricantes empleados, sus características, aplicaciones específicas, vida útil, para asegurar así un buen desempeño de las máquinas.

El mantenimiento preventivo consiste en cambiar los lubricantes en las fechas establecidas para ello, aplicar las grasas en la cantidad necesaria,

tener el lubricante adecuado para cada mecanismo. Como un complemento y buscando menores costos de mantenimiento, se deben realizar análisis de laboratorio para detectar partículas de desgaste y otros contaminantes en el aceite (Mantenimiento Predictivo), así como también buscar reemplazar algunos lubricantes que brinden mayores ahorros en energía (Proactivo).

MECÁNICA

Un buen mantenimiento mecánico trae enormes ganancias porque permite mantener en óptimas condiciones el equipo productivo. Sin embargo, no siempre se hacen las cosas bien. Se utilizan repuestos de mala calidad, por ahorrarse unos cuantos pesos se pierden millones usando piezas defectuosas. El mantenimiento preventivo en la parte mecánica busca que los diversos elementos de máquinas trabajen correctamente.

Así, se deben hacer inspecciones periódicas de las diferentes tolerancias, detectar los desalineamientos y corregirlos, buscar fuentes generadoras de vibraciones y eliminarlas. Como

podemos apreciar, si ejecutamos este mantenimiento preventivo, tendremos equipos productivos durante mucho tiempo. Este mantenimiento se conoce con las siglas LEM (Lubricación, electricidad, Mecánica)

2.2.3 ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA

Antes de seleccionar una estrategia de mantenimiento para un equipo es conveniente conocer los fenómenos que producen su degradación y falla. Las fallas pueden ser clasificadas como:

- ✚ Fallas catastróficas que contemplan las fallas repentinas y completas, tales como la ruptura de un componente mecánico o un corto circuito en un sistema eléctrico. Es difícil observar la degradación y por tanto no es posible establecer procedimientos preventivos.
- ✚ Fallas por cambios en parámetros, que contemplan fenómenos tales como:
 - Desgaste mecánico
 - Fricción
 - Aumentos en la resistencia de componentes electrónicos; la degradación es gradual y puede ser observada directa o indirectamente.

De acuerdo a la tasa de fallas, la vida de un equipo se puede dividir en tres etapas:

- ✚ Etapa temprana, caracterizada por una tasa de falla que decrece en el tiempo.
- ✚ Etapa madura, caracterizada por una tasa constante de fallas
- ✚ Etapa ancianidad, caracterizada por una tasa creciente de fallas.

En el contexto de la recolección de datos de falla podemos distinguir:

✚ **FALLAS PRIMARIAS**

Son el resultado de una deficiencia de un componente, cuando está ocurre en condiciones de operación dentro del rango nominal. Ejemplo: ruptura de un alabe de turbina cuando la velocidad es operacional.

✚ **FALLAS SECUNDARIAS**

Son el resultado de causas secundarias en condiciones no nominales de operación. Podría no haber habido falla si las condiciones hubiesen estado en el rango de diseño del componente.

Condiciones que causan fallas secundarias: temperaturas anormales, sobrepresión, sobrecarga, velocidad, vibraciones, corriente, contaminación, corrosión.

La ocurrencia de causas secundarias no siempre conlleva que una falla secundaria ocurra. Ejemplo: el incremento de la temperatura sobre el rango de diseño puede causar la falla de un componente solo 60 % del tiempo, ósea, la probabilidad condicional de la falla del componente cuando hay un incremento anormal de la temperatura es de 0.6.

Las fallas secundarias pueden ser clasificadas en varias categorías:

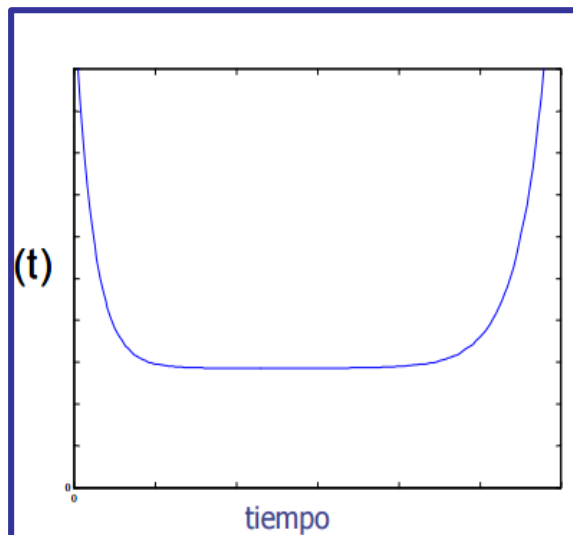


FIGURA Nº 03: ETAPAS DE LA VIDA DE UN EQUIPO: CURVA DE “LA BAÑERA”

✚ FALLAS CON CAUSA COMÚN

En este caso la falla secundaria induce fallas en más de un componente. Por ejemplo, un terremoto puede producir cargas severas en un número de componentes e inducir su falla. Las catástrofes naturales son causas usuales de este tipo: terremotos, inundaciones, huracanes, explosiones, fuego.

Mal funcionamiento de otros sistemas o componentes también pueden inducir fallas en varios componentes. Ejemplo: una falla del sistema de aire acondicionado produce incremento en la temperatura y de ahí la falla de un número de componentes electrónicos.

FALLAS PROPAGADAS

En este caso la falla de un componente induce la falla de otro. Si la falla del primer componente induce fallas en más de un componente puede ser considerada como falla con causa común.

FALLAS POR ERROR HUMANO

Si las fallas son causadas errores humanos en la operación, mantención, inspección. Los errores humanos en la etapa de diseño, construcción e instalación del equipo son considerados como fallas por error humano y no deben ser consideradas como fallas primarias. Si el error conlleva la falla de varios componentes, también se puede hablar de fallas con causa común.

2.2.3.1 SISTEMAS REPARABLES Y NO REPARABLES

Se dice que un componente es reparable si es reparado cuando se detecta su falla. En el contexto de la ingeniería de confiabilidad, el reemplazo es

equivalente a la reparación. Usualmente se considera que un artículo reparado es tan confiable como uno nuevo. Si no es posible reparar el componente luego de detectar su falla, se habla de componente no reparable.

Si un componente inaccesible de un avión falla en vuelo, no sería posible repararlo durante el vuelo. El componente puede, por supuesto, ser reparado luego del aterrizaje, pero esto es irrelevante desde el punto de vista de la operación del avión durante ese vuelo.

Aun si es posible reparar un componente tras la detección de su falla pero si la política de operación/mantenimiento fuerza a su reparación hasta el próximo overhaul, tal componente es considerado como no reparable.

2.2.3.2 ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA, EFECTOS Y CRITICIDAD

El término modo de falla es usado para referirse a las posibles maneras en que un componente puede fallar. Un componente puede tener uno o más modos de falla.

El análisis de modos de falla, efectos y criticidad (FMECA por sus siglas en inglés) es probablemente el

método más usado y más efectivo de análisis de confiabilidad. La referencia original es la norma militar americana US MIL-STD-1629. El FMECA considera cada modo de falla de cada componente de un sistema y comprueba sus causas y efectos.

El análisis responde las siguientes preguntas para cada componente del sistema en estudio:

- ✚ ¿Cómo puede fallar el componente?
- ✚ ¿Cuáles son las consecuencias de tal falla?
- ✚ ¿Cuál es la criticidad de las consecuencias?
- ✚ ¿Cómo puede detectarse la falla?
- ✚ ¿Cuáles son las salvaguardias contra la falla?

El estudio logra:

- ✚ Asegurar que todos los modos de falla concebibles y sus efectos sean comprendidos.
- ✚ Identificar debilidades en el diseño.
- ✚ Proveer alternativas en la etapa de diseño.
- ✚ Proveer criterios para prioridades en acciones correctivas.
- ✚ Proveer criterios para prioridades en acciones preventivas.
- ✚ Asistir en la identificación de fallas en sistemas con anomalías.

El FMECA es una tarea de grupo que requieren participantes e información con las siguientes cualidades:

- ✚ Experiencia en el campo de aplicación.
- ✚ Conocimiento de la estructura del sistema en estudio.
- ✚ Información de fallas.
- ✚ Criterios para fundamentar las recomendaciones.

Un análisis FMECA puede estar basado en los componentes de un sistema (ejemplo: picadura en rodamiento) o en funcionalidades (ejemplo: no hay feedback). El enfoque funcional se utiliza cuando no se pueden identificar componentes específicos o cuando el diseño no ha sido plenamente definido. La norma militar americana provee dos métodos para realizar el FMECA. El método es cualitativo, y permite resaltar los modos de falla cuyos efectos son importantes en relación a severidad, detectabilidad, mantenibilidad, seguridad. El método (análisis de criticidad) incluye consideraciones de tasa de falla o probabilidad, nivel de criticidad). Define el número de criticidad del modo de falla m:

$$C_m = \beta\alpha\lambda_p t$$

Donde:

- ✚ β = probabilidad de pérdida de la función
(o confiabilidad)
- ✚ α = razón de modo de falla (para un ítem $\sum\alpha = 1$)
- ✚ λ_p = tasa de fallas
- ✚ t = tiempo de operación del ítem

2.2.3.3 ETAPAS DEL FMECA

El FMECA es realizado por un o más ingenieros que tiene conocimientos a fondo del diseño del sistema y de su aplicación. Los pasos a seguir son:

✚ ESTABLECER EL ALCANCE DEL ANÁLISIS

Para establecer los alcances es necesario identificar claramente:

- Las fronteras del sistema a estudiar.
- La profundidad del análisis.

Las hojas del FMECA pueden incluir la siguiente información sobre cada falla potencial de un componente:

- Causa raíz
- Posibles efectos
- Medios de detección
- Salvaguardias
- Frecuencia
- Criticidad de los efectos

Dependiendo de la profundidad del análisis puede que varios campos no sean rellenados. La profundidad también depende de cuando es realizado: por ejemplo, en un diseño preliminar o luego del diseño final. La decisión debe ser tomada caso a caso.

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

El primer paso es obtener toda la información disponible del diseño:

- Especificaciones
- Planos
- Información CAD
- Memorias de análisis de esfuerzos
- Resultados experimentales

Para el análisis de criticidad también se requiere disponer de las predicciones de confiabilidad o pueden generarse simultáneamente.

PREPARAR LA LISTA DE COMPONENTES

Antes de rellenar las fichas y detectar los modos de falla para cada componente, se deben listar todos los componentes del sistema. Se deben especificar:

- Funciones
- Condiciones de operación (temperatura, carga, presión, etc.)
- Condiciones ambientales

Se debe construir un diagrama funcional de bloques lo que permite guiar y comprender el análisis completo.

Observación 1: Si el sistema opera en más de una fase y las relaciones funcionales cambian o los componentes operan en forma distinta, ello debe considerarse en el análisis. También debe evaluarse el efecto de equipos redundantes.

Observación 2: Un FMECA puede enfocarse en distintos puntos de vista: seguridad, éxito de la misión, disponibilidad, costo de intervención, detectabilidad de los efectos, etc. Por ejemplo un FMECA orientado a la seguridad puede dar un bajo nivel de criticidad a un componente de baja disponibilidad pero cuyos efectos no son críticos para la seguridad.

COMPLETANDO LAS FICHAS

Componente

Se debe identificar los componentes de manera unívoca. Por ejemplo: válvula es insuficiente. Más correcto es válvula B2K (como en el plano).

Función

Muy breve, en muchos análisis se omite por ser obvio.

Modos De Falla

Las posibles formas en que un componente puede fallar:

- Por vejez: corrosión, fatiga, etc.
- Por condiciones de operación: en automático, en manual, etc.
- Condiciones ambientales: terremoto, tornado, etc.
- Por clase de operación: prematura, tardía, deformación excesiva, etc.

Frecuencia De La Falla

Puede ser el tiempo medio entre fallas (MTBF) o algún número que pondere entre los equipos.

Criticidad

Usualmente se usa un sistema de ponderación de acuerdo a:

- I: Insignificante, el efecto sobre la confiabilidad y/o disponibilidad es mínimo
- II: Menor, no afecta la seguridad pero si la confiabilidad y disponibilidad
- III: Mayor, no afecta la seguridad pero si la confiabilidad y disponibilidad de manera importante
- IV: Crítica, la seguridad es afectada

BENEFICIOS Y LIMITACIONES

El FMECA se concentra en identificar las fallas posibles de los componentes. Así, se identifican deficiencias en el diseño, que se pueden mejorar. También se pueden recomendar programas de inspección efectivo. Se puede priorizar en función de frecuencia y criticidad, de modo de concentrar los esfuerzos en aquellos modos de mayor prioridad. Una limitación del FMECA es que se trata de un análisis de falla simple.

Eso es, que cada modo de falla es considerado individualmente. Si un modo de falla es capaz por

sí solo de afectar el funcionamiento del sistema, ello es identificado por el FMECA. Sin embargo, particularmente en sistemas complejos, donde un solo modo de falla no afecta negativamente al sistema, pero si se combina con otra si. El FMECA no está adaptado para este segundo caso; y es mejor utilizar la técnica del árbol de fallas.

2.2.4 NORMA ISO 9001-2015

Resultados consistentes y predecibles se alcanzan de manera más eficaz y eficientemente cuando las actividades se comprenden y gestionan como procesos interrelacionados que funcionan como un sistema coherente. La Norma Internacional ISO 9001:2015 promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para mejorar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los requisitos del cliente. La cláusula 4.4 de ISO 9001:2015 incluye requisitos específicos que se consideran esenciales para la adopción de un enfoque basado en procesos.

En el enfoque de proceso se aplica la definición sistemática y la gestión de los procesos, así como sus interacciones, con el fin de lograr los resultados previstos de acuerdo con la política de

calidad y la dirección estratégica de la organización. La gestión de los procesos y el sistema en su conjunto pueden ser logrados mediante la metodología (PDCA) "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" con un enfoque global sobre el "pensamiento basado en el riesgo", para prevenir "resultados no deseables".

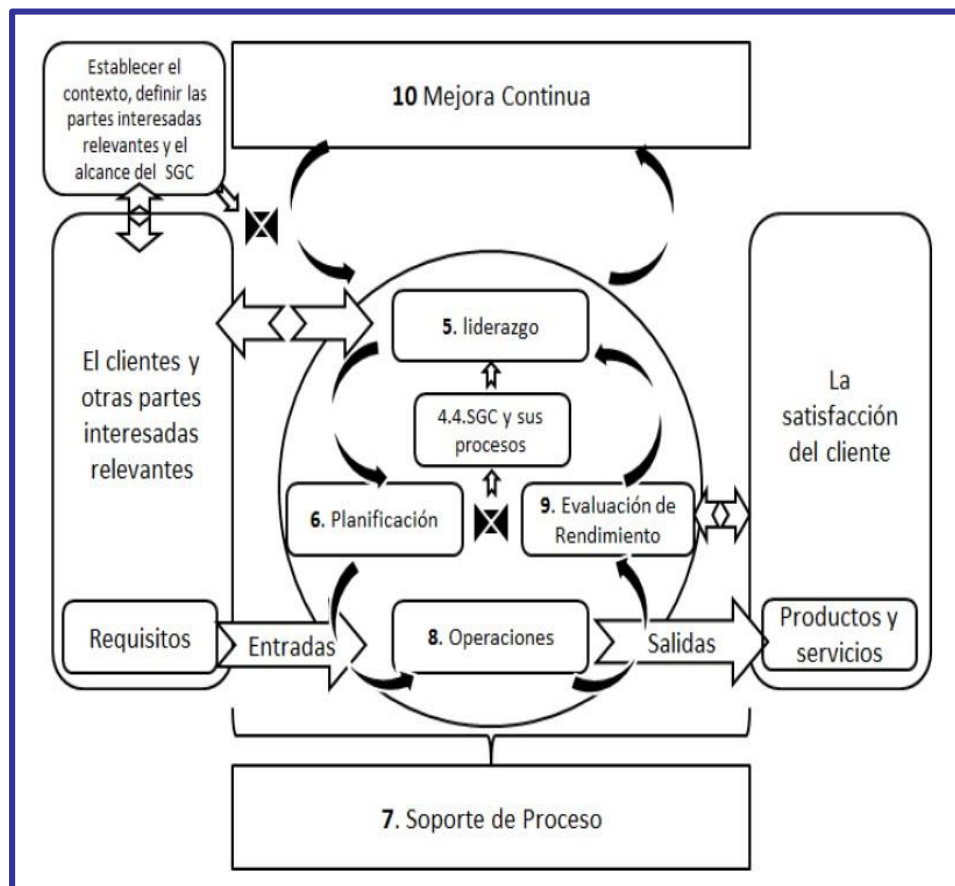


FIGURA Nº 04: MODELO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD BASADO EN PROCESOS, DONDE SE MUESTRAN LOS VÍNCULOS CON LA CLÁUSULAS DE LA NORMA INTERNACIONAL ISO 9001:2015

Cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de calidad, el enfoque de procesos garantiza:

- ✚ La consistente comprensión y cumplimiento de los requisitos.

- ✚ La consideración de los procesos en términos de valor agregado.
- ✚ El logro de un desempeño eficaz del proceso.
- ✚ Mejora de los procesos, mediante en la evaluación de datos e información.

2.2.4.1 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD – REQUISITOS

La organización debe determinar los aspectos externos e internos que son relevantes para su propósito y dirección estratégica y que afectan a su capacidad para lograr el resultado deseado de su sistema de gestión de calidad. La organización debe controlar y revisar la información sobre estas cuestiones externas e internas.

Nota 1: Comprender el contexto externo de una organización puede facilitarse al considerar cuestiones derivadas de los entornos jurídico, tecnológico, competencia de mercado, culturales, sociales y económicos, etc., ya sea a nivel internacional, nacional, regional o local.

Nota 2: Comprender el contexto interno de una organización puede facilitarse al considerar cuestiones

relacionadas con los valores, cultura y conocimientos, y desempeño de la organización.

Debido al impacto o potencial impacto en la capacidad de la organización para suministrar de forma coherente productos y/o servicios que satisfagan al cliente y los requisitos legales y reglamentarios aplicables, la organización debe determinar:

- ✚ Las partes interesadas que son relevantes para el sistema de gestión de calidad.
- ✚ Los requisitos de estas partes interesadas que son relevantes para el sistema de gestión de calidad.

La organización debe revisar y controlar la información acerca de tales partes interesadas y sus requisitos relevantes.

2.2.4.2 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y SUS PROCESOS

La organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente su sistema de gestión de calidad, incluyendo los procesos necesarios y sus interacciones, de conformidad con los requisitos de la Norma Internacional ISO 9001:2015.

La organización debe determinar los procesos necesarios para su sistema de gestión de calidad y su aplicación en toda la organización; y debe determinar:

- ✚ Las entradas necesarias y los resultados esperados de estos procesos.
- ✚ La secuencia e interacción de estos procesos.
- ✚ Los criterios, métodos, incluyendo mediciones e indicadores de desempeño relacionados necesarios para garantizar el funcionamiento eficaz y el control de tales procesos.
- ✚ Los recursos necesarios y garantizar su disponibilidad.
- ✚ La asignación de responsabilidades y autoridades para estos procesos.
- ✚ Los riesgos y oportunidades en conformidad con los requisitos de 6.1; y planificar y ejecutar las acciones apropiadas para hacerles frente.
- ✚ Los métodos de seguimiento, medición, según el caso, y la evaluación de los procesos, y si es necesario, los cambios en los procesos para asegurar que se alcanzan los resultados previstos.
- ✚ Las oportunidades de mejora de los procesos y el sistema de gestión de calidad.

La organización debe mantener la información documentada en la medida necesaria para apoyar la operación de procesos y retener la información documentada en la medida necesaria para tener la confianza de que los procesos se llevan a cabo según lo planificado.

2.2.4.3 PLANIFICACIÓN PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

Planificación del sistema de gestión de calidad debe:

- ✚ Dar garantía de que el sistema de sistema de gestión de calidad puede lograr su resultado previsto.
- ✚ Prevenir o reducir los efectos no deseados.
- ✚ Lograr la mejora continua.

La organización debe planificar medidas para hacer frente a estos riesgos y oportunidades.

- ✚ Integrar y poner en práctica las acciones para hacer frente los riesgos en sus procesos del sistema de gestión de calidad.
- ✚ Evaluar la eficacia de estas acciones. Las acciones adoptadas para abordar los riesgos y oportunidades serán proporcionales al impacto

potencial sobre la conformidad de productos y servicios.

Nota: Abordar los riesgos y oportunidades puede incluir: evitar los riesgos, la toma de riesgos con el fin de perseguir una oportunidad, la eliminación de la fuente de riesgo, el cambio de la probabilidad o consecuencias, compartir el riesgo, o retener riesgo por decisión informada.

La organización debe establecer objetivos de calidad a las funciones pertinentes, niveles y procesos. Los objetivos de calidad deben:

- ✚ Ser coherente con la política de calidad.
- ✚ Ser medibles.
- ✚ Tener en cuenta los requisitos aplicables
- ✚ Ser relevante para la conformidad de los productos y servicios y para alcanzar la satisfacción del cliente.
- ✚ Ser supervisados.
- ✚ Ser comunicados.
- ✚ Actualizarse, según corresponda.

La organización debe retener la información documentada sobre los objetivos de la calidad. Al

planificar como alcanzar sus objetivos de calidad, la organización debe determinar:

- ✚ Lo que se hará.
- ✚ Los recursos que se requieren.
- ✚ Quien será responsable.
- ✚ Cuando se completará.
- ✚ Como se evaluarán los resultados.

Planificación de los cambios

Cuando la organización determina la necesidad de un cambio en el sistema de gestión de calidad el cambio se llevar de manera planificada y sistemática. La organización debe tener en cuenta:

- ✚ La finalidad del cambio y todas sus posibles consecuencias.
- ✚ La integridad del sistema de gestión de calidad durante el cambio.
- ✚ La disponibilidad de recursos.
- ✚ La asignación o reasignaciones de responsabilidades autoridades para gestionar el cambio.

2.2.4.4 SOPORTE

Recursos: La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para el

establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión de calidad.

La organización debe tener en cuenta:

- ✚ La capacidad y las limitaciones en recursos internos existentes.
- ✚ Las necesidades que se cubren con proveedores externos.

Personas: Para asegurar que la organización pueda cumplir consistentemente los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables, la organización debe proporcionar las personas necesarias para el funcionamiento eficaz del sistema de gestión de calidad, incluyendo el funcionamiento de los procesos necesarios.

Infraestructura: La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para el funcionamiento de sus procesos y para lograr la conformidad de los productos y servicios.

Nota: La infraestructura puede incluir:

- ✚ Los edificios y servicios asociados.
- ✚ Equipos incluyendo hardware y software.

✚ El transporte.

✚ La información y las comunicaciones.

Ambiente para el funcionamiento de los procesos:

La organización debe determinar, proporcionar y mantener el ambiente necesario para el funcionamiento de sus procesos y lograr la conformidad de los productos y servicios.

Nota: El ambiente para el funcionamiento de los procesos pueden incluir físico, social, psicológico, ambiental y otros factores (tales como la temperatura, la humedad, la ergonomía y la limpieza).

Seguimiento y medición de los recursos: Cuando se utilizan seguimiento o medición para evidenciar la conformidad de los productos y servicios con los requisitos especificados, la organización debe determinar los recursos necesarios para garantizar un control válido y fiable de la medición de los resultados.

La organización debe asegurarse de que los recursos proporcionados:

- ✚ Son adecuados al tipo específico de las actividades de seguimiento y medición que se estén llevando a cabo.
- ✚ Se mantienen para asegurar su continua adecuación a su propósito.

La organización debe conservar información documentada apropiada como prueba de aptitud sobre el uso de los recursos de seguimiento y medición.

Cuando la trazabilidad de la medición es: un requisito legal o reglamentario; un requisito del cliente o expectativa de parte interesada; o considerado por la organización para ser una parte esencial de proporcionar confianza en los resultados de la medición; los instrumentos de medición deben:

- ✚ Estar Verificados o calibrados a intervalos específicos o antes de su uso, contra patrones de medición trazables a patrones de medición nacionales o internacionales especificados. Cuando no existan tales patrones, la base utilizada para la calibración o verificación debe mantenerse como información documentada.

- ✚ Identificados con el fin de determinar su estado de calibración.
- ✚ Protegerse contra ajustes, daños o deterioros que pudieran invalidar el estado de calibración y resultado de las mediciones posteriores.

La organización debe determinar si la validez de los resultados de medición anteriores se ha visto afectada negativamente cuando un instrumento se encuentre defectuoso durante su verificación o calibración planificada, o durante su uso, y tomar las medidas apropiadas cuando sea necesaria.

Conocimiento organizacional: La organización debe determinar los conocimientos necesarios para la operación de sus procesos y lograr la conformidad de los productos o servicios. Se mantendrá este conocimiento, y puesto a disposición en la medida necesaria. Al abordar las cambiantes necesidades y tendencias, la organización deberá considerar su conocimiento actual y determinar la forma de adquirir o acceder al conocimiento adicional necesario.

Nota 1: Conocimiento organizacional puede incluir información tal como la propiedad intelectual y las lecciones aprendidas.

Nota 2: Para obtener los conocimientos necesarios la organización puede considerar:

- ✚ Fuentes internas (por ejemplo, aprender de los fracasos y proyectos exitosos, la captura de los conocimientos y la experiencia a de expertos dentro de la organización).
- ✚ Fuentes externas (por ejemplo, normas, instituciones académicas, conferencias, reuniendo conocimientos con los clientes o proveedores).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- ✚ Análisis de fallas: representa una actividad destinada a descubrir y eliminar la causa raíz de la misma. Es una tarea compleja que requiere varias etapas, agentes y metodologías.
- ✚ Contexto operacional: conjunto de circunstancias en las que se espera que opere un activo o sistema.
- ✚ Confiabilidad: es la probabilidad en que un producto realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.

- ✚ Criterios de falla: permiten predecir el modo de falla. Ejemplos: criterio de plasticidad de Von Mises, criterio energético de estabilidad.
- ✚ Eficacia: nivel de consecución de metas y objetivos. La eficacia hace referencia a nuestra capacidad para lograr lo que nos proponemos.
- ✚ Eficiencia: relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo. Se entiende que la eficiencia se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo.
- ✚ TPM: mantenimiento productivo total es un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos.
- ✚ Falla: representa una condición no deseada que hace que el componente, equipo o elemento estructural, no desempeñe una función para la cual existe.
- ✚ Falla funcional: estado en el cual el activo físico o sistema es incapaz de cumplir, a un nivel de funcionamiento que sea aceptable para su propietario o usuario, con una función específica.
- ✚ ISO: Organización Internacional de Estandarización, la cual se encarga que conformar y promover un sistema que permite la normalización internacional de una gran cantidad de productos y que además abarca diversas áreas.
- ✚ Mantenibilidad: facilidad de un ítem en ser mantenido o recolocado en condiciones de ejecutar sus funciones requeridas.

- ✚ Mantenimiento preventivo: inspección, limpieza y cambio periódicos y sistemáticos de piezas, materiales y sistemas deteriorados
- ✚ Mantenimiento correctivo: es el mantenimiento que se ejecuta a un activo después de ocurrida la falla del mismo, por lo que se debe de corregir todos los componentes fallidos en el evento.
- ✚ Mantenimiento predictivo: es aquel mantenimiento que permitirá hacer una predicción del activo en cuestión, por medio de las técnicas cuales quiera utilizar llámese y que puedan ser aplicadas.
- ✚ MCC: mantenimiento centrado en confiabilidad.
- ✚ Mecanismo de falla, es el proceso o secuencia que ocurre en el elemento estructural cuando falla.
- ✚ Modo de falla: un evento singular que causa una falla funcional.
- ✚ Norma: regla o un conjunto de estas, una ley, una pauta o un principio que se impone, se adopta y se debe seguir para realizar correctamente una acción.
- ✚ Parámetro crítico: es el indicador asociado a la falla. Se usan indicadores, como tensión, deformación, desplazamiento, carga, número de ciclos de carga, energía, entre otros.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN A REALIZAR A LOS EQUIPOS CON EL FIN DE ESTABLCCER EL PROCEDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A continuación realizaré un listado de los equipos que son utilizados por la empresa Mantenimiento y Supervisión S.A., en la Unión Andina de Cementos S.A.A; Los mismos que nos darán una referencia de cómo establecer el procedimiento de mantenimiento preventivo. Los equipos utilizados son:

- Máquinas de Soldar.
- Esmeriles
- Sierra Radial
- Taladros manuales
- Caladora

3.1.1 INSPECCIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS DE SOLDAR

El personal Electricista evalúa el equipo, encontrando las siguientes posibles fallas en:

3.1.1.1 CABLES

- Cables de Alimentación.
- Toma de Alimentación (con punto a tierra).
- Cables de tenaza y porta electrodo.

3.1.1.2 TENAZAS

- Tenaza Porta electrodo.
- Tenaza de Tierra

3.1.1.3 SISTEMA DE ACCIONAMIENTO

- Interruptor termonagnético (ON/OFF)
- Manija de Control de Amperaje
- Manija de Control de Voltaje
- Terminales (Positivo, negativo)
- Diodos rectificadores

3.1.2 INSPECCIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE ESMERILES

El personal evalúa el equipo, encontrando las siguientes posibles fallas en:

3.1.2.1 CABLES

- Cable de Alimentación.
- Toma de Alimentación.

3.1.2.2 SISTEMA DE ACCIONAMIENTO

- Interruptor (ON – OFF).
- Corona, Piñón, rodaje, (prueba auditiva)
- Carbones desgastados.
- Carcaza
- Guarda
- Aislamiento del bobinado del núcleo del transformador (uso de megómetro)

3.1.3 INSPECCIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE SIERRA RADIAL

El personal Electricista evalúa el equipo, encontrando las siguientes posibles fallas en:

3.1.3.1 CABLES

- Cable de Alimentación
- Toma de Alimentación.

3.1.3.2 SISTEMA DE ACCIONAMIENTO

- Interruptor (ON – OFF).
- Corona, Piñón, rodaje, (prueba auditiva)
- Carbones desgastados.

- Carcaza
- Guarda
- Aislamiento del campo magnético de la bobina
(uso megómetro)

3.1.4 INSPECCIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE TALADROS MANUALES

El personal Electricista evalúa el equipo, encontrando las siguientes posibles fallas en:

3.1.4.1 CABLES

- Cable de Alimentación.
- Toma de Alimentación.

3.1.4.2 SISTEMA DE ACCIONAMIENTO

- Interruptor (ON – OFF).
- Corona, Piñón, rodaje, (prueba auditiva)
- Carbones desgastados.
- Carcaza
- Guarda
- Bajo de aislamiento (uso de megómetro)

3.1.5 INSPECCIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE CALADORA

El personal Electricista evalúa el equipo, encontrando las siguientes posibles fallas en:

3.1.5.1 CABLES

- Cable de Alimentación.
- Toma de Alimentación.

3.1.5.2 SISTEMA DE ACCIONAMIENTO

- Interruptor (ON – OFF).
- Corona, Piñón, rodaje, (prueba auditiva)
- Carbones desgastados.
- Carcaza
- Guarda
- Bajo de aislamiento (uso de megómetro)

En este proyecto de ingeniería, tomaré como referencia a las Máquinas de Soldar, para desarrollar el plan de mantenimiento, motivo por el cual; procederé a mostrar la ficha del equipo:

FICHA DEL EQUIPO		Código : MAN-REG-002	
		Versión 01	
		Fecha :	
1. DATOS GENERALES			
NOMBRE	Máquina de soldar	CODIGO INTERNO	AF-0676
MARCA	INFRA		
MODELO	RECIA 400 DC		
Nº SERIE FABRICA	B-256-1700C12		
AÑO FABRICACION	2014	COLOR	Azul / Negro
DATOS TECNICOS	Nº Fases: 3, Tensión de suministro: 220-440V, Frecuencia: 60 Hz, Tensión de vacío: 75V, Rango de corriente: 30 - 400A, Corriente max.: 400A, Ciclo de trabajo: 400A-35%, 300A-60%, 230A-100%, Consumo primario: 60A a 220V, 30A a 440V Control de corriente: Regulación fina mecánica, Potencia real: 15 Kw, Peso: 189 Kg, Dimension: 914x565x8		
ACCESORIOS	Porta electrodo, Grapa a tierra, Careta de soldador, manual de operaciones.		
FABRICANTE	MILLER		
PROVEEDOR	SEDISA S.A.C	FECHA DE INGRESO	07/02/2015
VIDA UTIL ESTIMADA	10 años	FECHA INICIO USO	10/02/2015
SOLICITADO POR	Nicodemos S.	Nº SOLICITUD (SDP)	150122
MOTIVO	Renovación de maquinas de soldar.		
DESCRIPCION USO	Aptas para trabajo pesado y continuo, ciclo de trabajo excepcional probada a un temperatura ambiente de 40 °C. Presenta buena estabilidad del arco de soldadura debido al diseño del transformador y el sistema rectificador.		

FIGURA N° 05: CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA DE SOLDAR

3.2 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A continuación detallamos el procedimiento de mantenimiento preventivo propuesto aplicado a equipos:

3.2.1 Objetivos

Identificar, describir y mantener las maquinarias, equipos y herramientas empleadas en las operaciones de mantenimiento y supervisión, con la finalidad de tenerlas operativas para la realización y conformidad de los servicios.

3.2.2 Alcance

Es aplicable a todas las maquinarias, equipos y herramientas usadas en las operaciones de la empresa Mantenimiento y Supervisión S.A., ya sea en taller como en campo. Las maquinarias, equipos y herramientas están listadas “Lista de Maquinarias, Equipos y Herramientas”.

3.2.3 Definiciones y Abreviaturas

- ✚ Mantenimiento Preventivo: Son todas aquellas actividades de mantenimiento que han sido programadas según un Cronograma de Mantenimiento pre-establecido. Su principal objetivo es la disminución de paradas de máquina.
- ✚ Mantenimiento Correctivo: Son todas aquellas actividades de mantenimiento no programadas en un Cronograma de Mantenimiento pre-establecido.

- ✚ Programa de Mantenimiento: Programación de actividades de mantenimiento que establece la fecha de inicio y duración de este.

3.2.4 Responsabilidades

- ✚ La responsabilidad de implementación y verificación de cumplimiento de las actividades establecidas en el presente procedimiento es del Planificador.
- ✚ Los Técnicos de mantenimiento son responsables de ejecutar y cumplir con las actividades de mantenimiento establecidas.
- ✚ Los Supervisores de Obras y el Operario encargado del uso de los equipos involucrados en el presente Procedimiento, son los responsables del cuidado y la buena utilización durante su permanencia en obra.

3.2.5 Descripción

3.2.5.1. Identificación y Registro de Maquinarias, Equipos y Herramientas

3.2.5.1.1 Identificación y Codificación

Las maquinarias, equipos y herramientas existentes en la empresa deben estar debidamente identificados de acuerdo a un sistema de codificación interna asignada por el Planificador y listado de

Maquinarias, Equipos y Herramientas. Cada maquinaria y equipo (opcionalmente la herramienta) portará una identificación indicando el código interno asignado, si es un equipo crítico de trabajo la identificación la llevará rotulada con un marcador eléctrico, por ejemplo:



FIGURA N° 06: CÓDIGO INTERNO ASIGNADO

Al realizar el pintado de los equipos se debe evitar cubrir el número de serie.

3.2.5.1.2 Registro

El Planificador elabora para la maquinaria y equipo (herramienta opcionalmente) de mayor utilización, la descripción detallada de las características del equipo donde se incluye la siguiente información:

- Datos generales del equipo (nombre, código interno, marca, procedencia, fecha ingreso, etc.).
- Ubicación en la empresa (Planta, taller, obras),
- Datos técnicos (dimensiones, potencia, voltaje, presión, etc.).
- Otros detalles: temperaturas y presiones de trabajo de la maquinaria, accesorios.

3.2.5.1.3 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo inicia con la elaboración del Programa de Mantenimiento Preventivo de Equipos a cargo del Planificador en el primer mes de cada año (de preferencia). Dicho programa debe estar basado en:

- Las condiciones de trabajo donde operan las maquinarias y equipos (frecuencia de uso, entorno de trabajo, etc)
- Las recomendaciones técnicas del fabricante,

- Las normas técnicas vigentes para las maquinarias y equipos.
- Las fallas recurrentes reportadas.

Dicho programa no es definitivo ya que puede cambiar de acuerdo a los trabajos de emergencia que se presentan y/o paradas. Estos cambios se verán reflejados en la ejecución de lo programado.

Llegado el momento de la realización de las actividades de mantenimiento preventivo, el Planificador coordina con los Técnicos de mantenimiento respectivos, la realización de actividades diarias y de requerirse materiales o repuestos se procede según Gestión de Almacenes y/o Procedimiento de Compras.

Una vez terminado el mantenimiento preventivo, el Técnico de Mantenimiento respectivo debe elaborar el reporte de las reparaciones y cambios hechos en las

máquinas, y colgará una tarjeta de color verde “OPERATIVO”, y rojo “INOOPERATIVO” cuando está inoperativo.

Color	Status	Warning
Green	OPERATIVO	No
Red	INOOPERATIVO	Yes

FIGURA N° 07: TARJETA DE OPERATIVIDAD

La tarjeta de color verde “OPERATIVO” será colocado por el siguiente personal: el Técnico de Mantenimiento Eléctrico, el Planificador y los designados por este.

Asimismo para algunos equipos críticos de trabajo como (esmeriles, taladros, máquinas de soldar, equipos plasma, equipo cortadora circular, turbinetas, etc.) se le colocará un sticker:

(LOGO)
CODIGO INTERNO: (N° código del equipo)
MANTENIMIENTO REALIZADO:.....
PROXIMO MANTENIMIENTO:

FIGURA N° 08: STICKER DE MANTENIMIENTO

3.2.5.1.4 Control y Seguimiento

El Planificador controla las actividades efectuadas, verificando el cumplimiento el Programa de Mantenimiento Preventivo de Equipos e Informa trimestralmente al Jefe de Operaciones y/o al Gerente General vía correo electrónico para las acciones del caso.

3.3 REVISIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS

En referencia al plan de mantenimiento descrito en el punto anterior, a continuación se muestra dos tablas con los resultados obtenidos de la aplicación sobre la máquina de soldar de la Marca INFRA RECIA 400.

		REPORTE DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS					Código : MAN-REG-004		
							Versión : 01		
							Fecha :		
FECHA :		PREVENTIVO <input type="checkbox"/>			CORRECTIVO <input type="checkbox"/>				
RESPONSABLE: SEBASTIAN CHAMBILLA CHAMBI									
HORARIO: 9:00 A.M.		CÓDIGO: AF-0676			REPORTE N° :		P - 372 - 2015		
EQUIPO: MAQUINA DE SOLDAR INFRA RECIA									
ITEM	DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS REALIZADOS	COMPONENTES QUE FALLARON	LECTURA HOROMETRO	TIEMPO DE TRABAJO		MATERIALES Y REPUESTOS		ESTADO	
				HORA INICIO	HORA FIN	CANT.	DESCRIPCIÓN	PEND	TERM
1	LIMPIEZA GENERAL Y AJUSTE DE CONEXIÓN DE CABLES	N/A	N/A	09:00	09:30	1	SOLVENTE DIELECTRICO		▪
2	VERIFICACION DE COMPONENTES INTERNOS	N/A	N/A	09:30	09:45	1	MULTITESTER FLUKE		▪
3	VULCANIZADO DE CABLE PORTAELECTRODO Y TIERRA	N/A	N/A	09:45	11:00	2	MANGA TERMORETRACTIL F28		▪
4	CAMBIO DE AISLADORES	N/A	N/A	11:00	11:10	2	AISLADORES DE BAGUELITA		▪
5	CAMBIO DE PERNOS Y CONTRATUERCA DE AISLADORES	N/A	N/A	11:10	11:20	4	PERNOS Y TUERCA DE 1 1/2"		▪
6	CAMBIO DE ZAPATAS DE CONEXIÓN O TERMINALES	N/A	N/A	11:30	11:40	2	TERMINALES 2/0		▪
7	CAMBIO DE TENAZA PORTAELECTRODO	N/A	N/A	11:40	11:50	1	PORTAELECTRODO 500 A		▪
8	CAMBIO DE GRAPA TIERRA	N/A	N/A	11:50	12:00	1	GRAPA TIERRA		▪
9	PRUEBA DE SOLDEO Y AJUSTES FINALES	N/A	N/A	13:00	14:00	1	ELECTRODOS		▪
10	PINTADO DE CHASIS	N/A	N/A	14:00	15:00	1	PINTURA, THINER		▪
11	COLOCACION DE ETIQUETA DE MANTENIMIENTO REALIZADO	N/A	N/A	15:00	15:10	1	STICKER		▪

TABLA N° 01: RESULTADO DE LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO A LA MÁQUINA DE SOLDAR INFRA RECIA 400

**CONTROL DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS Y METAS DE CALIDAD , SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL
Y MEDIO AMBIENTE**

Código :

Versión:

Fecha :

OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADORES	METAS	PERIODO DE MEDICION	PROCESO	MESES						
					FECHA DE ACTUALIZACION : 05/08/2015						
					ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.
Mejorar el Mantenimiento preventivo de los Equipos electricos	% de casos de fallas de Maquinas y Equipos Electricos	=< 10 % sobre el total	Mensual	Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Equipos	11,1%	4,8%	6,6%	3,3%	2,1%	1,8%	2,5%
Mejorar el Mantenimiento preventivo de los Equipos Mecanicos y otros	% de casos de fallas de Maquinas y Equipos mecanicos y otros	< 10 % sobre el total	Mensual	Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Equipos	10,7%	5,5%	4,2%	2,4%	1,7%	2,1%	2,7%

TABLA N° 02: RESULTADO DEL INDICADOR MENSUAL DE MANTENIMIENTO

CONCLUSIONES

- Se concluye que si fue posible desarrollar un plan de mantenimiento que garantice la operatividad de los equipos para una correcta realización y conformidad de servicios proporcionados a la Empresa Unión Andina de Cementos S.A.A.
- Se concluye que la aplicación del plan de mantenimiento propuesto permite detectar si el equipo requiere reparaciones o cambios que garantice su operatividad para una correcta realización y conformidad de servicios proporcionados a la empresa Unión Andina de Cementos S.A.A., tal como se comprobó en la Máquina de Soldar INFRA RECIA 400.
- Finalmente se concluye que el plan de mantenimiento propuesto garantizará la operatividad de los equipos para una correcta realización y conformidad de servicios proporcionados a la empresa Unión Andina de Cementos S.A.A.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda incluir este plan de mantenimiento propuesto en el manual de mantenimiento preventivo de equipos y máquinas, a fin de garantizar la operatividad de los mismos para la mejora en la realización y conformidad de servicios proporcionados a la empresa Unión Andina de Cementos S.A.A.

- Se recomienda aplicar este plan de mantenimiento a todos los equipos y Maquinas de la empresa Mantenimiento y Supervisión S.A., con la finalidad de identificar la existencia de equipos y maquinas en estado crítico, ya que podrían generar pérdidas económicas para la empresa.

- Se recomienda tomar como base o referencia este proyecto de ingeniería a fin de replicar procedimientos de mantenimiento para otro tipo de máquinas o equipos siempre con el propósito de garantizar la operatividad continua de los mismos.

BIBLIOGRAFIA

1. **OLAYA. H.** (2014). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel. (Tesis de Pre Grado). Universidad Tecnológica de Pereira. Risaralda, Colombia.
2. **MARTINEZ. K.** (2010). Análisis de fallas aplicados a los equipos de carga tipo Scoop de la mina ISIDORA – VALLE NORTE pertenecientes a la empresa MINERA VENRUS C.A., El Callao – Estado Bolívar. (Tesis de Pre Grado). Universidad de Oriente. Sucre, Venezuela.
3. **GARCIA. J.** (2013). Mejorar actividades del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos de bajo perfil de la U.M MILPO IESA S.A. (Tesis de Pre Grado). Universidad Nacional del Centro Del Perú. Huancayo, Perú.
4. **CESPEDES. A.** (2010). Principios de Administración de Mantenimiento. Costa Rica: UNED
5. **SANCHEZ** (2007). Mantenimiento Mecánico de Maquinas. Barcelona, España: UJI
6. **ROWE. R.** (2008). Manual de soldadura GMAW (MIG-MAG). Madrid, España: PARANINFO

BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA

1. **Tesis: Diseño de un plan maestro de Mantenimiento Preventivo**
<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/673/1/100-20TTG%20-%20DISE%C3%91O%20DE%20UN%20PLAN%20MAESTRO%20DE%20MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20APLICADO%20A%20LOS%20EQUIPOS%20DE%20%20FERVILL%20LTDA.pdf>
2. **Tesis: Plan de mantenimiento preventivo para los talleres de máquinas y herramientas, soldadura y fundición**
<http://biblioteca.unitecnologica.edu.co/notas/tesis/0036608.pdf>
3. **Tesis: Implementación de un plan de mantenimiento preventivo**
<http://www.uteq.edu.mx/tesis/IMI/0222.pdf>

ANEXO

EVIDENCIA DE LA NECESIDAD DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

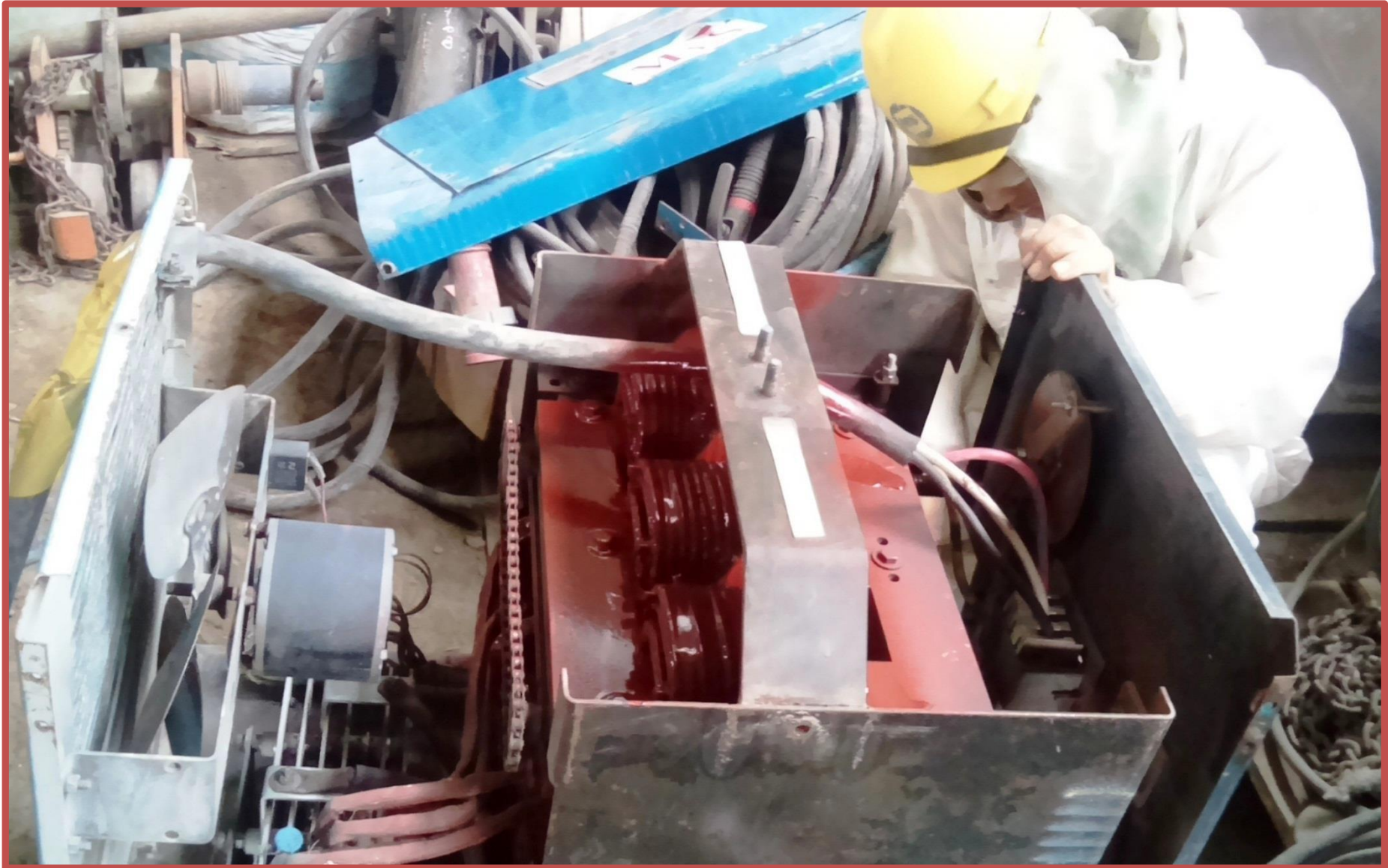
MANTENIMIENTO Y SUPERVISION S.A. <small>Mantenimiento · Fabricaciones · Montajes Electromecánicos · Refractorios</small> 		CUADRO DE CONTROL DE REPORTE DE FALLAS			
OCT-NOV-DIC 2014		FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 20/12/2014			
NÚMERO DE REPORTE	CODIGO	EQUIPO	RESPONSABLE	TIPO	FALLA
010-2014	AH-6896	MAQUINA DE SOLDAR	Luis Carrion	E	SI
011-2014	AH 7673	MAQUINA DE SOLDAR	Luis Carrion	E	SI
012-2014	AF-0505	MAQUINA DE SOLDAR	Javier Pachauri	E	SI
013-2014	MASH-10	MAQUINA DE SOLDAR	Javier Pachauri	E	SI
019-2014	AH-6372	MAQUINA DE SOLDAR	Jorge Castro	E	SI
020-2014	MASS-14	MAQUINA DE SOLDAR	Richar Cardenas	E	SI
022-2014	AH-7673	MAQUINA DE SOLDAR	Fidel Gutierrez	E	SI
026-2014	AH-6337	MAQUINA DE SOLDAR	Rafhael Peña	E	SI
032-2014	0099/0063	MAQUINA DE SOLDAR	Javier Pachauri	E	SI
036-2014	AH-3246	MAQUINA DE SOLDAR	Javier Pachauri	E	SI
040-2014	AH-6337	MAQUINA DE SOLDAR	Jorge Vergaray	E	SI
043-2014	AH-4180	MAQUINA DE SOLDAR	Marcos Aguilar	E	SI
044-2014	AH-6896	MAQUINA DE SOLDAR	Pepe Gil	E	SI
057-2014	344	MAQUINA DE SOLDAR	Jaime Canteño	E	SI
074-2014	AH-6372	MAQUINA DE SOLDAR	Jaime Canteño	E	SI

CONTROL REP. FALLAS - 2014

EQUIPOS DE SOLDADURA



EQUIPOS DE SOLDADURA



EQUIPOS DE SOLDADURA

