

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS

Facultad de Ciencias Económicas

Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas

Dirección del Sistema de Estudios de Postgrado

Maestría en Administración de Empresas



**“EFECTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LOS COSTOS
DE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES DE LA CIUDAD DE
COMAYAGUA”**

TESIS

**QUE PARA OPTAR AL GRADO DE
MASTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS CON ORIENTACIÓN EN
FINANZAS**

PRESENTA

OSCAR ARMANDO FAJARDO DELCID

ASESOR METODOLÓGICO: DR. JORGE ABRAHAN ARITA LEÓN

ASESOR TÉCNICO: MAE. CARLOS ADOLFO ZUNIGA

Comayagua, Comayagua

Febrero de 2014

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

LICENCIADA JULIETA CASTELLANOS RUIZ

RECTORA

ABOGADA ENMA VIRGINIA RIVERA

SECRETARIA GENERAL

INGENIERO OSCAR OSVALDO MEZA PALMA

DIRECTOR DEL CURC

LICENCIADA LETICIA SALOMÓN

DIRECTORA DEL SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

LICENCIADA BELINDA FLORES DE MENDOZA, M.A.

DECANA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

DOCTOR JORGE ABRAHAM ARITA LEÓN; M.A.

***COORDINADOR GENERAL POSTGRADO FACULTAD DE CIENCIAS
ECONÓMICAS***

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto en primer lugar al Divino Creador y Hacedor del mundo, del cual procede toda sabiduría y entendimiento, la cual sé manifestó durante todo este período de aprendizaje.

Quiero dedicarlo también a mis Padres Fredis Fajardo y Fidelina Delcid, que su ejemplo de trabajo y perseverancia, siempre fueron una guía y un estímulo para seguir adelante en busca de la excelencia.

A mis Hermanos Luis y Jessica Fajardo que siempre han estado a mi lado y cuyo aliento ha sido fundamental en todo momento.

A mi esposa Merlin Meléndez, quien estuvo a mi lado como una comprensiva compañera, cuyo apoyo y aliento fue crucial para ver finalizada esta tan añorada meta.

A mí adorado hijo y sobrino Cesar Obed Fajardo, esencia, razón y motivación para enrolarme en esta travesía de buscar expandir mis conocimientos y trascender en el plano profesional.

AGRADECIMIENTO

Aprovecho estas líneas para reconocer a mis Maestros y Asesores de Tesis cuya labor, excedió la tradicional actividad docente y sé transformo en un vínculo familiar de transmisión, no solo de conocimientos y experiencias prácticas, sino también de comunicar los valores primordiales para desenvolverme como profesional y un ser humano integral.

También quiero agradecer a mi suegra Mirna Meléndez que fueron un soporte fundamental para poder alcanzar esta meta.

A mis amigos y compañeros de maestría promoción XXXVI, por el apoyo positivo brindando tanto en situaciones buenas como malas, por estar pendiente de mí e incluirme en su vida, así como por sus ideas y amistad brindada, en especial a mis amigos y grupo de trabajo N°2, Sonia, Yenny, Lourdes, Gassán y Chico.

Así como a todos mis amigos, quienes siempre tuvieron palabras de apoyo hacia a mí, y han compartido conmigo tanto momentos tristes como alegres, de todo corazón ¡¡muchas gracias!!...

RESUMEN

En el siguiente Trabajo se presenta el estudio que tiene como propósito evaluar los costos de mantenimiento preventivo de las empresa industriales de la ciudad de Comayagua, para dar recomendaciones acerca del tipo de filosofía se debe de implementar logrando el desarrollo y optimización en la operatividad de sus equipos, asegurando una elevada disponibilidad y confiabilidad.

En la investigación se define como objetivo general *determinar el impacto del mantenimiento preventivo en los costos de las empresas industriales de la ciudad de Comayagua, y realizar recomendaciones de la filosofía de mantenimiento a utilizar en mira a la reducción de dichos costos*, las filosofías de mantenimiento que fueron tomadas en cuenta en el marco teórico responde al los lineamientos clase mundial y productividad total como lo es el (TPM), el estudio propuesto se plantea como una investigación no experimental , debido a que las variables de estudio no fueron alteradas de manera intencionada en la investigación.

Este trabajo permitió obtener información sobre la gestión actual del mantenimiento, identificando las debilidades y fortalezas que tiene cada uno de los departamentos en las diferentes empresas y así como esta gestión del activo físico en su conjunto podría reestructurarse de tal manera que llegue a ser un contribuyente vital del desarrollo de la organizacional y poder reducir los costos.

Se concluyó que la gestión de mantenimiento se sitúa en una condición Aceptable baja, tiene un sistema de mantenimiento pero no controlado en su totalidad, existe el conocimiento de las mejores prácticas de mantenimiento. Se elaboró una serie de recomendaciones que contempla una serie de puntos importantes para el cierre de las brechas detectadas y que, con su implementación, permitirán posicionar a la gestión de mantenimiento en la categoría de clase mundial logrando así tener un control sobre la contribución que el departamento de mantenimiento hace a los costos de las empresas.

Palabras claves: Mantenimiento, Filosofía de mantenimiento, costos, indicadores, desempeño.

ABSTRACT

In the following work we present the study is to evaluate the costs of preventive maintenance of industrial company in the city of Comayagua , to make recommendations about the type of philosophy should be to implement the development and optimization achieved in the operation of their equipment , ensuring high availability and reliability.

The investigation is defined as general objective to determine the impact of preventive maintenance costs in industrial enterprises of the city of Comayagua , and make recommendations for the maintenance philosophy to use in view to reducing these costs , maintenance philosophies that were taken into account in the theoretical framework responds to world class guidelines and overall productivity as is the (TPM) , the proposed study is presented as a non-experimental research , because the study variables were not intentionally altered in the investigation.

This work allowed us to obtain information on current maintenance management, identifying the weaknesses and strengths of each of the departments in different companies and as this physical asset management as a whole could be restructured in such a way that it becomes a taxpayer vital organizational development and to reduce costs.

It was concluded that maintenance management is in a condition Fair floor, has a maintenance system but not fully controlled, advised of maintenance best practices.

He produced a series of recommendations that includes a number of important points to close identified gaps and, with its implementation, to position the maintenance management in achieving world-class category and have control over the contribution that maintenance department costs makes companies.

Keywords: Maintenance, Maintenance philosophy, costs, indicators, performance.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 Objetivo General	8
1.3.2 Objetivo Especifico	8
1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	8
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.6 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO	11
1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	11
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	13
2.1 EL MANTENIMIENTO	13
2.1.1 Mantenimiento Correctivo	13
2.1.2 Mantenimiento Preventivo	16
2.1.3 Mantenimiento Predictivo ó Mantenimiento Basado en la Condición	20
2.2 FILOSOFÍAS DE MANTENIMIENTO	24
2.2.1 Mantenimiento de Clase Mundial (MCM)	24
2.2.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM)	26

2.2.2.1 Pilares del TPM	28
2.2.2.2 Implementación del Pilar de Mantenimiento Planeado	31
2.2.3 Mantenimiento de Centrado en Confiabilidad.....	38
2.3 MEJORES PRACTICAS DE MANTENIMIENTO	40
2.4 POLÍTICAS DE MANTENIMIENTO	46
2.4.1 Política de Mantenimiento Basado en el Fallo	46
2.4.2 Política de Mantenimiento Basado en el Examen de la Condición	50
2.4.3 Política de Mantenimiento Basado en la Duración de la Vida del Sistema...	50
2.4.4 Política de Mantenimiento Basado en la Inspección	54
CAPITULO III: ENFOQUE Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	57
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	57
3.2 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	57
CAPITULO IV: VARIABLES DE ESTUDIO	58
4.1 VARIABLES	58
4.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	59
CAPITULO V: ESTRATEGIA METODOLÓGICA	60
5.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	60
5.2 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	60
5.2.1 Delimitación de la Población.....	60

5.2.2 Tamaño de la Muestra.....	61
5.2.3 Tipo de la Muestreo	61
5.3 RECOLECCIÓN DE DATOS	61
5.3.1 Método para la Recolección de la Investigación.....	62
5.3.2 Instrumento de Investigación	62
5.3.3 Prueba Piloto.....	63
5.3.3.1 Validez y Confianza	66
CAPITULO VI: PLAN DE ANÁLISIS.....	68
6.1 PREPARACIÓN DE DATOS	68
6.2 PROCESAMIENTO DE DATOS	68
6.3 TABLA DE CÓDIGOS.....	69
6.4 MATRIZ DE DATOS	70
CAPITULO VII: ANÁLISIS DE DATOS	71
7.1 POLÍTICAS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	71
7.2 TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO.....	72
7.3 DESEMPEÑO DEL MANTENIMIENTO	73
7.4 TIEMPOS ENTRE CADA FALLA PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS.....	75
7.5 HABILIDADES DEL PERSONAD DE MANTENIMIENTO	76
7.6 CONTROL DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO	76
7.7 COSTOS POR NO CONTAR CON EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	77

7.8 EFECTIVIDAD EN BASE A CAPACIDAD INSTALADA DE LOS EQUIPOS .	78
7.9 BENEFICIO ECONÓMICO POR UTILIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	79
7.10 FACTIBILIDAD DE LA MANTENIMIENTO PREVENTIVO	81
7.11 RIESGO POR LA FALTA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	82
7.12 RIESGO POR LA FALTA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	84
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS	99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Representación gráfica de una tarea de mantenimiento correctivo	14
Figura N° 2 Representación gráfica de una tarea de mantenimiento preventivo	17
Figura N° 3 Representación gráfica de una tarea de mantenimiento predictivo	23
Figura N° 4 Los objetivos del mantenimiento eficaz	31
Figura N° 5 Objetivo del mantenimiento planeado	32
Figura N° 6 Actividades de mantenimiento	33
Figura N° 7 Tiempo medio entre fallas (MTBF)	34
Figura N° 8 Tiempo de reparación (MTTR)	35
Figura N° 9 Flujo de un mantenimiento basado en el fallo	47
Figura N° 10 Relación entre MTTF y MTTFm Para una política basada en el fallo..	48
Figura N° 11 Flujo de una política de mantenimiento basada en la vida útil del sistema	51
Figura N° 12 Relación entre MTMP y MTTFm Para una política basada en LB.....	52
Figura N° 13 Procedimiento de mantenimiento para una política basada en la inspección.....	55
Figura N° 14 Matriz de datos	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Matriz metodológica para la Operacionalización de variables	59
Tabla N°2 Validez y Confianza	67
Tabla N°3 Codificación de datos	69
Tabla N°4 Tipos de técnicas de mantenimiento utilizada para la maquinaria de la empresa	73
Tabla N°5 Existencia de programación de mantenimiento de acuerdo a prioridad, A, B y C	74
Tabla N°6 Cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados prioridad "A"	74
Tabla N°7 Cumplimiento de mantenimientos-Disponibilidad de operación	75
Tabla N°8 Tiempos entre cada falla para los equipos críticos	75
Tabla N°9 Habilidades del personal de mantenimiento.....	76
Tabla N°10 Control de las Tareas de Mantenimiento.....	77
Tabla N°11 El control de inventarios de repuestos es factor fundamental para el control costos de mantenimiento	78
Tabla N°12 Efectividad del mantenimiento	79
Tabla N°13 El incumplimiento de la ejecución del mantenimiento preventivo tiene incidencia en el cumplimiento de las producciones programadas.....	80
Tabla N°14 Porcentaje representan las quiebras o fallas en la eficiencia global.....	80
Tabla N°15 Obstáculos de la factibilidad del mantenimiento en las empresas industriales de la ciudad de Comayagua	81
Tabla N°16 La falta del mantenimiento preventivo es la causa principal por la que el presupuesto de mantenimiento se sale de lo programado.....	82
Tabla N°17 Mantenimiento Preventivo y Fiabilidad de la Maquinaria.....	82

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Políticas de mantenimiento	71
Gráfico N° 2 Tipos de mantenimiento y Prioridad en el uso.....	72
Gráfico N° 3 Mayor costo en el que incurre la empresa por no contar con un mantenimiento preventivo instalado en su totalidad.....	78

INTRODUCCIÓN

Las empresas hoy en día proyectándose como las mejores del país y de la región cada una en su rubro, incluyen dentro de su cultura organizacional el compromiso permanente de prestar un servicio orientado al mejoramiento continuo de sus procesos, para asegurar la disponibilidad de sus equipos, a través de evaluaciones y desarrollo de estrategias que aporten valor al servicio y que a su vez permitan tener un control de sus costos en cada uno de sus departamentos en especial el de mantenimiento y superar cada día sus expectativas.

Por consiguiente cada una de ellas ha desarrollado planes que mantengan y optimicen la operatividad de sus equipos asegurando una elevada disponibilidad y tener de una u otra manera un manejo de sus presupuestos, aunque dichos planes exigen ser evaluados y ajustados periódicamente a las demandas y exigencias del entorno mismo, a fin de que puedan hacerse efectivos los beneficios que aporta al proceso productivo de la organización el mantenimiento y poder así ser una empresa de clase mundial logrando de esta manera superar las expectativas de sus clientes.

En este sentido, se desarrollo la presente investigación para determinar la situación actual de la gestión del mantenimiento y su impacto en los costos de las empresas industriales de la ciudad de Comayagua, mediante una evaluación de una serie de variables de estudios en función mantener las bases de las mejores prácticas del mantenimiento y considerando los resultados obtenidos, se propone una serie de recomendaciones para alcanzar los estándares deseados y encaminar la gestión del mantenimiento de la organización en la categoría de clase mundial y reducir el impacto que dicha gestión tiene en los costos.

El estudio es de importancia pues ayudara a las empresas de la ciudad a colocarse a la vanguardia y adoptar una herramienta de optimización basada en los nuevos enfoques gerenciales, con el diagnóstico del desempeño actual de la gestión del mantenimiento, se obtuvieron conclusiones que en su conjunto pueden reestructurarse de tal manera que pueda transformarse en un contribuyente vital del progreso a largo plazo de cada una de las organización.

El desarrollo del presente trabajo fue llevado a cabo en las Instalaciones de la empresa industriales de la ciudad de Comayagua, específicamente en las áreas de operaciones, mantenimiento, almacén y compras, con la colaboración del recurso humano adscrito a las mismas, como son personal base involucrado en el mantenimiento, personal supervisorio y especialmente el personal gerencial. El estudio se despliega como una investigación no experimental de tipo transaccional-descriptiva, aplicando métodos de recolección de datos que nos ayuden a responder los objetivos planteados y poder así identificar las brechas entre la situación actual e ideal.

El objetivo general de esta investigación consiste en *“determinar el impacto del mantenimiento preventivo en los costos de las empresas industriales de la ciudad de Comayagua, y poder realizar recomendaciones de la filosofía de mantenimiento a utilizar en mira a la reducción de dichos costos”*.

El trabajo en general está conformado siguiendo el una serie de capítulos estructurados de la siguiente manera: El capítulo I, donde se plasma el planteamiento del problema, antecedentes del mantenimiento y su implicaciones en la industria, llevándonos esto a plantearnos objetivos específicos con una serie de preguntas de investigaciones en las cuales posteriormente realizarnos una lista de variables de investigación; seguidamente se presenta el capítulo II, en el cual se desarrollo un marco teórico realizando una exposición de las técnicas de mantenimiento y filosofías de mantenimiento a seguir para convertirse en una empresa de clase mundial; en el capítulo III, se presenta una narración del enfoque y tipo de investigación bajo el cual se desarrollo el estudio; en el capítulo IV, Contiene la lista y Operacionalización de las variables de estudio que surgieron a partir de los objetivos específico planteados en la investigación; el capítulo V, plantea la metodología a seguir en por el investigador, realizando los cálculos de población y muestreo así como la metodología de diseño del instrumento de recolección de datos; capítulo VI, expone la preparación y plan de análisis a seguir luego que serán analizados en el capítulo VII, que contiene los resultados, donde se expone un análisis de la situación actual de cada una de las variables y observaciones realizadas en las instalaciones de los departamentos de mantenimiento, identificando las brechas existentes para ser un mantenimiento de clase mundial y lograr un control total de los costos en los contribuye dicho departamento y

finalmente, se encuentran las conclusiones, recomendaciones, bibliografía consultada y anexos.

UDI-DEGT-UNAH

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

Históricamente el mantenimiento ha evolucionado a través del tiempo, observándose diferentes enfoques de mejores prácticas en cada una de las épocas determinadas, hasta llegar a constituirse como una parte determinante de la cadena de valor de todo entorno productivo, integrando la base sobre la que se apoya el triángulo de la productividad, calidad y competitividad.

Hoy día, la gestión del mantenimiento supone no sólo una parte importante del presupuesto de las compañías, sino que además se hace fundamental para conseguir la eficiencia de los equipos y por tanto del proceso productivo, llevándola a sustituir los viejos valores por paradigmas de excelencia de mayor nivel.

Hasta la década de 1980 la industria de la mayoría de los países occidentales tenían un objetivo bien definido: obtener el máximo de rentabilidad para una inversión dada. Sin embargo, con la penetración de la industria oriental en el mercado occidental, el consumidor pasó a ser considerado un elemento importante en las adquisiciones, o sea, exigir la calidad de los productos y los servicios suministrados, y esta demanda hizo que las empresas considerasen este factor, “calidad”, como una necesidad para mantenerse competitivas, especialmente en el mercado internacional expresado por Pallotti (s/f)

En 1975, la Organización de las Naciones Unidas definía a la actividad final de cualquier entidad organizada como $\text{Producción} = \text{Operación} + \text{Mantenimiento}$, donde al segundo factor de este binomio, pueden ser atribuidas las siguientes responsabilidades:

- Reducción del tiempo de paralización de los equipos que afectan la operación
- Reparación, en tiempo oportuno, de los daños que reducen el potencial de ejecución de los servicios;

- Garantía de funcionamiento de las instalaciones, de manera que los productos o servicios satisfagan criterios establecidos por el control de la calidad y estándares preestablecidos.

Con la llegada de la primera guerra mundial y con la implantación de la producción en serie, instituida por Henry Ford, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y como consecuencia de esto, sintieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor tiempo posible. Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como “Mantenimiento Correctivo”.

Esta situación se mantuvo hasta la segunda guerra mundial cuando, en función de la necesidad para aumentar la rapidez de producción, la alta administración pasó a preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que las mismas ocurriesen, razón por la cual el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso de prevención de averías que, juntamente con la corrección, completaban el cuadro general de mantenimiento.

Según Baldin A. & Furlenetto L., (1975) citado por Pallotti (s/f), nos expresa que, alrededor del año 1950, con el desarrollo de la industria para satisfacer los esfuerzos de la posguerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los gerentes de mantenimiento observaron que, en muchos casos, el tiempo empleado para diagnosticar las fallas era mayor que el tiempo empleado en la ejecución de la reparación y seleccionaron grupos de especialistas para conformar un órgano asesor que se llamó ingeniería de mantenimiento y recibió las funciones de planificar y controlar el mantenimiento preventivo analizando causas y efectos de las averías.

A partir de la introducción de las computadoras, el fortalecimiento de las asociaciones nacionales de mantenimiento, utilizaron este sofisticado instrumento para la protección y medición de las piezas de desgastes de la maquinaria de producción, la ingeniería de

mantenimiento pasó a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, con el objetivo de optimizar el desempeño de los grupos de ejecución del mantenimiento.

Esos criterios, conocidos como mantenimiento predictivo o previsorio, fueron asociados a métodos de planificación y control de mantenimiento automatizados, reduciendo las tareas burocráticas de los ejecutantes del mantenimiento.

En este final de siglo, con las exigencias de incremento de la calidad de los productos y servicios, hechas por los consumidores, el mantenimiento pasó a ser un elemento importante en el desempeño de los equipos, en un grado de importancia equivalente a lo que se venía practicando en operación.

Estas etapas evolutivas del mantenimiento industrial se caracterizaron por la reducción de costos y por la garantía de la calidad (a través de la confiabilidad y la productividad de los equipos) y cumplimiento de los tiempos de ejecución (a través de la disponibilidad de los equipos).

Los profesionales de mantenimiento pasaron a ser más exigidos, en la atención adecuada de sus clientes, o sea, los equipos, obras o instalaciones, quedando claro que las tareas que desempeñan, se manifiestan como impacto directo o indirecto en el producto o servicio que la empresa ofrece a sus clientes.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por experiencia propia de laborar en el departamento de mantenimiento y por medio de las relaciones personales con homólogos en otras empresas, se puede aseverar que uno de los costos que más afecta a las compañías industriales es el costo por mantenimiento, afectando más este cuando no existe un mantenimiento que se anticipe a las fallas o mejor dicho cuando no hay un mantenimiento preventivo y predictivo completamente implementado.

Los mantenimientos existentes en las empresas industriales de la ciudad de Comayagua son basados en las experiencias del personal del mantenimiento, y no en una filosofía de mantenimiento, no existe medición de niveles de desempeño, tiene muchas debilidades

técnicas y no hay un enfoque en la prevención (inspección, preparación y ejecución), es por eso que el efecto en los costos de las empresas llega a estar entre un 10% y 30% del presupuesto, impactando directamente en el costo de conversión, por ende en las finanzas y economía de las empresas.

Por lo que se plantea la Investigación para definir de manera formal cual es el “Efecto de no contar con un mantenimiento preventivo en los costos de las empresas industriales”.

Analizar de esta manera el tipo de mantenimiento, filosofía, niveles de desempeño, fortalezas y debilidades técnicas utilizadas por las empresas industriales de la ciudad Comayagua, para posteriormente presentar los resultados al personal de mantenimiento especialmente a los gerentes de mantenimiento, coordinadores departamentales y gerentes de planta que contar con un mantenimiento preventivo que nos ofrece las siguientes ventajas:

1. Menores tiempo perdido como resultado de los paros de maquinaria por descomposturas.
2. Menores costos por concepto de horas extraordinarias de trabajo y una utilización económica de los trabajos de mantenimientos.
3. Menores reparaciones a gran escala, prevenidas por reparaciones de rutina.
4. Menores costos por concepto de composturas, cuando una parte falla en servicio, suele echar a perder otras partes, aumentando más el costo de servicio.
5. Menor ocurrencia de productos rechazados, repeticiones y desperdicios, como productos de una mejor condición general del equipo.
6. Identificación del equipo que origina gastos de mantenimiento exagerados, pudiéndose así señalar las necesidades de un trabajo de mantenimiento correctivo para el mismo, un mejor adiestramiento del operador, o bien, el reemplazo de las maquinas anticuadas.

Y así aplicando esta técnica de mantenimiento podemos lograr reducir los costos en el presupuesto general y atrasos en las producciones por paradas inesperadas en producción, pérdidas económicas, como el incumplimiento de los objetivos de las organizaciones.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Identificar el efecto que tiene no contar con un mantenimiento preventivo en los costos de las empresas industriales de la ciudad de Comayagua y poder realizar recomendaciones de los pasos a seguir en mira a una filosofía de mantenimiento preventivo para una la reducción de los costos por mantenimiento.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Describir las políticas y procesos a nivel operacional y administrativo que ayuden a identificar y medir los índices de desempeño del mantenimiento preventivo.
2. Analizar los niveles de desempeño de un mantenimiento preventivo que contribuye a la efectiva reducción de los costos de las empresas.
3. Identificar las fortalezas técnicas del personal encargado de la manutención que contribuyen a un mejor desempeño del mantenimiento preventivo.
4. Analizar los costos y los riesgos que implica para las empresas industriales al no contar con un mantenimiento preventivo de Comayagua.
5. Identificar los principales beneficios económicos para las industrias que determinan la factibilidad de optar por un mantenimiento preventivo.

1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Qué tan adecuados son las políticas administrativas para el control de los costos de mantenimiento?

2. ¿Cuáles son los principales puntos de control (KPIs) que contribuye en la gestión administrativa del mantenimiento preventivo?
3. ¿Cómo contribuye las capacidades técnicas del personal encargado del mantenimiento a obtener mejores niveles de desempeño del mantenimiento preventivo?
4. ¿Qué nivel de desempeño debe de tener un mantenimiento preventivo que contribuyen a la reducción de los costos de las empresas?
5. ¿Cuáles son los principales riesgos y costos a que están expuestas en las empresas industriales de la ciudad de Comayagua al no contar con un mantenimiento preventivo?
6. ¿Cuáles son los principales beneficios económicos que determinan la factibilidad de un mantenimiento preventivo?

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1) Justificación Teórica:

El autor se interesa en investigar cual es el efecto en los costos que tienen las empresas industriales de la ciudad de Comayagua al no contar con un mantenimiento preventivo, a fin de aplicar los conocimientos adquiridos durante su formación académica inicialmente a nivel de pre-grado, como ingeniero mecánico industrial y posteriormente a nivel de post-grado en administración de empresas con orientación en finanzas, fusionando los conocimientos de ambas ramas de estudio para generar un propuestas que incluyan aspectos técnicos y administrativos para brindar al personal de mantenimiento de las empresas industriales del municipio de Comayagua una alternativa para optimizar recursos.

2) Justificación Práctica:

Ofrecer al personal de mantenimiento de las empresas industriales del municipio de Comayagua, diferentes métodos y herramientas de mantenimiento preventivo que se pueden utilizar para lograr la reducción de averías y por ende reducción de los costos y mejorar la calidad de los trabajos planificados.

Un mantenimiento preventivo bien implementado ayudara a la obtención de objetivos, visión y misión de las empresas industriales.

3) Justificación Social:

Iniciativas de la continuidad y la implementación de un mantenimiento preventivo en mira de su impacto en los costos de la empresas industriales de la ciudad de Comayagua será una estimulación de opción a implementar no solo para las empresas industriales, si no para las demás empresas del mismo tamaño o rubro, llegando este estímulo también a aquellas pequeñas empresas de la región a optar por este tipo de mantenimiento y ser de este un aliento para la optimizar la vida de su maquinaria y equipo así como un alivio en gran medida a las finanzas de los gerentes de dichas empresas, de esta manera estamos logrando un ahorro de divisas para el país ya que estaremos importando menos repuestos del extranjero.

4) Justificación Tecnológica:

Para alcanzar un grado de competitividad en el rubro se requiere del fomento de un mantenimiento de calidad con una combinación exitosa de tecnología y recursos del sector manufacturero, Mediante la implementación de una filosofía de mantenimiento basada estándares y políticas de mantenimiento las empresas de acuerdo a sus capacidades y necesidades de producción deben optar por una mantenimiento que más se adecue a dichas necesidades. En dicho caso hay un mantenimiento que tiene la mezcla de tecnología (equipos de ultimas generación) y recursos, este es el mantenimiento preventivo.

5) Justificación Económica

La reducción de los inventarios específicamente de los repuestos de la maquinarias es un punto importante en el mantenimiento y reducción de los costos de mantenimiento,

sabiendo que en el municipio de Comayagua no se facilita la obtención de dichos repuestos para la maquinaria industrial, además que las opciones de obtención de dichos repuestos es desde el exterior de la ciudad y del país, es por eso que la opción de un mantenimiento preventivo bien implementado no ayuda a la planificación de las compras de dichos repuestos logrando así un impacto positivo en los costos disminuyendo el consumo de dicho repuestos y aumento de la vida de la maquinaria.

La implementación de la investigación promoverá la continuidad del mantenimiento preventivo en las empresas industriales, y fomentara la implementación de este tipo de mantenimiento en otras pequeñas empresas de la ciudad de Comayagua.

1.6 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

1) Límite Geográfico

El estudio del presente trabajo se desarrollara en la ciudad de Comayagua en las Instalaciones de empresas Industriales existentes en la ciudad, específicamente en los departamentos de mantenimiento, almacén, compras y en especial el área financiera, con la colaboración del recurso humano adscrito a las mismas, como son personal involucrado en el mantenimiento, personal de supervisión y personal gerencial.

2) Límite de Tiempo

La duración para el desarrollo de la investigación fue a partir del mes de mayo del año 2012 hasta el mes de septiembre del año 2013, teniendo una duración de 1 años y 5 meses tiempo establecido en el cual estimamos adecuado para el desarrollo de la investigación de forma satisfactoria cumpliendo las expectativas descritas en los objetivos de la investigación.

1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.- Viabilidad operativa: Para el desarrollar la investigación se Cuenta con el tiempo, recursos, y apoyo logístico para movilizarse, y desarrollar entrevistas con gerentes del departamento mantenimiento de las empresas industriales.

2.- Viabilidad técnica: Se cuenta con los conocimientos de la idea o problema del proyecto, se dispone de bibliografías para el desarrollo de la investigación.

3.- Viabilidad financiera: Se cuenta con los recursos financieros para hacer su proyecto, que incluyen papelería, impresión, viajes, viáticos, investigación de campo, etc.

UDI-DEGT-UNAH

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 EL MANTENIMIENTO

Antes de realizar cualquier tipo de clasificación o descripción de los tipos de mantenimiento, es muy importante saber lo que es el mantenimiento y su diferencia con lo que se conoce como mantenibilidad o capacidad de mantenimiento, las cuales se prestan en muchas ocasiones a confusión de las personas.

El Mantenimiento se define como Técnicas que aseguran la correcta utilización de edificios e instalaciones y el continuo funcionamiento de la maquinaria y equipo. Sacristán (2002). Principalmente se basa en el desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para toma de decisiones en la administración y aplicaciones de programas de mantenimiento.

Por otro lado “Mantenibilidad” según Melón(2001) es la capacidad de una entidad de ser mantenida o restablecida a un estado en que puede realizar una función requerida cuando el mantenimiento se lleva a cabo bajo una condiciones dadas usando procedimientos y recursos predeterminado, es decir actividades principalmente a las propiedades de diseño, análisis, predicción y demostración, que ayudan a determinar la efectividad con la que un equipo puede ser mantenido o restaurado para estar en condiciones de uso u operación. La mantenibilidad también es conocida también como la capacidad para restaurar efectivamente un producto.

Principalmente el mantenimiento puede ser aplicado de 3 formas:

1. Mantenimiento Correctivo
2. Mantenimiento Preventivo
3. Mantenimiento Predictivo

2.1.1 Mantenimiento Correctivo

Según León (1998) Este tipo de mantenimiento, es llamado También mantenimiento “a rotura” (breakdown Maintenance) Solo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido.

Las tareas de mantenimiento correctivo (Corrective Tasks, CRT) son las tareas que se realizan con intención de recuperar la funcionalidad del elemento o sistema, tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o las prestaciones que se requieren. Una tarea de mantenimiento correctivo típica consta de las siguientes actividades:

- Detección del fallo.
- Localización del fallo.
- Desmontaje.
- Recuperación o sustitución.
- Montaje.
- Pruebas.
- Verificación.

En la Figura 1 se muestra una representación gráfica de la tarea de mantenimiento CRT. La duración de la tarea se representa por DTMC, que representa el tiempo transcurrido necesario para la conclusión con éxito de la tarea de mantenimiento correctivo.

Figura N° 1

Representación grafica de una tarea de mantenimiento correctivo



Fuente; Mantenimiento por Jezdimir Knezevic Abril 1996

Este sistema de mantenimiento resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente en componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos

que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la productividad de las empresas y sobre todo la seguridad.

También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, en el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete a una mayor exigencia.

Asimismo, fallos no detectadas a tiempo, ocurridos en partes cuyo cambio hubiera resultado de escaso costo, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas vinculados que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

Otro inconveniente de este sistema, es que se debe disponer de un capital importante invertido en piezas de repuesto y tener a mano en el inventario para cuando sucedan estos fallos inesperados.

En el aspecto de costos, el mantenimiento correctivo a lo largo del tiempo, se presenta con la configuración de una curva ascendente, debido a la reducción de la vida útil de los equipos y la consecuente depreciación del activo, pérdida de producción o calidad de los servicios, aumento de adquisición de repuestos, aumento del "stock" de materia prima improductiva, pago de horas extras del personal de ejecución del mantenimiento, ociosidad de mano de obra operativa, pérdida de mercado y aumento de riesgos de accidentes.

Calculo de Costos de Mantenimiento Correctivo

El costo directo asociado con cada tarea de mantenimiento correctivo, CTMC, está relacionado con el costo de los recursos de mantenimiento necesarios para la conclusión con éxito de la tarea Biglieri (2010), tendrá la forma siguiente:

$$CTMC = CDMC + CLC$$

Ec. 2.1

Donde:

CTMC: Costo total de la política de mantenimiento correctivo

CDMC: Costo directo de mantenimiento correctivo.

CLC: Costo por lucro cesante

A su vez se tiene:

$$\text{CDMC} = \text{MODM} + \text{CR} + \text{CM} + \text{CH}$$

Ec. 2.2

Donde:

MODM: Es el costo de mano de obra de mantenimiento y surge de multiplicar el total de horas-hombre de mantenimiento correctivo por el costo unitario de la hora- hombre.

CR: Es el costo de repuestos utilizado en el momento de las reparaciones.

CM: Representa el costo de los materiales e insumos utilizados en mantenimiento.

CH: Indica el costo de herramientas para el mantenimiento.

2.1.2 Mantenimiento Preventivo

La tarea de mantenimiento preventivo (Preventive Task, PRT) tiene la finalidad según León (1998) de asegurar la disponibilidad de los equipos e instalaciones industriales, para obtener un rendimiento óptimo sobre la inversión total, ya sea de los sistemas de producción, como los de los equipos recursos humanos destinados al mantenimiento de los mismos.

Es una tarea que se realiza para reducir la probabilidad de fallo del elemento o sistema, o para maximizar el beneficio operativo, siendo un conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., no importando el tamaño de la empresa ni tipo de producción, cualquier plan de mantenimiento preventivo deberá de cumplir con los siguientes puntos:

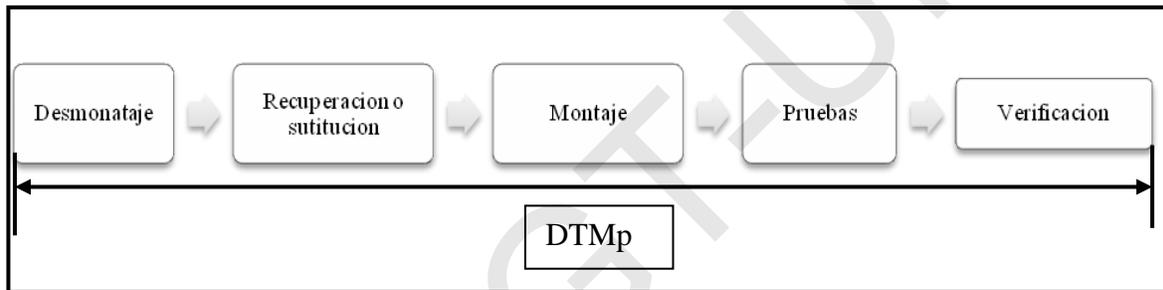
1. Una inspección periódica de las instalaciones y equipos para detectar situaciones que pueden originar falla o una depreciación perjudicial.
2. El mantenimiento necesario para remediar esas situaciones antes de que lleguen a revestir gravedad.

La tarea típica de mantenimiento preventivo consta de las siguientes actividades de mantenimiento:

- Desmontaje.
- Recuperación o sustitución.
- Montaje.
- Pruebas.
- Verificación.

En la Figura 2 se da una representación gráfica de la tarea de mantenimiento PRT. La duración de la tarea se representa por DTMp, que representa el tiempo transcurrido necesario para la conclusión con éxito de la tarea de mantenimiento preventivo.

En la Figura N° 2
Representación grafica de una tarea de mantenimiento preventivo



Fuente; Mantenimiento por Jezdimir Knezevic Abril 1996

Básicamente es necesario llegar a un plan de mantenimiento antes de poder aplicar técnicas de mantenimiento preventivo, será necesario que la producción tenga cierto nivel de estabilidad, por el contrario el equipo de mantenimiento no se dará abasto para solucionar los problemas presentados.

La implementación de un mantenimiento preventivo se justifica por una gran cantidad de ventajas que dan como resultado de seguir un sistema de este tipo.

A continuación se mencionan una variedad de ventajas:

7. Menor tiempo perdido como resultado de los paros de maquinaria por descomposturas.
8. Menor conservación y duración de las cosas, por no haber necesidad de romper equipo antes de tiempo.
9. Menor costo por concepto de horas extraordinarias de trabajo y una utilización económica de los trabajos de mantenimientos.

10. Menos reparaciones a gran escala, prevenidas por reparaciones de rutina.
11. Menor costo por concepto de composturas, cuando una parte falla en servicio, suele echar a perder otras partes, aumentando más el costo de servicio.
12. Menor ocurrencia de productos rechazados, repeticiones y desperdicios, como productos de una mejor condición general del equipo.
13. Identificación del equipo que origina gastos de mantenimiento exagerados, pudiéndose así señalar las necesidades de un trabajo de mantenimiento correctivo para el mismo, un mejor adiestramiento del operador, o bien, el reemplazo de las maquinas anticuadas.
14. Mejores condiciones de seguridad.

Las desventajas que presenta este sistema son:

1. **Cambios innecesarios:** al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo coste es escaso frente al correspondiente de desmontaje y montaje, con el fin de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.
2. **Problemas iniciales de operación:** cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se monta y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
3. **Costo en los inventarios:** el costo en los inventarios sigue siendo alto aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
4. **Mano de obra:** se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible.
5. **Mantenimiento no efectuado:** si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce un degeneración del servicio.

Por lo tanto, para la planificación y la aplicación de este sistema de mantenimiento consiste en realizar una delimitación de los elementos, maquinas o sistemas que deberán de incluirse en el programa de mantenimiento preventivo, los métodos de determinación crítica se realizara en base a un análisis inteligente.

El cual deberán de establecer políticas para su diseño dentro las cuales se encuentras las siguientes:

1. Todo esfuerzo gastado en el diseño de un nuevo programa de mantenimiento preventivo, es un gasto sustraído de las ganancias.
2. Una tarea de mantenimiento preventivo incrementar los costos de mantenimiento; desde el momento de iniciarse hasta el momento de la aparición de los beneficios del mantenimiento.
3. El grado del mantenimiento preventivo estar relacionado al tipo critico de equipo, el mantenimiento seleccionado para satisfacer las demandas criticas del mismo.
4. El mantenimiento preventivo puede incrementar costos permanentemente en el caso de que la personas encargada del programa de manteniendo no tiene los conocimientos suficientes acerca del mantenimiento.
5. Los costos de las perdidas en la producción deben de ser optimizados con el mantenimiento.
6. El mantenimiento preventivo debe de ser optimizado por medio de los paros de mantenimiento.
7. Al empezar el mantenimiento preventivo, debe de ser seleccionado un grupo de personas encargadas del diseño e implementación del programa.

Costo Directo de la Tarea de Mantenimiento Preventivo

El costo directo asociado con cada tarea de mantenimiento preventivo, CMTp, está relacionado con el costo de los recursos de mantenimiento necesarios para la conclusión

con éxito de la tarea. De esta forma, la expresión general del costo de cada tarea de mantenimiento preventivo tendrá la forma siguiente Ec. 2.3 Knezevic (1996), en la práctica diaria, se tratan con más frecuencia con el valor medio de los costos de mantenimiento preventivo, que se representa mediante MCMTp.

$$\text{MCMTp} = C_s^p + C_m^p + C_{te}^p + C_f^p + C_d^p + (\text{DTM}^p * \text{HCP}^p)$$

Ec. 2.3

Donde:

C_s^p = costo de los repuestos.

C_m^p = costo del material.

C_{te}^p = costo de las herramientas y el equipo.

C_f^p = costo de las instalaciones.

C_d^p = costo de los datos técnicos.

DMT (Duration of Elapsed Maintenance Time)= es una variable aleatoria que representa el tiempo empleado en la tarea de mantenimiento.

HCP (Hourly Cost of Personnel)= representa el valor monetario del costo horario del personal empleado en la ejecución de una tarea específica de mantenimiento.

2.1.3 Mantenimiento Predictivo o Mantenimiento Basado en la Condición

Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo (monitorización) de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo Knezevic (1996).

Entonces, el método que parece ser más atractivo para minimizar las limitaciones de las tareas de mantenimiento existentes es el mantenimiento condicional, COT (Conditional Maintenance Task), este procedimiento de mantenimiento reconoce que la razón principal para realizar el mantenimiento es el cambio en la condición y/o en las prestaciones, y que la ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo debe estar basada en el estado real del elemento o sistema.

Según Pallotti (s/f), mediante la implantación del mantenimiento preventivo y predictivo, las empresas pueden tener una noción oportuna del estado de sus equipos, de los fallos que presentan, o del deterioro de sus componentes.

El mantenimiento predictivo tiene tres subdivisiones:

- Mantenimiento Preventivo o Basado en el Tiempo. Consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.
- Mantenimiento Detectivo o Búsqueda de Fallos. Inspeccionan las funciones ocultas, con cierta periodicidad, para ver si han fallado, y en caso de fallo, reacondicionarlas.
- Mantenimiento Correctivo o A la Rotura. Consiste en reacondicionar o sustituir partes de los equipos, una vez que estos han sufrido fallos. Este ocurre en caso de emergencia.

Este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallos repetitivos; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

“Muchas son las ventajas del Mantenimiento Predictivo, pero decir que este tipo de mantenimiento es la solución a todos los problemas de las organizaciones y que es la alternativa hacia donde se tienen que dirigir las empresas, constituye una alternativa poco sustentable. Para hablar realmente de mantenimiento predictivo es preciso efectuar mediciones periódicas a los equipos, aunque estén en perfecto estado. A través de estas mediciones se irá construyendo la propia historia de la máquina para lograr ejecutar la detección del problema”, opinó Evelio Palomino, presidente del Comité Técnico Cubano de Normalización de Vibraciones y Acústica, del Centro de Estudios en Innovación y Mantenimiento “José Antonio Echeverría” en La Habana, Cuba, y consultor de Datastream.

De esta forma, mediante la vigilancia de ciertos parámetros sería posible identificar el momento más conveniente en que se deben realizar las tareas de mantenimiento preventivo, se basa en el hecho de que la mayoría de los fallos se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, bien a simple vista, o bien

mediante la monitorización, es decir, mediante la elección, medición y de algunos parámetros relevantes que representen el buen funcionamiento del equipo analizado, en otras palabras, con este método, tratamos de seguir la evolución de los futuros fallos. Por ejemplo, estos parámetros pueden ser:

- La temperatura,
- La presión,
- La velocidad lineal,
- La velocidad angular,
- La resistencia eléctrica,
- Los ruidos y vibraciones,
- La rigidez dieléctrica,
- La viscosidad,
- El contenido de humedad, de impurezas y de cenizas en aceites aislantes,
- El espesor de chapas,
- El nivel de un fluido, etc.

Consecuentemente, la tarea de mantenimiento condicional representa una tarea de mantenimiento que se realiza para conseguir una visión de la condición del elemento o sistema, o descubrir un fallo oculto, a fin de determinar, desde el punto de vista del usuario, el curso de acción posterior para conservar la funcionalidad del elemento o sistema.

Una tarea de mantenimiento condicional consta de las siguientes actividades de mantenimiento:

- Evaluación de la condición.
- Interpretación de la condición.
- Toma de decisiones.

En la Figura 3 se muestra una representación gráfica de la tarea de mantenimiento COT. La duración de la tarea se representa por DMTm, que indica el tiempo transcurrido necesario para la conclusión con éxito de la tarea de mantenimiento condicional.

Figura N° 3

Representación grafica de una tarea de mantenimiento condicional (predictivo)



Fuente; Mantenimiento por Jezdimir Knezevic Abril 1996

Por lo tanto, la tarea de mantenimiento condicional es un reconocimiento de que la principal razón para llevar a cabo el mantenimiento es el cambio en la condición y/o en las prestaciones, y de que la ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo deben basarse en la condición real del elemento o sistema.

Costo Directo de la Tarea de Mantenimiento Condicional

El coste directo asociado con cada tarea de mantenimiento condicional, CMT^m , está relacionado con el coste de los recursos de mantenimiento necesarios para la conclusión con éxito de la tarea CMR^m . Consecuentemente, la expresión general del coste de cada tarea de mantenimiento condicional tendrá la forma siguiente Ec. 2.4

$$CMT^m = C_s^m + C_m^m + C_{te}^m + C_f^m + C_d^m + (DMT^m * HCP^m) \quad \text{Ec. 2.4}$$

Donde:

C_s^m = costo de los repuestos.

C_m^m = coste del material.

C_{te}^m = costo de las herramientas y el equipo.

C_f^m = costo de las instalaciones.

C_d^m = costo de los datos técnicos.

DMT^m (Duration of Elapsed Maintenance Time)= es una variable aleatoria que representa el tiempo empleado en la tarea de mantenimiento.

HCP^m (Hourly Cost of Personnel)= representa el valor monetario del costo horario del personal

2.2 FILOSOFÍAS DE MANTENIMIENTO

A partir de la década de los setenta empezaron a surgir filosofías para la implantación de la función mantenimiento dentro de cualquier organización, es así como en la cultura oriental surge el mantenimiento productivo total. Y así otras filosofías de mantenimiento las cuales a continuación se describen algunos de los aspectos asociados a estas dos filosofías.

2.2.1 Mantenimiento de Clase Mundial (MCM)

El mantenimiento en este nuevo siglo, continua con la orientación alcanzada en la década de los años noventa, conocida con el nombre de mantenimiento de clase mundial, pasando por mantenimiento centrado en confiabilidad y finalmente conceptos de gerencia del riesgo, fundamentándose en darle la importancia e incidencia del mantenimiento dentro de las estrategias del negocio, elevándolo a un nuevo concepto que toma en cuenta la siguiente orientación: Valor, enfoque de calidad, cambio Cultural y gerencia de la Incertidumbre:

- En el primer aspecto mencionado, destaca un cambio en el manejo presupuestario y financiero, y refiere que el mantenimiento debe ser visto aportando valor a la corporación y no solamente como un costo variable, sino contribuyendo a los ingresos mediante la optimización de los activos.
- El segundo aspecto se refiere a los focos de calidad, destacando la importancia de ver el mantenimiento, no sólo para organizar y mantener el proceso, sino para asegurar la calidad del mismo dentro de sus políticas, alineando a los suplidores en la misma orientación.
- El tercer aspecto señala la necesidad de involucrar a los empleados del proceso en las decisiones a través de la integración de equipos naturales de trabajo, estableciendo los objetivos de éstos con los de la corporación. Destaca adicionalmente, que el mantenimiento básico sea efectuado por el operador, logrando dentro de la organización cambios culturales.

- En el aspecto cuarto se maneja la evaluación de políticas relacionadas con mantenimiento, frecuencias o ciclos, niveles de inventario mediante los conceptos de gerencia de riesgo e incertidumbre.

La definición de mantenimiento de clase mundial ha venido evolucionando con el tiempo siendo la más acertada, la siguiente definición:

“mantenimiento sin desperdicio”, definiendo a este último como la diferencia entre la manera de hacer las cosas hoy y como deberían hacerse. A escala mundial este término se conoce como un nivel de referencia que está asociado a empresas que han alcanzado la excelencia en sus procesos medulares.

Sexto (2006), plantea que se puede denominar al Mantenimiento de Clase Mundial como sigue:

“Proceso de mantenimiento que satisface los requisitos y expectativas, relativas a cada momento del desarrollo de la humanidad y contexto social y de mercado, relacionadas con la seguridad, el medio ambiente, la calidad y la economía”.

En tal sentido, el mantenimiento de clase mundial significa satisfacción y superación de las expectativas y necesidades de mantenimiento de la organización con referencia a la potencialidad que proporcionan las tecnologías del momento, y en relación con el contexto social y de mercado de hoy. Alcanzar una condición a la que pueda llamársele Mantenimiento de Clase Mundial, implica tránsito y evolución de la cultura organizacional vista como un todo y en estado de interacción.

Según **DUFFUAA** citado por (MILLÁN, Noviembre de 2010), el mantenimiento de clase mundial puede lograrse mediante la adaptación a las circunstancias de las mejores prácticas en todas las áreas y mediante la aplicación de los factores clave de éxito de una operación individual. Este razonamiento enfoca a ver el mantenimiento como un proceso de negocios, más que como una función o departamento, donde el personal del mantenimiento tiene un papel importante, pero de igual manera también el operador, el empleado del almacén y el ingeniero.

El aspecto principal de esta filosofía es el cambio cultural de las organizaciones que lleva a aumentar la autoestima del personal de mantenimiento al establecer la conexión cierta con elementos que generan valor al negocio, y el conocimiento del nivel del impacto de las decisiones en el mismo, adicional a la comprensión y entendimiento de la importancia que tiene. Una vía para asegurar esto consiste en involucrar a los operadores de producción en el diseño de los planes de mantenimiento a objeto de asegurar la alineación de factores en conflicto vinculados con los objetivos de producción, versus el efecto generado por los tiempos de parada para acometer las acciones de mantenimiento.

2.2.2 Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance TPM)

El mantenimiento productivo total es un método que se desarrolló en el sector manufacturero Japonés, comenzando con la aplicación del mantenimiento preventivo al estilo norteamericano y europeo y avanzando hasta la aplicación de los conceptos de la administración de la calidad total y la manufactura justo a tiempo al campo de mantenimiento de los equipos. Realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas cosas, etc., facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

- *Mantenimiento*: Para mantener siempre las instalaciones en buen estado
- *Productivo*: Esta enfocado a aumentar la productividad
- *Total*: Implica a la totalidad del personal, (no solo al servicio de mantenimiento)

Según DUFFUAA citado por MILLÁN (Noviembre de 2010), señala que esta filosofía **“Es un enfoque gerencial para el mantenimiento que se centra en la participación de todos los empleados de una organización en la mejora del equipo”**.

El Instituto Japonés de Ingenieros de Planta definió el TPM en 1971 con cinco metas claves:

1. Maximizar la eficiencia global de equipo, que incluye disponibilidad, eficiencia del proceso y calidad del producto.
2. Aplicar un enfoque sistemático para la confiabilidad, la factibilidad del mantenimiento y los costos del ciclo de vida.
3. hacer participar a operaciones, administración de materiales, mantenimiento, ingeniería y administración en el control del equipo.
4. Involucrar a todos los niveles gerenciales y a los trabajadores
5. Mejorar el rendimiento del equipo mediante actividades de grupos pequeños y el desempeño del equipo de trabajadores.

La aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo.

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
- Formación y entrenamiento del personal.

Beneficios del Mantenimiento Productivo Total

De acuerdo a CEQUEA (2002) citado por (MILLÁN, Noviembre de 2010), indica que los resultados que obtiene una empresa al aplicar el TPM son la excelencia en: productividad de los equipos, mejora corporativa, capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo según se expone a continuación:

- **Productividad de los equipos:** El TPM busca como meta la reducción a cero de las averías de los equipos, los defectos y los accidentes, esto conduce a un incremento notable en la productividad y la calidad, reduce costos y mejora la rentabilidad.
- **Mejoras corporativas:** La dirección debe incentivar la participación de los trabajadores mediante actividades de mejora en pequeños grupos donde la responsabilidad, el respeto mutuo del grupo y el de la organización sean promovidos, estimulando el compromiso y la colaboración. El TPM promueve un cambio en la organización y en las personas ya que propicia un cambio de mentalidad o cultura hacia una gerencia participativa.
- **Preparación del personal:** La aplicación del TPM requiere de personal con un grado de formación elevado para asumir mayores responsabilidades, por lo que se invierte esfuerzos en elevar los conocimientos y habilidades de los trabajadores para que sean capaces de mantener y mejorar el equipo del que son responsables.
- **Transformación del puesto de trabajo:** Una de las metas del TPM es la de crear un entorno de trabajo sano y agradable. La gestión de la seguridad es una de las piezas claves, el empeño por lograr cero averías y cero defectos evita equipos defectuosos que son fuente común de riesgos. Esto se logra por un lado con el entrenamiento y capacitación del personal y por otro con la aplicación de los principios de las “5S”.

2.2.2.1 Pilares del TPM

Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. (Mandujano, 2000), nos indica que los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son los que se indican a continuación:

Pilar 1: Mejoras Enfocadas (Kaizen): Las mejoras enfocadas son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la efectividad global del equipo, proceso y planta; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos multidisciplinarios, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los desperdicios que se presentan en las plantas industriales.

Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen): El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

Pilar 3: Mantenimiento Progresivo o Planificado (Keikaku Hozen): El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial. El propósito de este pilar consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta "cero averías" para una planta industrial.

Pilar 4: Educación y Formación: Este pilar considera todas las acciones que se deben realizar para el desarrollo de habilidades para lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo. Se puede desarrollar en pasos como todos los pilares TPM y emplea técnicas utilizadas en mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas y herramientas de calidad.

Pilar 5: Mantenimiento Temprano: Este pilar busca mejorar la tecnología de los equipos de producción. Es fundamental para empresas que compiten en sectores de innovación acelerada, Mass Customization o manufactura versátil, ya que en estos sistemas de

producción la actualización continua de los equipos, la capacidad de flexibilidad y funcionamiento libre de fallos, son factores extremadamente críticos.

Este pilar actúa durante la planificación y construcción de los equipos de producción. Para su desarrollo se emplean métodos de gestión de información sobre el funcionamiento de los equipos actuales, acciones de dirección económica de proyectos, técnicas de ingeniería de calidad y mantenimiento. Este pilar es desarrollado a través de equipos para proyectos específicos. Participan los departamentos de investigación, desarrollo y diseño, tecnología de procesos, producción, mantenimiento, planificación, gestión de calidad y áreas comerciales.

Pilar 6: Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen): Tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Las acciones del mantenimiento de calidad buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

Pilar 7: Mantenimiento en Áreas Administrativas: Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas. Si cerca del 80 % del costo de un producto es determinado en las etapas de diseño del producto y de desarrollo del sistema de producción.

El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc. Emplea técnicas de mejora enfocada, estrategia de 5'S, acciones de mantenimiento autónomo, educación y formación y estandarización de trabajos. Es desarrollado en las áreas administrativas con acciones individuales o en equipo.

Pilar 8: Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente: Tiene como propósito crear un sistema de gestión integral de seguridad. Emplea metodologías desarrolladas para los pilares mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo. Contribuye significativamente a

prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y efectos negativos al medio ambiente.

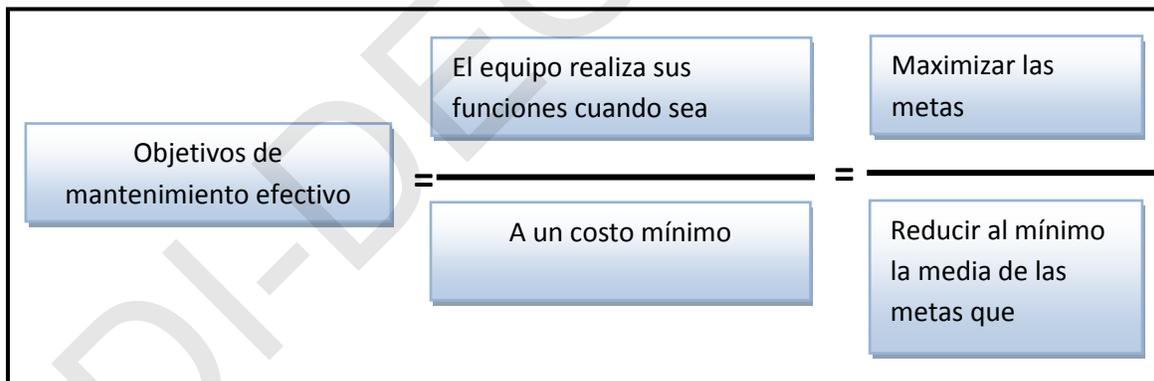
Pilar 9: Especiales (Monotsukuri): Este pilar tiene como propósito mejorar la flexibilidad de la planta, implantar tecnología de aplazamiento, nivelar flujo, aplicar justo a tiempo y otras tecnologías de mejora de los procesos de manufactura.

2.2.2.2 Implantación del Pilar de Mantenimiento Planeado

El objetivo de mantenimiento planeado **figura 4 y 5** es elevar la productividad de las empresas al reducir el costo total de su equipo en cada etapa del diseño y la fabricación hasta la operación y mantenimiento (incluyendo el costo inicial de que el propio equipo, mantenimiento y otros gastos corrientes, y las pérdidas debido al deterioro de equipos para)

Figura N° 4

Los objetivos de mantenimiento eficaz

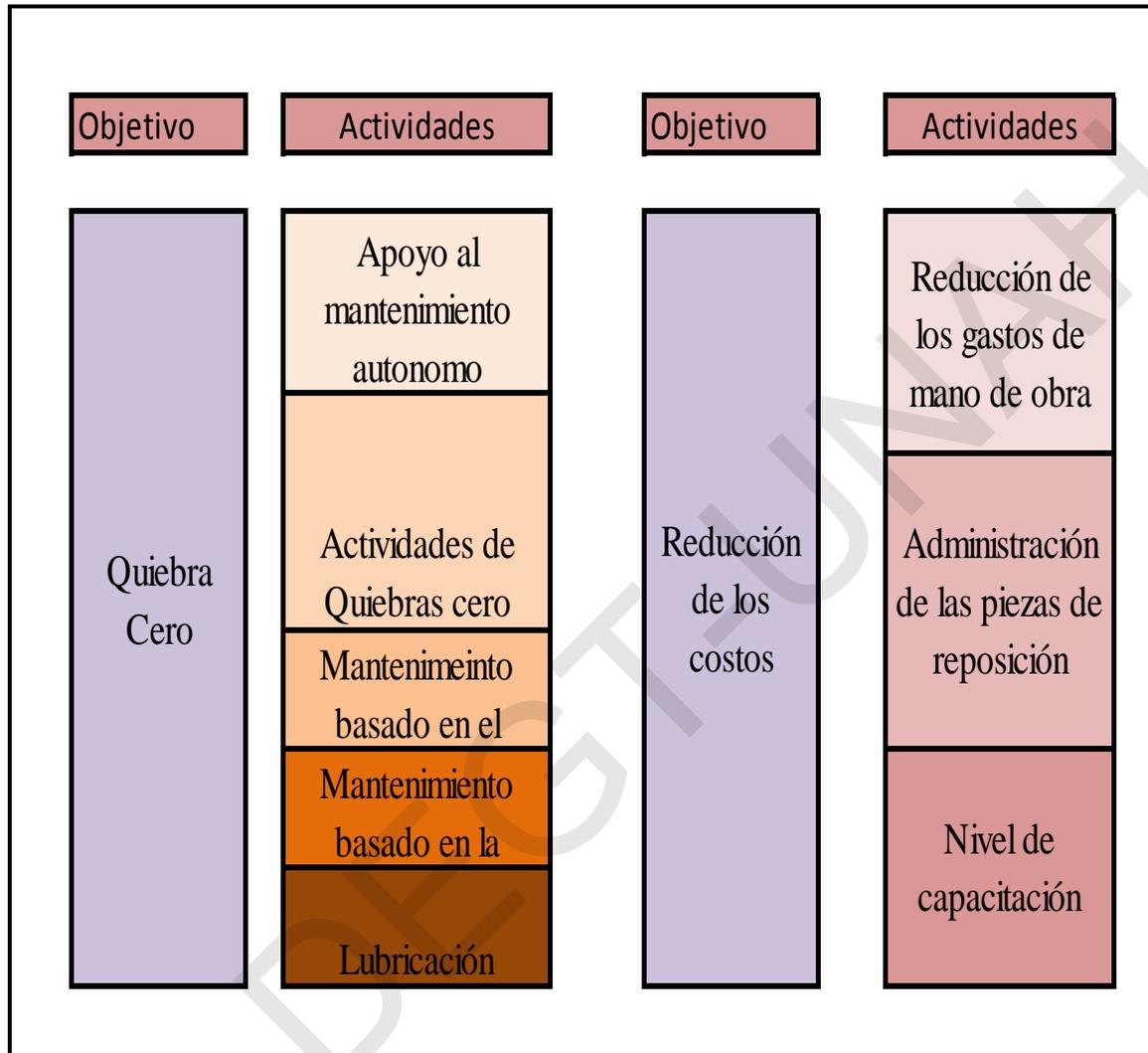


Fuente: JIPM, TPM

Los objetivos Principales del sistema de mantenimiento Planeado los podemos apreciar en la figura 5 presentada a continuación.

Figura N° 5

Objetivos del mantenimiento planeado



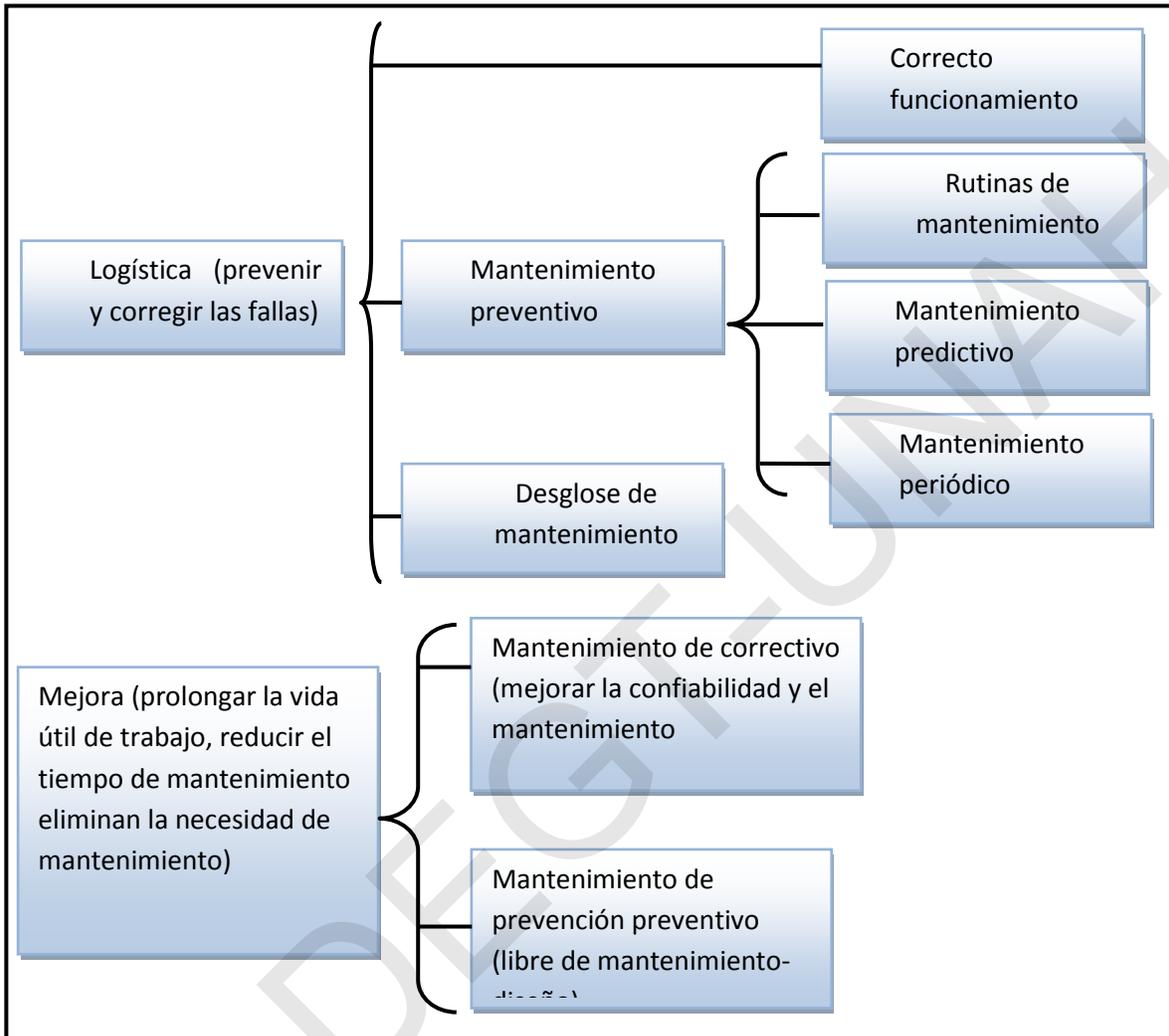
Fuente; JIPM, TPM

Las dos principales actividades del mantenimiento planeado son figura 6:

1. Logística: la prevención y corrección de fallas en los equipos
2. Mejora: la prolongación de la vida útil de los equipos, reduciendo el tiempo invertido en el mantenimiento El enfoque básico para la aplicación eficaz de mantenimiento

Figura N° 6

Actividades de mantenimiento



Fuentes: JIPM TPM

Indicadores efectivos de mantenimiento planeado

1. Falla Frecuente

"frecuencia de fallo" se denota la incidencia de fallos como un porcentaje del tiempo de carga (el tiempo durante el cual se supone que el equipo está en funcionamiento). "la frecuencia" de este término fue tomado de la disciplina de la gestión de la seguridad, este índice se expresa mediante la siguiente fórmula

$$Falla\ frecuente = \frac{Numero\ total\ de\ paradas}{El\ tiempo\ total} \times 100\% \quad Ec. 2.5$$

Donde: El tiempo total = tiempo total de operación + tiempo de inactividad

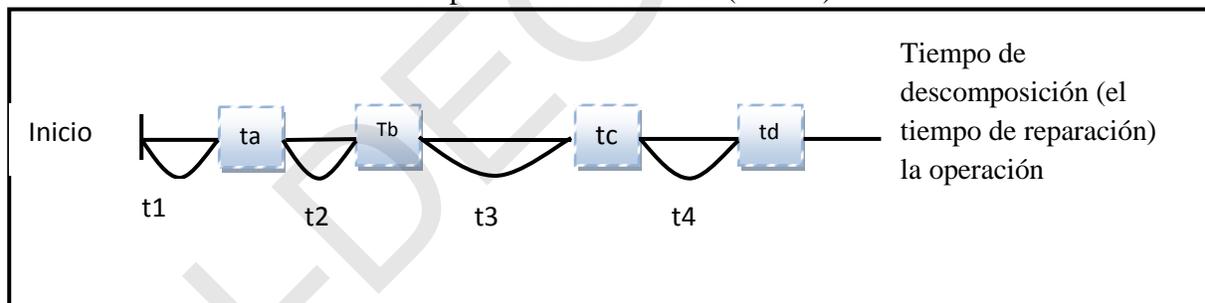
2. Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)

MTBF es el tiempo de operación promedio entre una falla y el siguiente, y en reparar los equipos, expresado gráficamente en la figura 7, calculado de acuerdo a la formula siguiente:

$$MTBF = \frac{tiempo\ totas\ de\ operacion}{numero\ total\ de\ fallas} \quad Ec. 2.6$$

Figura N° 7

Tiempo medio entre fallas (MTBF)



Fuente: JIPM, TPM

Calculo del MTBF

$$MTBF = \frac{T1+T2+T3+T4}{4} \quad Ec. 2.7$$

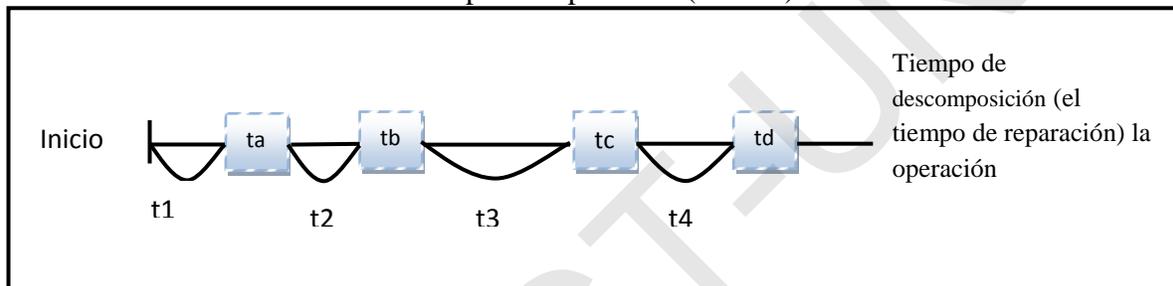
3. Tiempo Medio De Reparación (MTTR)

El tiempo de reparación (MTTR), o el tiempo medio necesario para el mantenimiento de ruptura de una pieza de equipo, se expresa mediante la siguiente fórmula y gráficamente en la figura 8;

$$MTTR = \frac{\text{total de tiempo de la falla}}{\text{numero total de la falla}} \quad \text{Ec. 2.8}$$

Figura N° 8

Tiempo de reparación (MTTR)



Fuente: JIPM, TPM

Calculo del MTTR

$$MTTR = \frac{ta+tb+tc+td}{4} \quad \text{Ec. 2.9}$$

El enfoque básico de la aplicación eficaz de mantenimiento

Las tres razones principales por qué el equipo falla, y los cinco principales factores que hacen que falle los equipos

Las tres razones por las que el equipo falla

¿Por qué el equipo no? la a esta pregunta puede ser explicada en el punto de la relación entre la fuerza y la de las presiones impuestas sobre él. Vamos a analizar el motivo más específicamente

1. Deterioro sin Corregir

Todos los equipos para el tiempo se deterioran a pique, causando su fuerza para disipar el diseño.

Finalmente, la contaminan vuelven incapaces de soportar las tensiones impuestas sobre él durante la operación después de lo cual se produce un error.

2. Falla por el Estrés

Equipo falla a veces, aunque mantiene la resistencia especificada, cuando se aplican fuerzas a lo mayor que previsto en la etapa de diseño

3. Resistencia Insuficiente

Equipos pueden fallar en circunstancias de tensión normal si hay una debilidad inherente en su diseño

Los 5 principales factores que no debemos de permitir para que un equipo falle

1. Deficientes condiciones básicas
2. Dejando sin corregir el deterioro
3. No observar las condiciones correctas de funcionamiento
4. Falta de habilidad
5. Debilidades inherentes de diseño

Costos de Mantenimiento y Servicios del TPM

El análisis financiero, desde el punto de vista del retorno de la inversión, precisamente es el que justifica las actividades de mejoramiento de la confiabilidad y de la disponibilidad.

Desde el punto de vista del cliente –el operador de las facilidades– es la confiabilidad, junto con la disponibilidad, una de las variables que mide la calidad del servicio, y por tanto podrían existir escenarios en donde el cliente prefiera asumir los costos de una mayor disponibilidad de acuerdo a su estructura de costos y flujo de caja.

Costo de Ciclo de Vida

1. Los elementos económicos del Análisis del costo de vida de los equipos pueden expresarse de la siguiente manera:

$$LCC = C_{ic} + C_{in} + C_e + C_o + C_m + C_s + C_{env} + C_d$$

Ec. 2.10

Donde:

C_{ic} = Costo inicial de compra

C_{in} = Costo instalación

C_e = Costo de energía

C_o = Costo de operación

C_m = Costo de mantenimiento

C_s = Costo ambiental

C_{env} = Costo de paradas

C_d = Costo de disposición

2. Cálculo Financiero del Costo de Ciclo de Vida

Cada uno de los elementos u "objetos" de control del LCC, debe ser modelado en términos financieros, para lo cual se utiliza la expresión:

$$LCC = P + \sum_{t=1}^n \frac{O_t}{(1+r)^t}$$

Ec. 2.11

Donde:

$P = C_{ic} + C_{in}$

$O = C_e, C_o, C_m, C_s, C_{env}, C_d$

r = Tasa de descuento

t = Tiempo de análisis (vida útil)

2.2.3 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

El mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) es una técnica que procura determinar los requerimientos de mantenimiento de los activos en su contexto de operación. Consiste en analizar las funciones de los activos, ver cuáles son sus posibles fallas, y detectar los modos de fallas o causas de fallas, estudiar sus efectos y analizar sus consecuencias. A partir de la evaluación de las consecuencias es que se determinan las estrategias más adecuadas al contexto de operación, siendo exigido que no sólo sean técnicamente factibles, sino económicamente viables.

En este sentido, ZAMBRANO Y LEAL citado por (MILLÁN, Noviembre de 2010), expresa que el mantenimiento centrado en confiabilidad “Es una metodología de análisis sistemático, objetivo y documentado, que puede ser aplicado a cualquier tipo de instalación industrial, útil para el desarrollo u optimización de un plan eficiente de mantenimiento.

Se puede afirmar que el objetivo del MCC es mejorar la confiabilidad, disponibilidad y productividad de la unidad de procesos, a través de la optimización del esfuerzo y los costos de mantenimiento, disminuyendo las tareas de mantenimiento correctivo y aumentando las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo. Este razonamiento es compartido por DUFFUAA citado por (MILLÁN, Noviembre de 2010), al expresar que: **“El mantenimiento centrado en la confiabilidad asegura que se emprendan las acciones correctas de mantenimiento preventivo o predictivo y elimina aquellas tareas que no producen ningún impacto en la frecuencia de fallas”**.

Características del MCC

En línea general se pueden listar los siguientes aspectos como características principales del MCC:

- Los sistemas son analizados al detalle
- Se basa en gerencia de equipos

- Las fallas son analizadas desde el punto de vista Causa-Raíz (causa de fallas y su frecuencia)
- Se aplica mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.
- Da alto grado de importancia a la protección integral de las personas, equipos y medio ambiente
- Proporciona relevancia al contexto operativo de los equipos
- No considera al recurso humano como prioritario
- Analiza detalladamente los elementos funcionales de los equipos.

Razones Para Aplicar el MCC

Las siguientes razones impulsan la aplicación del MCC:

- Incremento de la disponibilidad de los activos a bajo costo
- Distribuye efectivamente los recursos asignados tomando en cuenta la importancia de los activos dentro del contexto operacional.
- Estudia los posibles efectos o consecuencias de los modos de falla de los activos, sobre la seguridad, el ambiente y las operaciones.
- Sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes.
- Es flexible porque se adapta a las necesidades reales del mantenimiento de la organización tomando en cuenta la seguridad personal, el ambiente, las operaciones y la razón costo-beneficio.

Pasos para la Implantación del MCC

Esta metodología hace uso de la herramienta del análisis de modo de falla, efecto y grado crítico que sigue una serie de pasos:

1. Selecciona los sistemas del equipo que sean más importantes para la planta, la instalación, las líneas de producción o algún otro equipo.

2. Defina el rendimiento o función esperada de este equipo y, por lo tanto, lo que constituye una falla funcional.
3. Identifique las causas fundamentales de la falla funcional
4. Determine el efecto, para estas causas, en una secuencia de eventos en términos de seguridad, ambiente, producción.
5. Calcular el grado crítico del efecto de dicha función.
6. Emplear un diagrama lógico, para seleccionar la táctica de mantenimiento más apropiada para prevenir la falla.
7. Determinar la acción específica que prevenga la falla funcional y su frecuencia de programación, con base en un análisis de la historia del equipo o mediante la experiencia de expertos apropiados.
8. Si no existe una tarea preventiva que sea apropiada, determine si puede operarse hasta que se presente la falla, si se justifica un rediseño, o si existe una prueba que pueda realizarse para determinar la falla.

2.3 MEJORES PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO

Para hablar de mejores prácticas del mantenimiento, se debe definir antes que es una mejor práctica, Arrarte (2005) expresa que “Las mejores prácticas de negocios son aquellas que nos permiten generar ventaja competitiva probada y posibilidad de absorber cambios de la mejor manera posible, para incrementar nuestras posibilidades de permanecer en los mercados (local, nacional e internacional)”.

Con base en lo anterior, las mejores prácticas de mantenimiento son referencias estándar, específicas, alcanzables y probadas para la administración del mantenimiento, que han hecho más eficientes a muchas organizaciones, que han reducido los costos de operación y mantenimiento en muchas plantas, que han mejorado la confiabilidad y han mejorado el sentido de compromiso del personal. Se puede afirmar entonces que el mejor

mantenimiento tiene sus cimientos en las mejores prácticas de mantenimiento. De acuerdo con Ingalls (2005), estas prácticas incluyen las siguientes doce áreas funcionales:

1. Despliegue de Liderazgo y Política
2. Estructura Organizacional
3. Control de Inventario
4. Sistemas Computarizados de Administración de Mantenimiento
5. Mantenimiento Preventivo
6. Mantenimiento Predictivo
7. Planeación y Programación
8. Flujo de Trabajo
9. Control Financiero
10. Participación Operacional
11. Dotación de Personal y Desarrollo
12. Mejoramiento Continuo

Estándares Paras las Mejores Prácticas de Mantenimiento

La mayoría de los expertos coinciden que la definición de estándares para las mejores prácticas del Mantenimiento de Clase Mundial, deben de establecer los siguientes elementos como parte de estos estándares:

- ✓ Cumplimiento del 100% de las tareas de mantenimiento preventivo programadas
- ✓ 100% del tiempo de las personas cubierto por una orden de trabajo.
- ✓ 90% de las Órdenes de Trabajo son generadas por inspecciones de mantenimiento preventivo
- ✓ 30% de las horas de trabajo son para Mantenimiento Preventivo

- ✓ Uso del 4% del total de las horas de trabajo a entrenamiento
- ✓ OEE sobre 85%.
- ✓ Sobretiempo menor de 2% del tiempo total destinado a mantenimiento.
- ✓ El presupuesto de mantenimiento está dentro de +/- 2% por pieza de equipo.
- ✓ Falta de repuestos es escasa (menos de una por mes).
- ✓ Niveles de inventarios precisos (>98%)
- ✓ Niveles bajos de partes no necesarias (<2%)

Planeación y Programación

La planeación es el diseño de un proceso para hacer, desarrollar o arreglar el trabajo de mantenimiento. Comprende preparación de planes de trabajo, y de otros recursos que ayudarán al personal de mantenimiento a hacer su trabajo en forma más rápida y eficiente. Normalmente Tiene que ver con el "qué" y el "cómo". Programación es la creación de una tabla de tiempos definiendo cuándo se debe hacer el trabajo, y con frecuencia el personal idóneo para realizarlo. Es decir que tiene que ver con el "cuándo" y el "quién".

La falta de un proceso organizado y estandarizado puede restringir substancialmente una operación de mantenimiento en el logro de su objetivo de dar servicio según las necesidades de la organización. La mayor parte del trabajo de mantenimiento puede planearse con anticipación y debiera serlo. Mejorar la productividad y el valor agregado del trabajo del personal de mantenimiento depende grandemente en la planeación apropiada de las actividades.

Mejoramiento Continuo

Mejoramiento Continuo es la búsqueda constante de mejores formas de hacer el trabajo. Es sentirnos incómodos con el estado actual y encaminarnos a la excelencia mediante cambios pequeños pero acumulativos. Esto involucra comparar nuestra operación con otras para

encontrar esas oportunidades de mejoría. Se le denomina Benchmarking o sea Comparación de marcas.

También implica auditar y monitorear nuestras actividades para reducir la posibilidad de pérdidas imperceptibles o falla en el cumplir con los estándares establecidos. Es así, siguiendo un proceso definido y consistente, pero buscando nuevas formas de mejorarlo, que las buenas compañías se vuelven grandes compañías. Planeación pobre, personal con escaso entrenamiento, falta de liderazgo, pobre registro histórico y falta de suficiente personal capacitado pueden hacer que el trabajo sea más lento, cueste más y los resultados sean pobres.

Como resultado esta organización no tiene una buena posición competitiva para enfrentarse con éxito en el nuevo ambiente. Prácticas sólidas de buen mantenimiento apoyarán un sistema fuerte guiado hacia actividades proactivas que involucran al total de la organización. El mejoramiento de estas prácticas requiere paciencia, así como dedicación y compromiso de la gerencia, así como el buen deseo de hacer que el cambio suceda mediante acciones bien planeadas y preconcebidas.

Medir estas prácticas es importante para ver cómo se van desempeñando. Sin embargo, el verdadero indicador será qué tan bien el mantenimiento está contribuyendo a que el resto de la organización alcance sus metas.

Control Financiero

Esta área tiene que ver con los procedimientos de control fiscal de la organización de mantenimiento. Puede incluir:

- ✓ control del presupuesto.
- ✓ monitoreo de costos de contratistas.
- ✓ y control de costos en general de labor y materiales.

Puede incluir también el monitoreo requerido para efectuar decisiones en la reparación o renovación de equipo y bienes en general.

El mantenimiento y la Economía

La realización de cualquier tarea de mantenimiento está asociada con unos costos, tanto en términos de costo de recursos de mantenimiento, como de costo de las consecuencias de no tener el sistema disponible para la operación. Por lo tanto, los departamentos de mantenimiento son unos de los mayores centros de costo, que exigen a la industria miles de millones de dólares cada año, habiéndose convertido así en un factor crítico en la ecuación de rentabilidad de muchas compañías. En consecuencia, puesto que las operaciones de mantenimiento se vuelven cada vez más costosas, cada vez se reconoce más la importancia de la ingeniería de mantenibilidad.

De lo anterior está claro del papel e importancia que tiene la mantenibilidad, y que ésta representa uno de los objetivos determinantes y principales de las organizaciones respecto a la disponibilidad, fiabilidad, costo de posesión, prestigio, etc.

Es por ello, que Jezdimir Knezevic (1996) expresa el principal objetivo del mantenimiento es el análisis de los conceptos, herramientas, técnicas y modelos que disponen los ingenieros de mantenibilidad para la predicción, evaluación y mejora de sus decisiones.

Decisiones que influirán en la facilidad, precisión, seguridad y economía de todas las tareas relativas a la conservación de los sistemas en estado de funcionabilidad durante su uso, lo que directamente repercute en el tiempo que el sistema pasará en Estado de Fallo (SoFa).

Actualmente, la mayoría de las industrias se preocupan por la ventaja competitiva que el proceso de mantenimiento puede proporcionar a la compañía. Para ilustrar la importancia económica del proceso de mantenimiento en el costo de sacar adelante el negocio.

Flujo de Trabajo

La orden de trabajo es una parte integral de una operación efectiva de mantenimiento. Sirve para:

1. Identificar el trabajo

2. Requerir el trabajo
3. Establecer prioridad del trabajo
4. Programar el trabajo
5. Activar el trabajo
6. Dar seguimiento al trabajo
7. Analizar el trabajo

La importancia de este documento en papel o forma electrónica es que nos permite controlar y supervisar las actividades de trabajo. Uno de sus propósitos más significantes es analizar el trabajo realizado, identificar su costo, las pérdidas y tendencias de los problemas (Histórico de la maquinaria).

Control de Inventarios

El propósito de esta área de práctica es refinar las bodegas de mantenimiento y el proceso de adquisición para hacer más eficaz la compra de repuestos. Está enfocado en tener los repuestos correctos en el lugar preciso en el momento apropiado. Esto puede involucrar estudiar el flujo existente de partes requeridas y mejorar el proceso para reducir esfuerzo inútil e inactividad. Esto involucra almacenes estandarizados y prácticas de inventario.

Minimizar el uso pobre de los activos de la compañía puede ser alcanzado de muchas maneras. Estas podrían incluir rotación, control de costos, practicas eficientes de compra, conteos juiciosos de inventario, almacenamiento por el proveedor (consignación), registros de salidas, acceso restringido, personal de cobertura, monitoreo cercano de los mínimos-máximos y puntos de requisición, así como minimizar el almacenamiento de repuestos no oficial o aquellos repuestos que su proveedor sea nacional o su obtención en un tiempo menor de 24 horas, para asegurar el mejor uso de repuestos y materiales.

Sistemas Computarizados de Administración de Mantenimiento (CMMS)

Las prácticas exitosas de mantenimiento dependen bastante en un sistema robusto de información. Esto involucra tener un programa que sea capaz, que tenga buen respaldo y

sea relativamente fácil de usar. Los Módulos deben ser consistentes con los estándares de la industria. Estas áreas incluyen: administración de información del equipo, control de órdenes de trabajo, mantenimiento preventivo, control de inventarios, control de documentación, seguridad del sistema, facilidad de uso, configuraciones de usuarios y registros. Esto también incluye maximizar el uso de las capacidades CMMS. Aunque la mayoría de las compañías tiene un CMMS, la utilización pobre es muy común.

2.4 POLÍTICAS DE MANTENIMIENTO

2.4.1 Política de Mantenimiento Basado en el Fallo

Esta política será efectiva sólo cuando el modelo de fallo del elemento dependa claramente del tiempo, esperándose que el elemento se agote en el intervalo de vida de la unidad y cuando los costos totales (directos e indirectos) de su sustitución sean mucho menores que los de fallo y reparación. Es decir, cuando el elemento pueda ser clasificado como de fácil sustitución.

Esta política no es apropiada para equipos de difícil sustitución porque:

- Cuanto más complicado sea el elemento, menor posibilidad habrá de que su patrón de fallo dependa claramente del tiempo.
- Los elementos complejos son caros de sustituir o reparar y además muestran posteriores problemas de “mantenimiento por manipulación”.

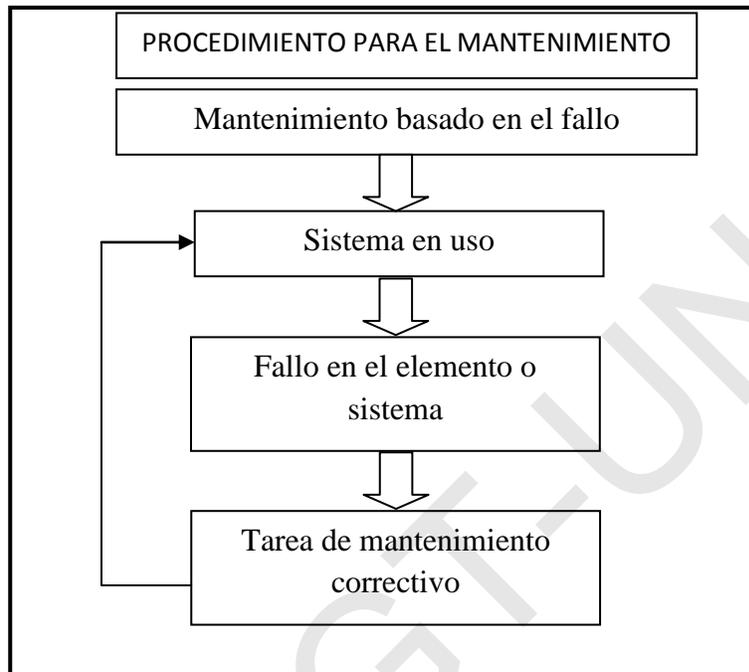
La política de mantenimiento basada en la presentación del fallo (Failure Based, FB) constituye un método en que se realizan tareas de mantenimiento correctivo tras ocurrir un fallo, a fin de recuperar la funcionabilidad del elemento o sistema considerado. Por consiguiente, este método de mantenimiento se puede describir como de reparación de averías, posterior al fallo, o no programado.

En la Figura 9 se representa un diagrama de procedimiento para la política de entendimiento basada en el fallo. Por lo general, esta política se aplica a elementos cuya

pérdida de funcionalidad no repercute en la seguridad del usuario y/o del entorno o en las consecuencias económicas del fallo.

Figura N° 9

Flujo de una política de mantenimiento basado en el fallo



Fuente; Mantenimiento por Jezdimir Knezevic Abril 1996

Ventajas del mantenimiento basado en el fallo

El principal atractivo de esta política de mantenimiento es la total utilización de la vida operativa del elemento considerado. Ello significa en la práctica que el tiempo medio para el mantenimiento (Mean Time To Maintenance, MTTM) de los elementos sometidos a esta política de mantenimiento basado en el fallo, $MTTM^f$, es idéntico al tiempo medio entre falla del equipo MTTF. En consecuencia el coeficiente de utilización de los elementos considerados, CU^f , valdrá siempre 1:

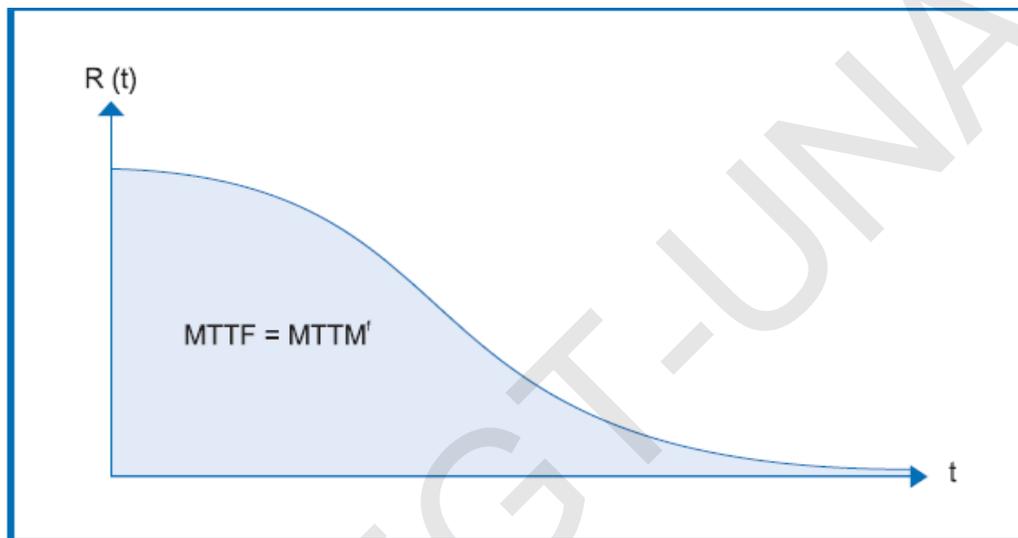
$$CU^f = \frac{MTTM}{MTTF} = 1$$

Ec. 2.12

En la práctica ello implica que cuando se aplica la política de mantenimiento FB, el usuario recupera íntegramente su inversión monetaria en el elemento o sistema, como lo podemos apreciar en gráficamente en la figura 10

Figura N° 10

Relacion entre $MTTF$ y $MTTM^f$ Para una politica basada en el fallo



Fuente: Fuente; Mantenimiento por Jezdimir Knezevic Abril 1996

Desventajas del mantenimiento basado en el fallo

A pesar de la ventaja monetaria que ofrece esta política de mantenimiento, presenta ciertas desventajas, entre los que las más importantes son las siguientes:

- a) El fallo de un elemento puede a su vez acarrear daños a otros elementos del sistema o al sistema mismo. Los análisis de los costos de mantenimiento han demostrado que una reparación realizada tras un fallo, será normalmente tres o cuatro veces más cara que si se hubieran realizado tareas de mantenimiento preventivo.
- b) Como el tiempo de aparición del fallo es incierto no puede planearse la tarea de mantenimiento, por lo que deben esperarse mayores tiempos de inmovilización, debido a la indisponibilidad de recursos (repuestos, personal, herramientas...).

Por tanto, esta política puede llegar a ser más costosa, debido al costo directo para recuperar la funcionabilidad del sistema, y al costo indirecto incurrido como resultado de la pérdida de producción, prestigio e incluso vidas.

Costo total directo de la política de mantenimiento basada en el fallo

Para evaluar el costo directo relacionado con la aplicación de la política de mantenimiento FB a un elemento o sistema, es necesario analizar todas las categorías de costos relacionadas. Así, durante el tiempo de operación fijado T_{st} , por ejemplo, un año o 3.000 horas, el costo total directo de mantenimiento, $CFM(T_{st})$, es una función de:

- a. El costo directo de cada tarea de mantenimiento correctivo realizado, CMT^c .
- b. El número de tareas de mantenimiento correctivo, NMT^c , realizadas durante el tiempo de operación fijado.
- c. La duración del propio tiempo de operación, T_{st} .
- d. El costo de oportunidad, o el costo de pérdida potencial de ingresos, CLR .

De esta forma, la expresión general para el coste total directo de la política de mantenimiento FB podría ser:

$CFM(T_{st}) = f(CMT^c, NMT^c, T_{st}, CLR)$	Ec. 2.13
--	-----------------

Como el análisis realizado hasta ahora del costo de mantenimiento demuestra claramente que los dos primeros elementos de la expresión anterior son variables aleatorias, se deduce que el costo total de mantenimiento para un tiempo de operación fijado es también variable aleatoria.

2.4.2 Políticas de Mantenimiento Basada en el Examen de la Condición

El momento oportuno para llevar a cabo el mantenimiento correctivo se debe determinar monitorizando alguna condición, aunque no siempre es fácil encontrar un parámetro fácilmente monitorizable que muestre el deterioro del equipo.

En el caso de que sí se pueda, se reduce, o incluso se elimina, el factor probabilístico en la predicción del fallo, maximizándose la vida del elemento y minimizándose las consecuencias del fallo. Sin embargo, el mantenimiento basado en el estado o condición puede ser costoso y tiempo e instrumentación. La conveniencia de esta política y su periodicidad dependerá de las características de deterioro del equipo estudiado y de los costos que éste implica.

En el extremo más simple, los equipos de fácil sustitución, como puede ser una pastilla de freno, pueden comprobarse a intervalos cortos y con poco costo. En el extremo contrario, los equipos de difícil sustitución, por ejemplo, un motor, pueden requerir un desmontaje completo para su inspección visual, pero con este tipo de equipos se pueden utilizar técnicas de monitorización de vibraciones, pulsos de choque, análisis de aceite, termografías. El alto costo de instrumentación se justificará por los elevados costos de reparación o por las pérdidas de indisponibilidad.

2.4.3 Políticas de Mantenimiento Basada en la Duración de la Vida del Sistema

Según la política de mantenimiento basada en la duración de vida del sistema (Life-Based, LB), se realizan tareas de mantenimiento preventivo a intervalos fijos, que son función de la distribución de vida de los elementos considerados. Como el principal objetivo es prevenir el fallo y sus consecuencias, este método de mantenimiento es a menudo llamado política de mantenimiento preventivo.

Otro nombre que puede encontrarse en la literatura para esta política, es el de mantenimiento planificado. La razón es que las tareas de mantenimiento se realizan en un

tiempo operativo predeterminado, lo que significa que es posible planificar todas las tareas y proporcionar todo el apoyo preciso.

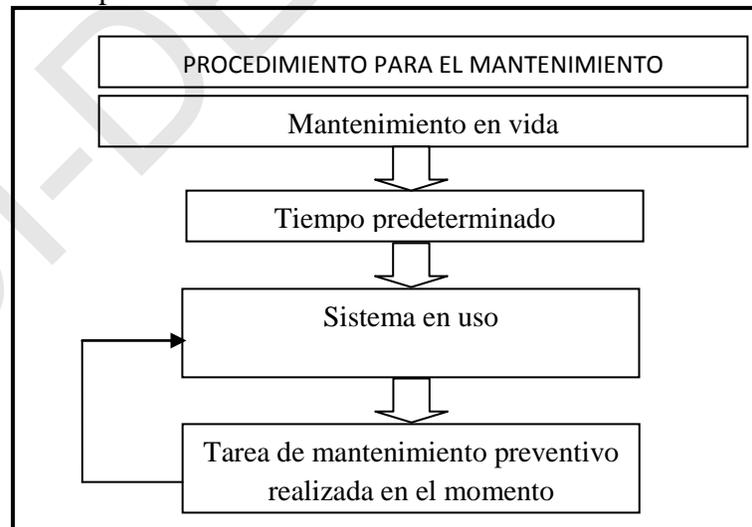
En la Figura 11 se presenta un diagrama del procedimiento de mantenimiento LB. El tiempo para efectuar el mantenimiento, se determina incluso antes de que el elemento haya comenzado a funcionar. A intervalos predeterminados de la vida en estado funcionable, se llevan a cabo tareas de mantenimiento preventivo especificadas. Si el elemento falla antes del tiempo TP, el usuario debe realizar tareas de mantenimiento correctivo; en el momento TP es necesario realizar la tarea preventiva planeada.

La política de mantenimiento LB puede aplicarse con efectividad a elementos o sistemas que cumplen algunos de los siguientes requisitos:

- a) Al realizar la tarea se reduce la probabilidad de producción de fallos en el futuro.
- b) El costo total de aplicar esta política es sustancialmente menor que el de la política de mantenimiento FB.
- c) La observación de la condición del elemento no es técnicamente factible o es económicamente inaceptable.

Figura N° 11

Flujo de una política de mantenimiento basado en la vida del sistema



Fuente; Mantenimiento por Jezdimir Knezevic Abril 1996

Ventajas de la política de mantenimiento LB

Una de las principales ventajas de esta política de mantenimiento es el hecho de que las tareas de mantenimiento preventivo se realizan en un instante de tiempo predeterminado, con lo que pueden suministrarse por anticipado todos los recursos de apoyo al mantenimiento, evitando posibles interrupciones costosas.

Otra ventaja de la política LB es evitar la producción de fallos, que en algunos casos pueden tener consecuencias catastróficas para el usuario o explotador y para el entorno (Chernobyl, Bophal, Piper, Alpha, etc.).

Desventajas de la política de mantenimiento LB

A pesar de las ventajas presentadas anteriormente, la política de mantenimiento LB tiene bastantes desventajas que deben reconocerse y minimizarse. Por ejemplo, puede ser poco rentable porque se reemplazan prematuramente la mayoría de los elementos, independientemente de su estado. El coeficiente de utilización del elemento o sistema considerado, CU^1 , definido como:

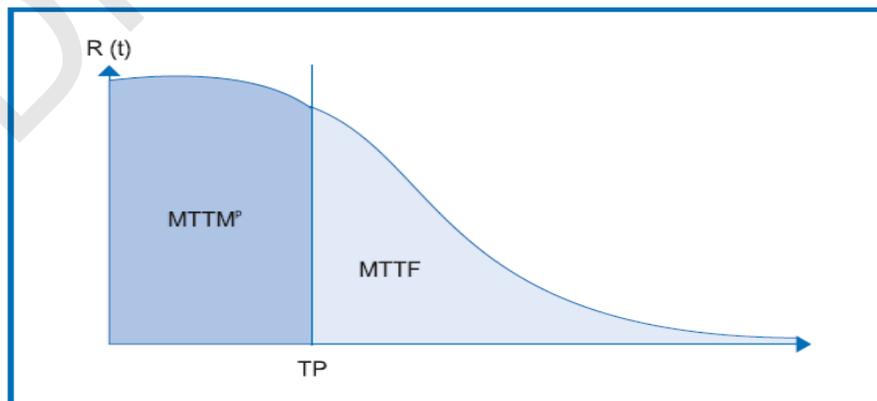
$$CU^1 = \frac{MTTP}{MTTF} \ll 1$$

Ec. 2.14

Ilustrada en la figura 12

Figura N° 12

Relacion entre MTM^P y $MTTF$ Para una politica basada en LB



Fuente; Mantenimiento por Jezdimir Knezevic Abril 1996

Costo de la política de mantenimiento LB

El costo directo asociado con cada tarea de mantenimiento, CMT, está relacionado con el costo de recursos de mantenimiento, CMR, por un lado, y por otro con el costo de las consecuencias, CLR, que en este caso está relacionado con los ingresos perdidos por el usuario debido a la indisponibilidad del sistema.

Así, la expresión general del costo de cada tarea de mantenimiento tendrá diferentes formas para diferentes políticas de mantenimiento, como se muestra a continuación;

$$CMT^P = C_s^P + C_m^P + C_p^P + (DMT^P + DST^P) \times HR \quad \text{Ec. 2.15}$$

Donde:

CMT^P = es el costo correspondiente en el caso de mantenimiento basado en la vida del sistema.

La expresión general del costo de cada mantenimiento.

C_s^P = costo de los repuestos.

C_m^P = coste del material.

C_p^P = coste del personal

DMT (Duration of Elapsed Maintenance Time) = es una variable aleatoria que representa el tiempo empleado en la tarea de mantenimiento.

DST^P = representa una variable aleatoria conocida como duración de la tarea de apoyo, y está relacionada con el tiempo empleado en el apoyo, que es el tiempo durante el que la tarea de mantenimiento requerida no puede completarse satisfactoriamente debido a la falta de recursos (repuestos, material, personal cualificado, herramientas, equipo especializado necesario, instalaciones, etc.)

HR = representa el valor monetario de las pérdidas para el explotador o usuario, producidas durante cada hora en que el elemento o sistema está indisponible para generar ingresos.

2.4.4 Políticas de Mantenimiento Basada en la Inspección

Tradicionalmente, las políticas de mantenimiento preventivo y correctivo han sido las favoritas entre los directores de mantenimiento. Sin embargo, durante los últimos veinte años, muchas organizaciones industriales han reconocido los inconvenientes de estos métodos. Por tanto, la necesidad de proporcionar seguridad y de reducir el costo de mantenimiento ha llevado a un interés creciente en el desarrollo de políticas de mantenimiento alternativas.

El método que parece ser más atractivo para minimizar las limitaciones de las tareas de mantenimiento existentes es la política de mantenimiento basado en la condición (Inspection-Based, IB). Este procedimiento de mantenimiento admite que la razón principal para realizar el mantenimiento es el cambio en la condición y/o las prestaciones, y que la ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo debe estar basada en el estado real del elemento o sistema. Mediante el control de ciertos parámetros sería posible identificar el momento más conveniente en el que se deben realizar las tareas de mantenimiento preventivo.

La ventaja de este procedimiento es que proporciona una mejor utilización del elemento considerado que en el caso de la aplicación de mantenimiento preventivo, satisfaciendo el nivel requerido de seguridad o de utilidad.

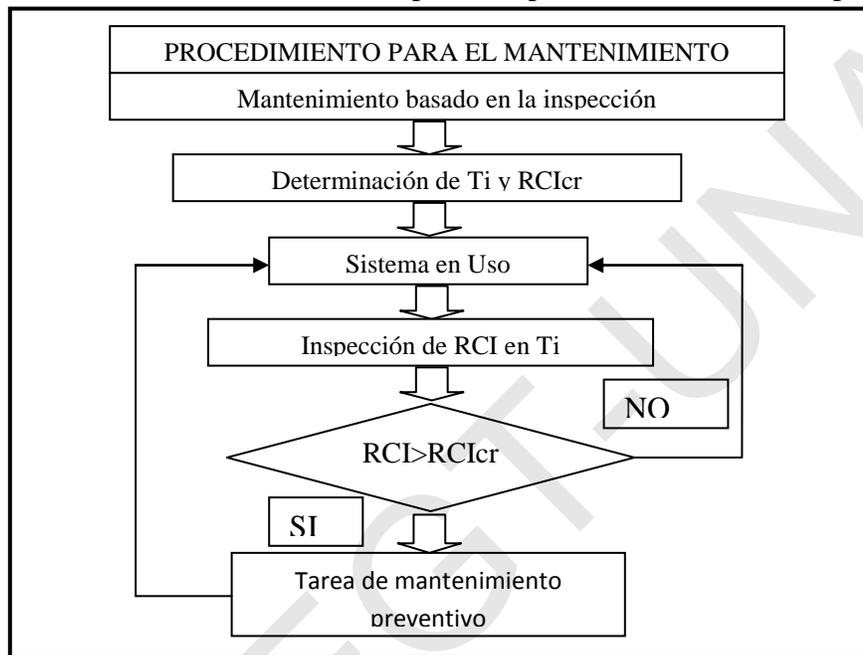
La inspección es una tarea de mantenimiento condicional, que tiene como resultado un informe sobre la condición del elemento, es decir, si la condición es satisfactoria o no, lo que se determina a través del Indicador adecuado de la condición (Relevant Condition Indicator, RCI). El rasgo común de todas estas tareas es que los resultados obtenidos no tienen ningún efecto sobre la programación de la siguiente inspección. Antes de que el elemento o sistema se ponga en servicio se determina la frecuencia más adecuada para las inspecciones, T_{Ti} .

Así, durante la operación del elemento o sistema, las inspecciones se llevan a cabo con intervalos fijos especificados hasta que se alcanza el nivel crítico, $RCI(T_{Ti}) > RCI_{cr}$, en cuyo momento se realizan las tareas de mantenimiento preventivo prescritas. Si el elemento

falla entre inspecciones, se realiza un mantenimiento correctivo. El Flujo presentado en la Figura 13 muestra el procedimiento de mantenimiento cuando se usa la inspección para vigilar la condición.

Figura N° 13

Procedimiento de mantenimiento para una política basada en la inspección



Fuente; Mantenimiento por Jezdimir Knezevic Abril 1996

Ventajas de la política de mantenimiento IB

Los sistemas cuya operación sigue una técnica de vigilancia de la condición producirán información acerca de la condición de sus elementos componentes. Los ingenieros de mantenimiento comienzan a darse cuenta del valor de esta información. Los beneficios de la vigilancia de la condición pueden resumirse así:

- 1) Detección, lo más pronto posible, del deterioro en la condición y/o en las prestaciones de un elemento o sistema.
- 2) Reducción del tiempo de inmovilización de los sistemas, ya que los ingenieros de mantenimiento pueden determinar el intervalo de mantenimiento óptimo, a través de la

condición de los elementos componentes. Esto permite una mejor planificación del mantenimiento y un uso más eficaz de los recursos.

- 3) Mejora de la seguridad, ya que las técnicas de vigilancia permiten al usuario detener el sistema antes de que se produzca un fallo.
- 4) Aumento de la disponibilidad, al poder mantener los sistemas funcionando durante más tiempo.

Una vez ya realizado la revisión documentación teórica la investigación se desarrolló siguiendo enfoque de mantenimiento preventivo que nos ofrece la filosofía del mantenimiento de clase mundial y el TPM, las cuales manifiestan directrices claras hacia una excelencia.

CAPÍTULO III: ENFOQUE Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación es cuantitativo ya que se realizó una recolección de datos numéricos y estandarizados, realizándose un análisis de cuál es el *“EFECTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LOS COSTOS DE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES DE LA CIUDAD DE COMAYAGUA”*. A través de la aplicación de un instrumento, que en este caso fue un Cuestionario estructurado con fin de obtener datos de forma objetiva sin afectar el fenómeno de investigación, la cual se aplicó en los departamentos de mantenimiento de las empresas industriales de la ciudad de Comayagua.

Una vez recolectados los datos se procedieron a tabular y analizar mediante herramientas estadísticas realizando un examen lógico y razonamiento deductivo con el fin de obtener conclusiones y responder a las preguntas de investigación planteadas.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Las características del trabajo de investigación responden a los del tipo descriptivo, ya que se describen los aspectos más característicos, distintivos y particulares de los tipos de mantenimientos utilizados por las empresas industriales de la ciudad de Comayagua, las variables de estudio han sido descritas sin alterarlas en su análisis.

Consistió en recolectar información de manera independiente para realizar un análisis que dejó abordar los diferentes tipos de mantenimiento utilizados por las empresas industriales para sus equipos y maquinarias así como la administración y controles que forman parte del control interno del departamento de mantenimiento, evaluando a la vez los diferentes tipos de gestiones y procesos existentes en las empresas evaluadas, las personas que intervienen y la relación entre ellos, de modo que permita inferir o sacar conclusiones válidas para ser utilizadas en el trabajo de investigación, y que a la vez permitirá la evaluación del impacto que tienen en los costos.

CAPÍTULO IV: VARIABLES DE ESTUDIO

4.1 VARIABLES

Para el desarrollo de la investigación se seleccionaron una serie de variables de estudio y que se refirieron a conceptos que adquirieron valores, permitiendo describir los tipos de mantenimientos utilizados y así determinar el mejor tipo de mantenibilidad a utilizar.

Se utilizó variables cuantitativas para medir cantidades, se manejaron variables discretas para casos en donde solo se requiere contabilizar valores, las cuales listamos a continuación:

1. Políticas
2. Riesgos
3. Control
4. Presupuesto
5. Desempeño
6. Efectividad
7. Beneficio económico
8. Capacidad operacional
9. Mantenimiento
10. Costos
11. Factibilidad

4.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla N° 1 Matriz Metodológica Para la Operacionalización de las Variables								
TÍTULO	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECIFICO	VARIABLES	DEFINICION		INDICADORES	REFERENTES MÍNIMO	ITEMS
				CONCEPTUAL	OPERACIONAL			
IMPACTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LOS COSTOS DE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES DE CIUDAD DE COMAYAGUA	Determinar el impacto de un mantenimiento preventivo en los costos de las empresas industriales de la ciudad de Comayagua.	1. Conocer las políticas y procesos a nivel operacional como administrativo que ayuden a identificar y medir los índices de desempeño del mantenimiento preventivo.	políticas	Orientación clara hacia donde deben dirigirse todas las actividades de un mismo tipo. (Torres, 1996)	Existencia de directrices claras hacia donde debe dirigirse el departamento de mantenimiento.	Tipos de Políticas utilizadas e implementadas por las empresas industriales de la ciudad de comayagua.	30% Implementado de la políticas Utilizada por el departamento de mantenimiento.	¿Tipos de política de mantenimiento utilizadas por las empresas? (Seleccione la de mayor Prioridad)
			Riesgo	Variabilidad de los rendimientos en la relación con lo que se espera recibir. (James C. Van Horne, 2002)	Las fallas en la maquinaria y equipos son minimos cuando se utiliza un mantenimiento preventivo	.-Riesgos de paradas no programadas por falta del mantenimiento preventivo	0% paradas no programadas .	¿Cual es Incidencia en fiabilidad por no realizar el mantenimiento preventivo? ¿El rendimiento de la maquinaria se ve afectado por la falta del mantenimiento preventivo? ¿Cual es Incidencia en fiabilidad no realizar el mantenimiento preventivo? ¿La falta del mantenimiento preventivo es la causa principal por la que
			Presupuesto	Herramienta de planificación que, de una forma determinada, integra y coordina las áreas, actividades, departamentos y responsables de una organización, y que se expresa en términos monetarios los ingresos, gastos y recursos que se generan en un período determinado para cumplir con los objetivos fijados en la estrategia. (González L. M., 2009)	Estrategias por el cual el departamento de mantenimiento se guía para el control del presupuesto mensual.	.-Presupuetos mensuales de mantenimiento .-Estrategias de reducción de presupuestos	Cumplimiento del 100% del presupuesto.	¿El control de inventarios de repuestos es factor fundamental para el control costos de mantenimiento?
		2. Describir los niveles de desempeño de un mantenimiento preventivo que contribuye a la efectiva reducción de los costos de las empresas.	Control	Conjunto de normas, procedimientos y técnicas a través de las se mide y corrige el desempeño para asegurar la consecuencia y técnicas. Como conjunto constituye un todo, un QUE, esto es, un objetivo: Por ello está muy ligado al poder (social, cultural, político, económico, religiosos, etc.). Como tal busca asegurar la consecución de los objetivos (Mantilla Blanco, 2005)	Existencia de puntos de controles (numero de supervisiones técnicas-administrativas) por el nivel jerárquico de los miembros del departamento de mantenimiento que tengan por misión lograr el mayor provecho posible del procesos de mantenimiento	.-Numero de supervisiones técnicas-administrativas realizadas por el nivel jerárquico de los miembros del departamento de mantenimiento	0% puntos de control y supervisiones técnicas-administrativas.	¿Los procedimientos para el desarrollo del mantenimiento son adecuados ? ¿Los supervisores de mantenimiento velan porque se cumplan las actividades de mantenimiento?
			Desempeño	Cumplimientos de metas y objetivos propuestos. (Gonzales Suárez, Mayo 2005)	Cumplimiento de metas y objetivos que se contemplan en el departamento de mantenimiento.	.-Numero de fallas del por equipos criticos .-Tiempos entre cada una de las fallas .-Tiempos de reparación de cada una de las fallas .- Ejecucion del tipo de mantenimiento	.-Los tiempos entra cada falla para los equipos criticos son de 1 falla por año.	¿Qué tipos de técnicas de mantenimiento existe para la maquinaria en su empresa? ¿Existe programación de mantenimiento de acuerdo a prioridad?, (por ejemplo mantenimiento A, B y C siendo A de mayor Prioridad y C menor prioridad) ¿Qué tipo de fallas de mantenimiento se analizan?
			Efectividad	Medida de la eficiencia de cada técnica y a su vez, la eficiencia como la forma de evaluar el binomio de resultados técnicos: Fiabilidad mas disponibilidad, asociada a un determinado costo. (Fernandez, 2005)	Utilizacion al maximo de la maquinaria, es decir la razon que existe entre el trinomio: fiabilidad * disponibilidad * Calidad	.-Porcentaje de capacidad operativa aprovechado de la maquinaria y equipos	.-Ejecución de mantenimiento programado tipo A=100% .-Ejecución de mantenimiento programado tipo B>85% .-Ejecución del mantenimiento programado tipo C>75%	¿Cuál es el cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados de Prioridad "A"? ¿Cuál es el cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados de Prioridad "B"? ¿Cuál es el cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados de Prioridad "C"?
		3. Identificar los principales beneficios económicos para las industrias que determinan la factibilidad de optar por un mantenimiento preventivo.	Factibilidad	la factibilidad es la sumatoria de la: viabilidad mercadologica + viabilidad juridica + viabilidad operacional + viabilidad contable + viabilidad ambiental + viabilidad financiera	Existencia de un personal gerencial y tecnico calificado para la correcta gestion y elaboración del mantenimiento preventivo en las empresas industriales de comayagua	.-Capacidad de gerenciar para la administracion de la empresa .-Competencias del personal para la la implementacion de las tareas .-La rentabilidad del mantenimiento preventivo	.-Toma de decisiones .-Liderazgo .-Formacion academica .-Motivacion del grupo de trabajo .-Perfiles de puestos	¿Cuál es su cargo funcional? ¿Hace cuanto tiempo Ud. esta en este puesto administrativo? ¿Cuáles han sido las principales limitantes para el desarrollo del mantenimiento preventivo en la institución? ¿Qué tan motivado se encuentra usted hacia el trabajo que realiza en esta empresa?
			Capacidad operacional	La asociación PAICS, American production and Inventory Control Society, Define la capacidad industrial como el máximo ritmo de output sostenible que se puede conseguir con las especificaciones normales del producto, mix de producción, esfuerzo normal de mano de obra, planta y equipos existentes (Tejero, Marzo 2007)	Es la razón máxima de capacidad productiva o de conversión para la elaboracion de un proceso o producto existente en las operaciones de la organización por la maquinaria existente.	.-Capacidad maxima .-Capacida nominal .-Capacidad demostrada	Indicadores>85% de capacidad Utilizada; empresas con buena competitividad	¿Cuál es la disponibilidad de operación de los equipos? ¿Cuál es la disponibilidad de operación de los equipos de acuerdo a su diseño de operación?
		4.- Analizar los costos y los riesgos que implica para las empresas industriales al no contar con un mantenimiento preventivo de Comayagua.	Mantenimiento	Técnicas que asegurar la correcta utilización de edificios e instalaciones y el continuo funcionamiento de la maquinaria y equipo. (Sacristan, S/F)	Tipos de mantenimientos utilizados para la conservacion de la maquinaria de la emspresas industriales	.-Mantenimiento correctivo .-Mantenimiento preventivo .-Mantenimiento predictivo	.-Mantenimiento predictivo mayor prioridad .-Mantenimiento preventivo prioridad intermedia .-Mantenimiento correctivo menor priodad	¿Considera usted que al mantenimiento preventivo se le debe dar mayor prioridad que a las otras técnicas de mantenimiento? ¿El personal encargado de la mantenibilidad tiene las habilidades para llevar a cabo las tecnicas de mantenimiento utilizadas por el departamento de mantenimiento?
		5. Identificar las fortalezas técnicas del personal encargado de la manutención que contribuyen a un mejor desempeño del mantenimiento preventivo	Costos	La contabilidad de costos es un sistema de información, con el cual se determina el costo incurrido al realizar un proceso productivo y la forma como se genera este en cada una de las actividades en las que se desarrollan la producción. (Medina, Septiembre 2007) La reducción de costos es una estrategia dirigida hacia lograr minimizar los costos variables asociados con el desplazamientos y el almacenamiento. (Ballou, 2004)	.-costos en los que incurre la empresa por el tipo de mantenimiento utilizado por las empresas industriales.	.-Presupuesto .-Costos de inventarios .-Costos de manutención del stock de repuestos innesarios .-Costos por mano de obra no aprovechada al 100% .-Costos por mala planificación de trabajos. .-Utilizacion al maximo de la	.-Hay una meta de reducción de costos del mantenimiento de al menos un 5% anual	¿Cual es el mayor costo en que incurre la empresa por no contar con un mantenimiento preventivo instalado en su totalidad? ¿Rango de reduccción de las metas establecidas? ¿Existen estrategias para la reducción de costos mantenimiento?(controles de inventarios) ¿El control de inventarios de repuestos es factor fundamental para el control costos de mantenimiento? ¿Todos los trabajos de mantenimiento son planificados correctamente?

CAPÍTULO V: ESTRATEGIA METODOLÓGICA

5.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En cuanto al diseño de la investigación es del tipo No-Experimental porque las variables de estudio no fueron alteradas de manera intencionada en la investigación, debido a que éstas ya han ocurrido sin la intervención directa del investigador.

Por otro lado la investigación es transaccional-descriptiva, por cuanto la recolección de los datos se realizó en un solo momento, un tiempo único, debido a que su propósito fue describir las variables y analizar su incidencia en un momento dado.

Para poder llevar a cabo esa “descripción – medición” se buscó responder cada uno de los objetivos específicos planteados. Con este fin, se organizó distintos elementos referidos a cada objetivo específico, según lo visto en el marco teórico de una manera operacional, lo que permitió hacer las preguntas pertinentes de cada elemento a describir.

5.2 POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO

5.2.1 Delimitación de la Población

La población objeto de la investigación está conformada por el conjunto de empresas industriales ubicadas en la ciudad de Comayagua, es decir que la población está conformada el conjunto industrial de la ciudad objeto de estudio.

Alcance: Empresas Industriales de la ciudad de Comayagua. Que según la Cámara de comercio e industrias de Comayagua son un total de 3 (Ver anexo N°1).

Unidades de muestreo: Departamento encargados del mantenimiento.

Tiempo: Agosto a septiembre del 2013

Población objeto de estudio: Gerentes, Jefes, coordinadores y supervisores que trabajan directamente en las labores del mantenimiento industrial.

5.2.2 Tamaño de Muestra

La muestra está compuesta por el conjunto de empresas industriales específicamente de la ciudad de Comayagua, las cuales son tan solo tres industrias, las demás empresas se clasifican el rubro agroindustriales, además tampoco cuentan con departamentos de mantenimiento. Según Mirza Guillen Gerente Ejecutiva de la Cámara de Comercio e Industrial de Comayagua.

Por lo que el tamaño de muestra la será de un 100%, es decir:

“n” (tamaño de la muestra) = “N” (tamaño de la población)

5.2.3 Tipo de Muestreo

El tipo de muestreo es probabilístico ya que todos los miembros de la población (personal del departamento de mantenimiento de las empresas industriales), tienen la misma probabilidad de ser tomados en cuenta para el estudio

Por lo cual no será necesario identificarlas mediante técnicas de muestreo, debido a que la muestra ya está identificada y es pequeña.

5.3 RECOLECCIÓN DE DATOS

Para efectos de la recolección de la información se tomara al personal que labora en cada una de las unidades administrativas de los departamentos que conforma la población objeto de estudio, o sea a los gerentes, coordinadores, jefes y supervisores que forman parte de las unidades dentro de la estructura organizacional del mantenimiento que serán objeto de

estudio. Es por esto que en este estudio no es necesario identificarlas mediante técnicas de muestreo, si no que la muestra ya está identificada.

5.3.1 Método para la Recolección de Datos

El método de recolección de datos será mediante una Cuestionario que se aplicará de forma oral al personal de los departamentos de encargados del mantenimiento en las empresas industriales de la ciudad de Comayagua. Esta se realizara con el permiso de las personas encargadas sin violentar ninguna regla en cada empresa aplicada el instrumento.

Además se realizara una **Revisión documental**, Para la cual nos servirá de guía el listado descrito a continuación:

1. Procesos de compras.
2. Controles financieros.
3. Controles de inventarios.
4. Procedimientos de preparaciones de trabajos.
5. Potenciales del mantenimiento preventivo, en relación a los resultados que se espera lograr a partir de esta práctica.
6. Los valores y las actitudes que deben desarrollar los técnicos y la Administración para llevar a cabo la manutención.
7. Tipos de políticas utilizadas por el departamento de mantenimiento.

5.3.2 Instrumento de Investigación

El instrumento de investigación que se utilizo para realizar la investigación fue el Cuestionario (Ver anexo N°2), el cual contiene una serie de preguntas estructuradas, con rangos en su mayoría para que las personas sientan más confianza en responder a las preguntas propuestas, de igual manera el Cuestionarios y será anónimo lo que le dará mayor confiabilidad.

El cuestionario se aplicará de manera oral y personal, el tiempo esperado para dicho instrumento será de 30 min por persona.

5.3.3 Prueba Piloto

Se realizó una prueba piloto con el objetivo de verificar la consistencia del cuestionario y optimizar la manera en que se recolectan los datos. La prueba piloto se aplicó con una muestra de una de las tres empresas que forman parte de la población objeto de estudio.

Las desviaciones encontradas en el cuestionario a través de la prueba piloto fueron corregidas antes de la realización del muestreo definitivo.

Los puntos de mejoras que surgieron fueron los siguientes:

A.- Se organizó el cuestionario en dos secciones o etapas.

I. Perfil Laboral: Consta de preguntas personales

II. Preguntas Técnicas: Preguntas relativas al tema de investigación

B.- Se reformuló la redacción y opciones de respuestas de las siguientes preguntas ya que estas eran muy confusas y ambiguas al momento de contestarlas por los encuestados:

¿Qué tipo de técnicas de mantenimiento existe para la maquinaria en su empresa?

- 1.- Solo Mantenimiento Correctivo
- 2.- Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo
- 3.- Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo

¿Qué tipo de fallas de mantenimiento se analizan?

- 1.- Ninguna Tipo de Falla
- 2.- Las Fallas Recurrentes
- 3.- Las Fallas esporádicas

4.- Todas las Fallas

¿Cuál cree usted que ha sido la principal limitante para el desarrollo del mantenimiento preventivo dentro de la institución? (Seleccione únicamente la que usted considere de mayor importancia)

- 1.- Falta de habilidades técnicas del personal
- 2.- Falta de toma de decisiones
- 3.- Falta de formación académica del personal
- 4.- Falta de liderazgo de los jefes
- 5.- Perfiles de puestos no adecuados

¿Cuál es el mayor costo en que incurre la empresa por no contar con un mantenimiento preventivo instalado en su totalidad?

1. Presupuesto mayor de lo planificado
2. Altos costos de inventarios
3. Costos por stock de repuestos innecesarios
4. Costos por mano de obra no aprovechada al 100%
5. Costos por mala planificación de trabajos.
6. Otros costos especifique

¿Tipos de política de mantenimiento utilizadas por las empresas? (Seleccione la de mayor Prioridad)

- 1.- Políticas de mantenimiento Basado en el fallo
- 2.- Políticas de mantenimiento basado en la condición
- 3.- Políticas de mantenimiento basado en la duración de la vida del equipo o sistema
- 4.- Políticas de mantenimiento basado en la inspección

¿Los procedimientos para el desarrollo las actividades del mantenimiento son adecuados?

1.- Si

2.- No

¿Rango de reducción de las metas establecidas?

1.- Menor a 5%

2.- Mayor de 5% pero menor a 10%

3.- Mayor del 10%

C.- Se eliminaron las siguientes preguntas ya que estas preguntas no agregaban información valiosa a la investigación:

¿Qué tipo de mantenimiento se le da como mayor prioridad para la manutención por las empresas industriales?

¿Cuáles son las fallas más recurrentes de la maquinaria?

¿Existe algún tipo de análisis para las fallas de la maquinaria?

¿Hay alguna clasificación por criticidad para los equipos, por ejemplo: A para lo más críticos, B criticidad intermedia y, C para criticidad menor?

¿Hay metas de reducción por los costos debido al mantenimiento anual?

¿Conoce usted el perfil de su puesto dentro de la institución?

¿Usted ha recibido la inducción para el cumplimiento de sus funciones?

¿Cómo ha adquirido sus habilidades para el desarrollo de su puesto?

¿Qué tan a menudo hay fallas por falta de mantenimiento preventivo?

¿Cuánta pérdida económica hay cuando hay paradas no programadas por la inexistencia del mantenimiento preventivo?

D.- Se agregaron las siguientes preguntas para poder recolectar más información y poder validar así como enriquecer aun más la investigación:

¿El personal encargado de la mantenibilidad tiene las habilidades para llevar a cabo las técnicas de mantenimiento utilizadas por el departamento de mantenimiento?

¿Los supervisores de mantenimiento velan porque se cumplan las actividades de mantenimiento?

¿Qué porcentaje representan las quebras o fallas en la eficiencia global?

¿La falta del mantenimiento preventivo es la causa principal por la que el presupuesto de mantenimiento se sale de lo programado?

¿El rendimiento de la maquinaria se ve afectado por la falta del mantenimiento preventivo?

¿Cual es Incidencia en fiabilidad no realizar el mantenimiento preventivo?

¿Todos los trabajos de mantenimiento son planificados antes de su ejecución correctamente?

¿El control de inventarios de repuestos es factor fundamental para el control costos de mantenimiento?

¿Existen estrategias para la reducción de costos mantenimiento?

¿Considera usted que al mantenimiento preventivo se le debe dar mayor prioridad que a las otras técnicas de mantenimiento?

5.3.3.1 Validez y Confiabilidad

El método que se utilizado para determinar la confiabilidad fue de medidas de consistencia interna método de alfa Cronbach.

A lo cual se realizo de la siguiente manera:

Tabla N° 2: Validez y Confianza

Variable	Preguntas de medición del cuestionario	Alfa de Cronbach
Desempeño	P.5, P.6, P.7, P.8, P.9, P.11, P.12 y P.13	0.741
Control (Procesos)	P.6, P.10 y P.17	0.779
Mantenimiento	P.4, P.17 y P.27	0.750
Políticas	P.5, P.27 y P.28	0.738
Costos	P.22, P.23, P.24. P.25 y P.26	0.694
Efectividad	P.7, P.8 y P.9	0.806
Beneficios Económico	P.13, P.14, P.15 y P.16	0.629
Factibilidad	P.1, P.2, P.3 y P.18	0.736
Riesgo	P.19, P.20 y P.21	0.738
Presupuesto	P.10 y P.23	0.857
Disponibilidad operacional	P.13 y P.14	0.750

CAPÍTULO VI: PLAN DE ANÁLISIS

6.1 PREPARACIÓN DE DATOS

Para el análisis los datos se van a tabularan y se utilizara el programa SPSS con el cual se realizarán todos los análisis correspondientes para corroborar los objetivos establecidos preguntas de investigación así como describir las variables de estudio.

6.2 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

El procesamiento de datos se realizará una vez que se tengan todos los cuestionarios llenados, dentro del cuestionario se colocó preguntas filtro las cuales son orientadas a determinar las técnicas de mantenimientos utilizadas, y medir el impacto del mantenimiento en los costos de la empresa a las personas entrevistadas y en base a estas respuesta se continuará tabulando los datos de la encuesta o no.

En caso de encontrar un cuestionario mal llenado se procederá a la visita de la empresa de donde provino dicha cuestionario para su nuevo llenado hasta que este correctamente llenado.

Una vez listo los cuestionarios se procederé al análisis de los datos mediante la herramienta SPSS y realizando análisis de estadística descriptiva para aquellos ítems que responda a una cualidad y para los ítems cuantitativos, se calcularan medidas de tendencia central (media, mediana) y dispersión (Desviación Estándar).

6.3 TABLA DE CÓDIGOS

A continuación se presenta un fragmento de la tabla de códigos utilizado para la entrevista. (Ver Anexo N°3 para poder visualizar la tabla completa)

Tabla N° 3
Codificación de Datos

Variable	Ítems	Categorías	Código	Columna
Desempeño	P.5 ¿Qué tipos de técnicas de mantenimiento existe para la maquinaria en su empresa?	Solo Mantenimiento Correctivo	1	7
		Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo	2	
		Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento	3	
	P.6 ¿Existe programación de mantenimiento de acuerdo a prioridad?, (por ejemplo mantenimiento	Si	1	8
		No	2	
	P.7 ¿Cuál es el cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados de Prioridad "A"?	Menor a 40%	1	9
		Mayor a 40% pero menor a 80%	2	
		Mayor a 80% pero menor a 100%	3	
		Siempre es del 100%	4	
	P.8 ¿Cuál es el cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados de Prioridad "A"?	Menor a 40%	1	10
		Mayor a 40% pero menor a 80%	2	
		Mayor a 80% pero menor a 100%	3	
		Siempre es del 100%	4	
	P.9 ¿Cuál es el cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados de Prioridad "A"?	Menor a 40%	1	11
		Mayor a 40% pero menor a 80%	2	
		Mayor a 80% pero menor a 100%	3	
		Siempre es del 100%	4	
	P.11 ¿Los tiempos entra cada falla para los equipos críticos "A" son de: ?	0 a 3 meses	1	13
		4 a 6 meses	2	
7 a 9 meses		3		
10 a 12 meses		4		
Más de 12 meses		5		
P.12 ¿Qué tipo de fallas de mantenimiento se analizar	Ninguna Tipo de Falla	1	14	
	Las Fallas Recurrentes	2		
	Las Fallas esporádicas	3		
	Todas las Fallas	4		
P.13 ¿Cuál es la disponibilidad de operación de los e	Menor a 65%	1	15	
	Mayor de 65% pero menor de 75%	2		
	Mayor de 75% pero menor de 85%	3		
	Mayor de 85% pero menor de 95%	4		
	Mayor de 95%	5		
Procesos	P.6 ¿Existe programación de mantenimiento de acuerdo a prioridad?, (por ejemplo mantenimiento	Si	1	8
		No	2	
	P.10 ¿Los supervisores de mantenimiento velan porque se cumplan las actividades de mantenimiento?	Si	1	12
		No	2	
		A veces	3	
	P.17 ¿Los procedimiento para el desarrollo las actividades del mantenimiento son adecuados?	Si	1	19
No		2		

6.4 MATRIZ DE DATOS

Una vez desarrollada la tabla de códigos se presenta a continuación la “Matriz de Datos” para el cuestionario aplicado

Figura N°14
Matriz de Datos

		P.2	P.3	P.4	P.5	P.6	P.7	P.8	P.9	P.10	P.11	P.12
1	Cues. 1	3	2	2	3	2	2	1	1	1	1	1
2	Cues. 2	2	1	1	2	3	2	2	2	3	3	3
3	Cues. 3	4	4	3	2	2	1	2	2	1	1	1
4	Cues. 4	3	3	2	1	3	1	3	2	1	1	1
5	Cues. 5	3	4	2	1	2	1	1	1	1	1	1
6	Cues. 6	3	2	2	2	3	1	3	3	2	1	1
7	Cues. 7	1	4	2	1	2	1	3	2	2	1	3
8	Cues. 8	3	4	3	1	3	1	2	3	4	1	5
9	Cues. 9	3	4	2	1	3	1	3	3	1	1	4
10	Cues. 10	4	3	3	1	3	1	3	3	1	4	4
11	Cues. 11	4	4	1	1	3	1	3	2	1	1	3
12	Cues. 12	1	2	1	1	2	1	3	2	1	1	2
13	Cues. 13	3	4	2	1	3	2	1	1	1	2	2
14	Cues. 14	2	1	1	1	2	1	2	1	1	3	2

Valores de los sujetos en los ítems o preguntas (Ejemplo de categorías en las que cayeron transformadas a sus valores numérico, es decir, codificadas)

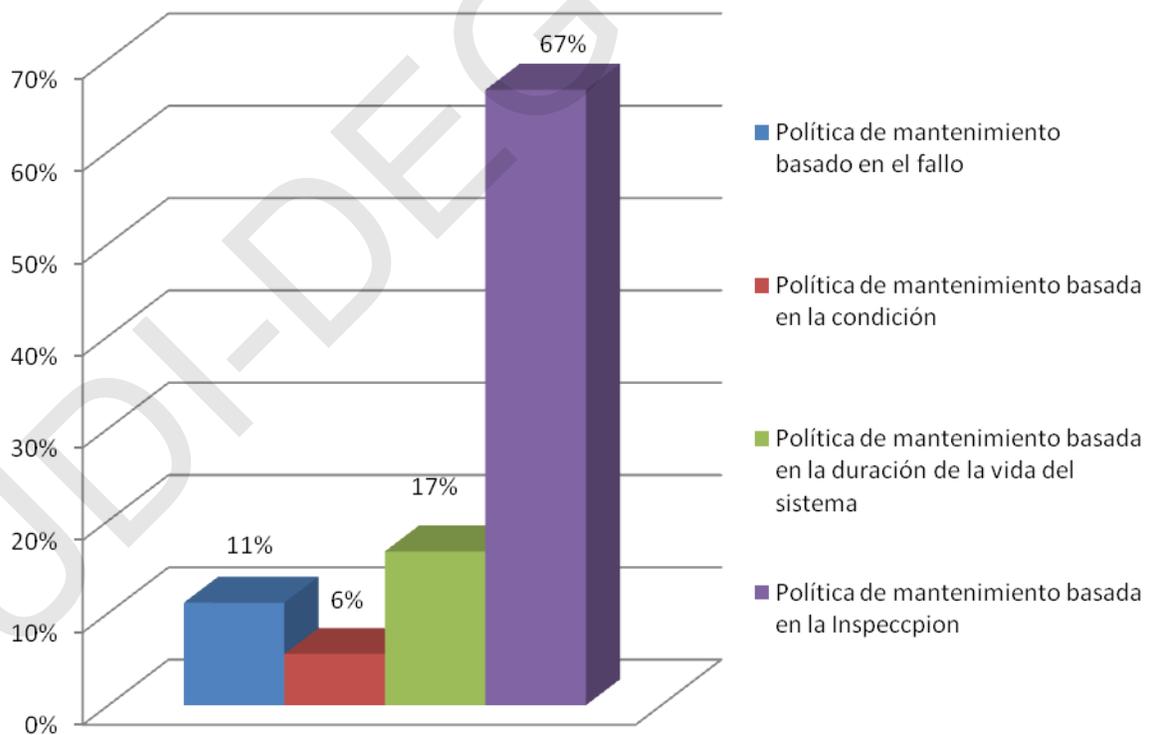
CAPITULO VII: ANÁLISIS DE DATOS

7.1 POLÍTICAS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

La importancia de conocer las políticas del mantenimiento es principalmente saber si las técnicas de mantenibilidad desarrolladas van de acorde al tipo de estrategia desarrollada por el departamento de mantenimiento de las empresas industriales de la ciudad de Comayagua.

Por que descubrimos que el 67% de la población objeto de estudio respondió que los departamentos de mantenimiento siguen la Política basado en la inspección, le sigue en segunda importancia la política basada en la duración de la vida del sistema con un 17%, las políticas que menos enfoque tiene por los departamentos son las políticas basadas en el fallo y políticas basada en condición con un 11% y 6% respectivamente (Ver grafico N°1)

Gráfico N° 1
Políticas de mantenimiento



7.2 TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO

Los tipos de técnicas principales de mantenibilidad utilizadas por los departamentos de mantenimiento en las empresas son:

- 1.-Mantenimiento correctivo,
- 2.-Mantenimiento preventivo, y
- 3.-Mantenimiento predictivo

En cuanto a estas técnicas de mantenimiento el 33% de la población respondió que en los departamentos de mantenimiento de las empresas industriales de la ciudad de Comayagua utilizan al menos las dos primeras técnicas de mantenibilidad, y el 67% de los cuestionarios respondieron que en sus empresas aplican las tres técnicas principales (Ver tabla N° 4), El 78% y 17% respondieron estar totalmente de acuerdo y de acuerdo respectivamente, que se debería dar mayor prioridad a la técnica de mantenimiento preventivo, tan solo el 6% aseguran no están de acuerdo (Ver grafico N° 2).

Gráfico N° 2
Tipos de mantenimiento y Prioridad en el uso

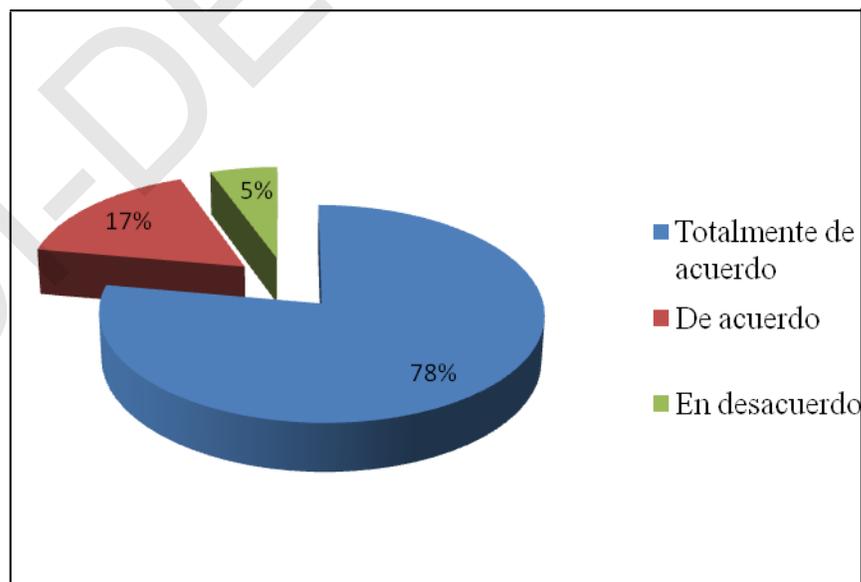


Tabla N° 4**Tipos de técnicas de mantenimiento utilizada para la maquinaria de la empresa**

	Frecuencia	Porcentaje
Mantenimiento Correctivo	0	0%
Mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo	6	33%
Mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo	12	67%
Total	18	100%

Fuente; Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

7.3 DESEMPEÑO DEL MANTENIMIENTO

En lo que respecta al desempeño y el cumplimiento de la programación del mantenimiento y las ejecuciones de trabajos según sus prioridades, se determina que:

El 83% de los encuestados describen que los departamentos de mantenimiento realizan sus programaciones de trabajos de acuerdo a prioridades A, B y C (“A” programación de mantenimiento a equipos críticos y “C” Programación de mantenimiento a equipos menos críticos), tan solo el 17% no utilizan este tipos de programación (Ver tabla N° 5), si bien es cierto que la mayoría de los departamentos cuenta con este tipo de programación analizando el cumplimiento para la programación de mayor prioridad vemos que no es el mejor ya que, este no se cumple al 100%, tan solo el 44% respondió que cumple el programa en el rango mayor 80% pero menor 100% y el 56% asevera que este cumplimiento es inferior al 80%. (Ver tabla N° 6)

Tabla N° 5
Existe programación de mantenimiento de acuerdo a prioridad, A, B y C

	Frecuencia	Porcentaje
Si	15	83%
No	3	17%
Total	18	100%

Fuente; Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

Tabla N° 6
Cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados prioridad "A"

	Frecuencia	Porcentaje
Menor a 40%	3	17%
Mayor de 40% pero menor a 80%	7	39%
Mayor a 80% pero menor a 100%	8	44%
Siempre es del 100%	0	0%
Total	18	100%

Fuente; Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

Al realizar un comparativo del cumplimiento de la ejecución del mantenimiento prioridad "A" versus disponibilidad vemos, que cuando mejor efectivo se cumplimiento del programa mejor es la disponibilidad de operación de los equipos de acuerdo a su diseño, esto se ve reflejado en el 39% de las respuestas indicando que en una ejecución del mantenimiento "mayor de 80% pero menor de 100%" hay una disponibilidad arriba del 85%, es decir que cuando mejor se es el cumplimiento de la ejecución del mantenimiento programado mejor es disponibilidad de los equipos, si se observan los datos de la tabla N° 7 a menos ejecución del mantenimiento planeado la disponibilidad de los equipos no es segura estando propensas a fallas.

7.4 TIEMPOS ENTRE CADA FALLA PARA LOS EQUIPOS CRÍTICOS

Al observar los datos nos damos cuenta que los tiempos entre fallas para los equipos críticos es bastante grave ya que 94% de las fallas (ver tabla N° 8) de estos equipos tiene un tiempo inferior al referente mínimo (ver tabla N°1 Operacionalización de variables), esto debido a que un equipo de esta naturaleza debe de trabajar al menos 1 año sin falla alguna.

Tabla N° 7
Cumplimiento de mantenimientos-Disponibilidad de operación

Cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados prioridad "A"	Disponibilidad de operación de los equipos de acuerdo a su diseño de operación				
	Menor a 65%	Mayor de 65% pero menor a 75%	Mayor de 75% pero menor a 85%	Mayor a 85% pero menor a 95%	Mayor a 95%
Menor a 40%	0%	6%	11%	0%	0%
Mayor de 40% pero menor a 80%	6%	0%	6%	17%	11%
Mayor a 80% pero menor a 100%	0%	6%	0%	11%	28%
Siempre es del 100%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente; Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

Tabla N° 8
Tiempos entre cada falla para los equipos críticos

	Frecuencia	Porcentaje
1 a 3 meses	7	39%
4 a 6 meses	5	28%
7 a 9 meses	3	17%
10 a 12 meses	2	11%
Mayor de 12 meses	1	6%
Total	18	100%

Fuente; Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

7.5 HABILIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Las habilidades del personal de mantenimiento y número de supervisiones técnicas-administrativas los entrevistados responden que el 61% del personal encargado de la mantenibilidad cuenta con las habilidades y procedimientos adecuados para llevar a cabo las tareas de mantenimiento, tan solo el 22% expresa que no cuenta con las habilidades y procedimientos adecuados (Ver tabla N° 9), para llevar a cabo las labores de mantenibilidad.

7.6 CONTROL DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

De la tabla N° 5 vimos que al menos el 83% de la población afirma contar con una programación de mantenimiento de acorde a prioridades, en la tabla N° 9 y N°10 se observa que 61% de los cuestionarios aseguran que existen procedimientos adecuados y que el personal encargado de las actividades de mantenimiento vela porque se cumpla dichos procedimientos.

Tabla N° 9

Habilidades del personal de mantenimiento

El personal encargado de la mantenibilidad tiene las habilidades para llevar a cabo las técnicas de mantenimiento utilizadas por el departamento de mantenimiento	Los procedimientos para el desarrollo del mantenimiento son adecuados	
	Si	No
Si	61%	11%
No	6%	22%

Fuente; Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

Tabla N° 10**Control de las Tareas de Mantenimiento**

Los procedimientos para el desarrollo del mantenimiento son adecuados	Los supervisores de mantenimiento velan porque se cumplan las actividades de mantenimiento		
	Si	No	A veces
Si	61%	0%	6%
No	17%	0%	17%

Fuente: Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

7.7 COSTOS POR NO CONTAR CON EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Los costos en los que incurre las empresas industriales por no contar con un mantenimiento preventivo totalmente instalado, expresan en el gráfico N° 3 lo siguiente; el 28% del personal que respondió los cuestionarios determinan que el mayor de ellos es un desbalance del presupuesto o presupuesto fuera de lo planificado con un, el 22% indica que se realiza un mala planificación de los trabajos, un 17% y 11% refleja que existe un impacto en inventario, lo que provoca un inventario innecesario en los almacenes de repuestos y altos costos de conservación de dichos repuestos, un 11% refleja que se deja de aprovechar la mano de obra al máximo, el resto expresa que todos ellos tiene el mismo impacto.

Al momento de la investigación el 89% de los personas aseguran de forma definitiva que el inventario es factor fundamental para el control de los costos de mantenimiento (Ver tabla N° 11) y tan solo el 11% indican que a veces influye en dicho control.

Grafico N° 3
Mayor costo en que incurre la empresa por no contar con un mantenimiento preventivo instalado en su totalidad

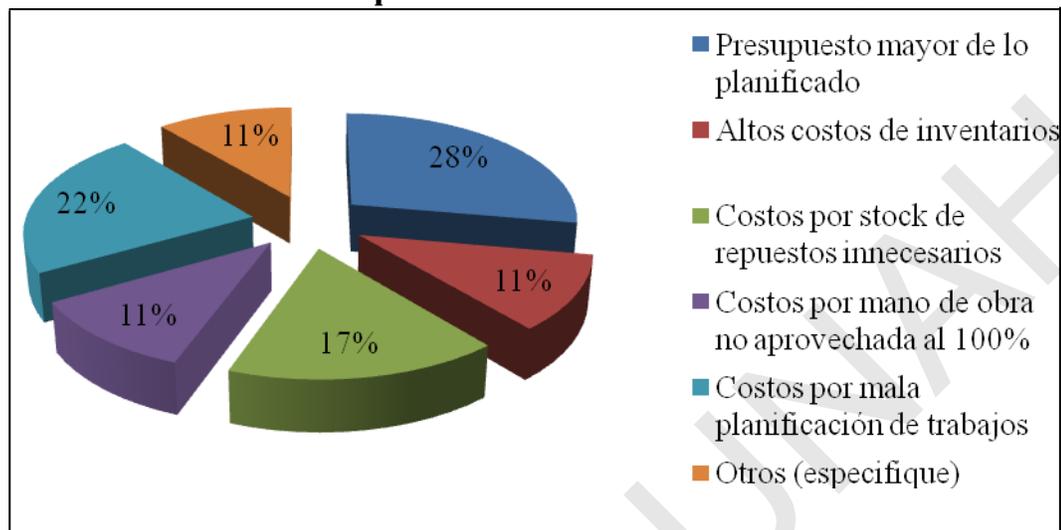


Tabla N° 11
El control de inventarios de repuestos es factor fundamental para el control costos de mantenimiento

	Frecuencia	Porcentaje
Definitivamente Si	16	89%
A veces	2	11%
Pocas veces	0	0%
Definitivamente no	0	0%
Total	18	100%

Fuente: Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

7.8 EFECTIVIDAD EN BASE A CAPACIDAD UTILIZADA DE LOS EQUIPOS

La efectividad se realizó de acuerdo a la disponibilidad de acuerdo a diseño versus la capacidad operacional utilizada de los equipos en la actualidad por las empresas industriales, el 56% de la población indica que la maquinaria se está siendo utilizada con una buena

competitividad efectiva en el rango mayor al 85% es decir maquinaria cumple el referente mínimo para una empresa competitiva.

Tabla N° 12
Efectividad del mantenimiento

Cuál es la disponibilidad de operación de los equipos de acuerdo a su diseño de operación	Cuál es la capacidad operacional utilizada de los equipos				
	Menor a 65%	Mayor de 65% pero menor a 75%	Mayor de 75% pero menor a 85%	Mayor a 85% pero menor a 95%	Mayor a 95%
Menor a 65%	6%	0%	0%	0%	0%
Mayor de 65% pero menor a 75%	6%	6%	0%	0%	0%
Mayor de 75% pero menor a 85%	0%	0%	11%	6%	0%
Mayor a 85% pero menor a 95%	6%	0%	0%	17%	6%
Mayor a 95%	11%	0%	0%	0%	28%

Fuente; Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

7.9 BENEFICIO ECONÓMICO POR UTILIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Referente si representa o no un beneficio económico contar con un mantenimiento preventivo lo veremos de la siguiente manera:

Cumplimiento del mantenimiento preventivo e incidencia en las producciones programadas

Analizando los datos vemos que el 100% de la población asegura estar de acuerdo que el incumplimiento de las labores exclusivas del mantenimiento preventivo tiene una incidencia en el cumplimiento de las producciones programadas. (Ver tabla N° 13)

Tablas N° 13

El incumplimiento de la ejecución del mantenimiento preventivo tiene incidencia en el cumplimiento de las producciones programadas

	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	12	67%
De acuerdo	6	33%
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente de desacuerdo	0	0%
Total	18	100%

Fuente; Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

Pérdida de disponibilidad debido a fallas por mantenimiento

El 67% de la población Expresa que las malas prácticas del mantenimiento llegan a impactar por arriba del 5% en la eficiencia global del equipos en las empresas industriales, tan solo el 33% de la población indico estar dentro del referente mínimo, es decir que las fallas por causa del incumplimiento en los mantenimientos están dentro del referente mínimo que menor del 5%, indicando este valor que los departamentos de utilizan buenas prácticas y conclusiones de trabajos programados para los equipos.

Tabla N° 14
Porcentaje representan las quebras o fallas en la eficiencia global

	Frecuencia	Porcentaje
Menor a 5%	6	33%
Mayor del 5% pero menor del 10%	10	56%
Mayor del 10%	2	11%
Total	18	100%

Fuente; Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

7.10 FACTIBILIDAD DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La factibilidad se realizó analizando las principales limitantes del recurso humano encargado de la administración del departamento de mantenimiento, y el 61% de la población indica que la falta de liderazgo y toma decisiones son las causas principales por la que el mantenimiento no está siendo factible dentro de las empresas, mientras que el 17% y 11% asegura que la empresa no cuenta con perfiles adecuados para los puestos de trabajos y que el personal de mantenimiento no tiene la formación, de manera verbal ellos me hicieron de conocimiento durante el levantamiento de los datos que no reciben una inducción adecuado ni descriptivo del perfil de puesto, tan solo el 11% expreso que la razón por la cual el mantenimiento no es factibles se debe a la falta de habilidades del personal.

Tabla N° 15

Obstáculos de la factibilidad del mantenimiento en las empresas industriales de la ciudad de Comayagua

Cargo funcional dentro de la organización	Principales limitantes para el desarrollo del mantenimiento preventivo en la institución				
	Falta de habilidades técnicas del personal	Falta de toma de decisiones	Falta de formación de académica del personal	Falta de liderazgo de los jefes	Perfiles de puestos no adecuados
Gerente	0%	6%	6%	0%	0%
Coordinador	0%	6%	0%	17%	0%
Jefe de área	6%	17%	6%	6%	6%
Supervisor	6%	6%	0%	6%	11%
Empleado	0%	0%	0%	0%	0%
Otro	0%	0%	0%	0%	0%
Total	11%	33%	11%	28%	17%

Fuente; Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

7.11 RIESGO POR FALTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En cuanto al riesgo de no tener implementada esta técnica de mantenimiento se determina que esto se convierte en la causa principal para el presupuesto salga fuera de lo programado, así lo indica el 56% (Ver tabla N° 16) de los datos recolectados.

De la tabla N° 17 observamos que el 56% de los cuestionarios demostró que el rendimiento de la maquinaria se ve afectado y este tiene una incidencia en la fiabilidad, tan solo el 17% indica que la falta del mantenimiento preventivo afecta el rendimiento de la maquinaria pero no influye en la fiabilidad, y tan solo el 17% asegura que a veces influye en el rendimiento de los equipos y que tiene incidencia en la fiabilidad de la maquinaria.

Tabla N° 16
La falta del mantenimiento preventivo es la causa principal por la que el presupuesto de mantenimiento se sale de lo programado

	Frecuencia	Porcentaje
Muchas veces	10	56%
Pocas veces	1	6%
A veces	4	22%
Ninguna de las veces	3	17%
Total	18	100%

Fuente; Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

Tabla N° 17
Mantenimiento Preventivo y Fiabilidad de la Maquinaria

El rendimiento de la maquinaria se ve afectado por la falta del mantenimiento preventivo	Incidencia en fiabilidad no realizar el mantenimiento preventivo			
	Ninguna Incidencia	Poca Incidencia	Bastante Incidencia	De Incidencia Grave
SI	17%	11%	17%	28%
No	0%	0%	0%	6%
A veces	6%	6%	11%	0%

Fuente; Elaboración propia con base a los datos obtenidos de cuestionario de investigación

Breve Análisis General

A pesar que los mandos intermedios dicen saber que sus técnicos tienen clara la política de mantenimiento que siguen, cuando teníamos charlas a nivel personal ellos se mostraban confusos al respecto, ya que nos expresaban que la filosofía que ellos seguían era de la política basada en la condición, y este tipo de mantenimiento responde a la técnica de mantenimiento predictivo, por otro lado son pocos los que tienen claros los tres tipos de técnicas de mantenimiento existentes los cuales los expresamos en el marco teórico pero que recordaremos a continuación:

1. Mantenimiento correctivo,
2. Mantenimiento preventivo, y
3. Mantenimiento predictivo.

Poco es el personal a nivel técnico que tenían claro cuáles eran los indicadores que el departamento de mantenimiento tiene como meta a alcanzar, al no tenerlos claros poca importancia le mostraban al respecto.

Cuando se les pregunto qué nivel académico tenían en su mayoría eran del nivel técnicos industriales y que sus habilidades se habían desarrollados mas de manera personal que por formación por parte de la empresa donde laboran.

Son pocos los que le toman importancia al mantenimiento preventivo y que reconocen cuales son los beneficios de trabajar bajo esta técnica y que si aplicara de manera estricta se obtendría mejores resultados en la disponibilidad de la maquinaria, menores riesgos de cumplimiento de programaciones.

Cabe mencionar que la falta de mantenimiento preventivo afecta áreas importantes de las organizaciones como ser:

1. Calidad,
2. Seguridad industrial,
3. Medio Ambiente, y

4. Las 5 S's, etc.

Incluso un accidente con incapacidad permanente afecta seriamente los costos de las empresas, igualmente producto fuera de especificaciones o demandas ambientales por defectos provocados por maquinas sin mantenimiento.

Otro dato importante que se compartía a nivel técnico como a nivel de jefatura es que tienen como una creencia que las organizaciones no implementan el mantenimiento preventivo es por tener un costo elevado de implementación y no tendrán capacidad de cubrirlo o el retorno del mismo se verá reflejado en muchos años hay que dejar claro que muchas de las actividades de mantenimiento preventivo son de programación de revisión de equipos, donde implica mucha disciplina para lograrlo y liderazgo por parte de los mandos intermedios de los departamento de mantenimiento.

7.12 BRECHAS EXISTENTES CON RESPECTO A UN MANTENIMIENTO DE CLASE MUNDIAL

A continuación se analizan los resultados obtenidos a través de la encuesta y guía de observación para los puntos más relevantes en la investigación, con la finalidad de establecer las oportunidades de mejora y brechas existentes entre la situación actual y una gestión de mantenimiento clase mundial dentro de las empresas industriales de la ciudad de Comayagua.

Liderazgo Gerencial

Existe un liderazgo responsable, comprometido con el despliegue y seguimiento de las políticas que guían la gestión del mantenimiento, sin embargo, se apreció que el punto correspondiente a la comunicación no se manifiesta claramente entre los líderes y los obreros por lo que debe pensarse en definir una estrategia que mejoren este aspecto.

Aunque existen reuniones semanales y mensuales en algunas que se establecen entre el departamento de mantenimiento y la alta gerencia que son evidencia de la disposición de la organización con el desarrollo de las metas de mantenimiento, las cuales es importante que las observaciones que resultan de estas reuniones sean divulgadas a los grupos de mantenimiento.

Estructura Organizacional

En general los organigramas presentan una adecuada estructura, jerarquizados y actualizados, con pocos niveles de autoridad, lo cual permite que el punto de la comunicación sea mejorado y efectivo una vez desarrollada una estrategia que permita que esta sea más fluida.

Referente a este punto, se observa que los departamento de mantenimiento se encuentra ligados a los departamentos de producciones.

La descripción de cargos en algunas de las empresas no se establece claramente cuáles son las funciones y responsabilidades de cada trabajador, esta información no ha sido oportunamente comunicada a cada trabajador, por el contrario, las empresas que tienen procedimientos documentados para las actividades de mantenimiento mostraron un mejor desempeño.

Capacitación

En a las capacitaciones permanentes para el personal del departamento de mantenimiento no cuenta con un programa permanente de formación de personal, por lo que cada trabajador no tiene definido plan de desarrollo de carrera, Los periodos de entrenamiento y formación obedecen a decisiones subjetivas, en las que el supervisor se encarga de nominar a las personas asignadas a los cursos.

Existen procedimientos para la evaluación periódica de los trabajadores, pero se manifiesta por los empleados que no se aplican incentivos basados en la asistencia al trabajo, calidad, iniciativa y sugerencias para mejoras.

Programación, planificación y control de los Trabajos

En cuanto a la planificación del mantenimiento se contempla que el mantenimiento de los equipos está asociado a las operaciones de producciones, por lo cual son elaborados:

- ✓ Plan maestro anual de mantenimiento,
- ✓ Programa mensual de órdenes de mantenimiento,
- ✓ Cronograma semanal de actividades,

- ✓ Control diario de horas de funcionamiento de equipos,
- ✓ Inspección básica diaria de equipos (check list).

Los ajustes en la programación se revisan y discuten en forma semanal y mensual en las reuniones de gestión de mantenimiento entre los departamentos de mantenibilidad y producciones.

El control de las actividades se hace desde su generación con la orden de trabajo a través de sistemas computacionales como Máximo, y SAP. Sin embargo se tienen deficiencias en los resultados reflejados estos en el sistema de indicadores que dichas empresas tienen, es necesario hacer seguimiento sobre la calidad y culminación de los trabajos del mantenimiento para mejorar los puntos deficientes.

Filosofía de Mantenimiento

Aunque esta variable presento buenas referencias a través del instrumento de recolección de dato aplicado, no obstante, como puntos deficientes a este aspecto se menciona que no se tienen desarrolladas técnicas de:

- ✓ Confiabilidad como lo son el mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), y
- ✓ El mantenimiento productivo total (TPM).

Aunque se aplican técnicas de mantenimiento predictivo, éstas deben ser reforzadas para la obtención de mejores resultados, por otro lado cabe mencionar que existen procedimientos para la investigación sistemática de las causas de fallas como lo son:

- ✓ 5W+1H
- ✓ Múltiples porque, y
- ✓ Análisis de causas raíz.

Aunque se dieron manifestaciones por los empleados y líderes del departamento que muchas veces estos análisis no son culminados y les afecta gravemente en fallas crónicas afectando

esto directamente a los costos de dichos departamentos, logrando una efecto en presupuestos fuera de lo establecido.

Otro punto importante a mencionar es que las empresas cuentan con un inventario técnico de los equipos, con descripción de sus funciones, ubicación, datos de operación y mantenimiento facilitando esto el control del inventario de repuestos de dichos equipos, sin embargo, la base de datos de los equipos que existe debe ser actualizada por dicho departamentos.

Sistema de órdenes de trabajo

Los sistemas de trabajo se deben mejorar ya que, solo un departamento demostró que tiene formatos de órdenes de trabajo, las cuales se gestionan bajo el sistema mantenimiento preventivo y se entregan a los trabajadores diariamente indicando las actividades asignadas, las órdenes se utilizan como una herramienta de registro histórico, seguimiento, control y cierre del trabajo completado, dicha técnica se les manifestó a el resto de los departamentos que debía de seguir como una buena práctica.

Gestión de Abastecimiento

Aunque todas las empresas mostraron tener procesos de compras e inventarios, es importante considerar ya que resultó ser un tema que mostro una serie ineficiencias como ser:

- ✓ Stock de repuestos no adecuado pues se presentan algunas actividades de mantenimiento incompletas por falta de repuestos;
- ✓ Los tiempos de reposición no son los adecuados.

Este punto está bastante ligado a la variable de filosofías de mantenimiento, en el cual se manifestó que se debía de actualizar las bases de datos para tener un mejor control, así también se recomienda mejorar las relaciones comerciales con proveedores como socio potencial para lograr las metas de la organización en cuanto al punto de analizar las

condiciones de pago ya que se manifiesta por los jefes de almacén que estos son muy elevados hasta de 150 días crédito.

Sistema Automatizado de Gestión (indicadores y mejora continua)

Se pudo observar la importancia que representa este sistema de información para la medición y seguimiento de indicadores de confiabilidad, disponibilidad y costos por parte de los departamentos de mantenimiento, de acuerdo con información suministrada por personal permanentemente involucrado con el sistema, este no se aprovecha al máximo su beneficio.

El presupuesto se mantiene no se logra mantener bajo control y aunque periódicamente se hacen revisiones del cumplimiento del mismo, es recomendable hacer seguimiento mas estricto a este aspecto.

En cuanto a la participación activa por parte operacional solamente una empresa explota estas actividades desarrolladas en conjunto por el departamento de mantenimiento, los operadores de equipos colaboran en actividades básicas y están conscientes sobre la importancia de esta forma de trabajar y su impacto en el mejoramiento de la confiabilidad de los equipos así como el costos de las empresas.

El aspecto de la mejora continua se detectó que debe existe énfasis en el desarrollo de proyectos de mejoras, y que son documentados mediante procedimientos, aunque en forma general el personal no siente que la gestión de mantenimiento este proyectada firmemente hacia la mejora continua.

CONCLUSIONES

1.- Las políticas de mantenimiento reflejan la orientación clara hacia donde deben de dirigirse todas las actividades del departamento, al no tener claras las políticas de mantenimiento no se tendrán claras las técnicas que se deben de utilizar por lo que se determina que el personal de mantenimiento de las empresas industriales de la ciudad de Comayagua tiene políticas claras y siguen la de mayor importancia que es la que se basa en la inspección y duración de la vida del sistema, observándose esto reflejado a que el tipo técnicas de mantenimiento que se le da mayor importancia es el mantenimiento preventivo.

2.- A pesar que el 83% de las personas encuestados que laboran en los departamento de mantenimiento respondieron que realizan la programación de trabajo de acorde a prioridades A, B y C, vemos que su cumplimiento es malo, porque ningún de ellos realiza el 100% de las actividades de mantenimiento prioridad "A" el cual es de mayor importancia y cuyo referente mínimo como se expreso en la tabla N°2 de la Operacionalización de las variables es del 100%.

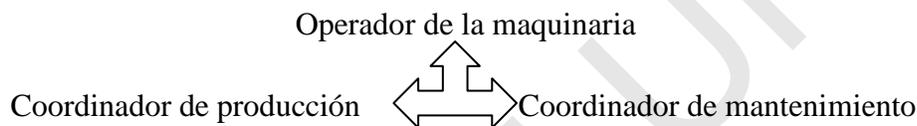
3.- Vemos que el 94% de la población que labora en los departamentos de mantenimiento respondieron que el periodo de falla de los de los equipos críticos (equipo prioridad "A") es inferior al referente mínimo, el cual debe de ser un periodo de 12 meses sin falla alguna, tan solo el 6% respondió que se logra, de esto deducimos que las empresas tienen muchas fallas crónicas y esporádicas producto del mal mantenimiento o incumplimiento de los programas de trabajo.

4.- El 39% de los personas que expresaron que la disponibilidad de sus equipos es arriba del 85% provienen del mismo departamento que respondió con un 6% que cumple la programación de mantenimiento prioridad "A" observándose aquí que es el departamento de mantenimiento que obtienen mejores resultados en la disponibilidad de los equipos, aprovechando estos un tiempo de disponible arriba del 85%. Es decir a medida que somos efectivos en el cumplimiento de la programación de trabajo según sus prioridades mayor disponibilidad de la maquinaria tendremos, alargando así su vida y reduciendo sus costos de mantenimiento.

5.- De acuerdo a los datos recolectados por medio de los cuestionarios reflejan que aunque exista, una programación de mantenimiento con prioridades, cuenten dichas tareas con procedimiento y que aseguren que son adecuados en su mayoría, además que exista una supervisión por parte de los supervisores de mantenimiento en la mayoría de las tareas notamos que existe una falta de control, que se puede estar generando por:

a.- Una mala supervisión o mal aprovechamiento de la mano de obra,

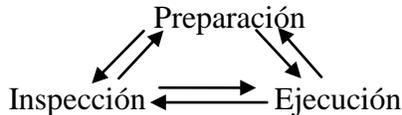
b.- Mala priorización de los equipos críticos y su mantenimiento, esto debido a que solo en uno de los departamentos de mantenimiento cuentan con una clasificación lógica y un formato estructurado de los criterios (ver anexo 2) tomando en cuenta los diferentes puntos de vistas:



c.- Falta de afinamiento de los procedimientos y procesos de preparación de los trabajos.

6.- Una mala práctica de mantenimiento preventivo o una técnica de mantenimiento preventivo que no esté totalmente instalada es crucial en los costos de las empresas industriales, si bien es cierto que en todos los encuestados de las empresas industriales de la ciudad de Comayagua dicen contar con un mantenimiento preventivo, este no está totalmente instalado en ellas, claro reflejo de esto es el incumpliendo de los programas de mantenimientos planeado, un mal aprovechamiento de la mano de obra (aunque este tenga todas las habilidades necesarias para llevar a cabo las labores de mantenibilidad), altos stock de inventarios y mantenimiento de inventarios innecesarios, este efecto lo vemos en los presupuestos se le van de las manos o mejor dicho fuera de lo presupuestado.

7.- El mal aprovechamiento de la mano de obra está determinado por hecho que en la ciudad un solo departamento cuenta con una planificación bien estructura de las tareas de mantenimiento en la cual el proceso de preparación de una de n trabajo va desde una inspección, seguido de una preparación y concluyendo en una ejecución, utilizando así las buenas prácticas del mantenimiento visto en el marco teórico de la presente investigación visto en forma esquematizada:



Los demás departamentos solo realizan una inspección y ejecución, dicha labor la realiza ya sea el superviso o técnico de mantenimiento.

8.- Lastimosamente el mal desempeño del mantenimiento preventivo en las empresas industriales se ve relegado en el OEE (la eficiencia global de los equipos) de la ciudad de Comayagua ya que, el 66% de los encuestados indicaron que las perdidas por fallas de mantenimiento reflejan una perdida mayor al 5% en el OEE, además el 100% de la población indico que tiene un efecto directamente en el cumplimiento de las producciones programadas, generando esto pérdidas económicas por:

- a.- Mano de obra no utilizada al 100%,
- b.- Perdidas de materias primas,
- c.- Velocidades de producciones lentas,
- d.- Aceleramiento del desgaste de las piezas de recambio,
- e.- Altos costos por mano de obra del departamento de mantenimiento, Entre otros...

9.- En lo que respecta a la factibilidad se determina que las empresas industriales tiene debilidad en el liderazgo del personal humano de los departamentos de mantenimiento esto se ve reflejado en el 61% de los datos recabados indicaron que la falta de toma de decisiones y de liderazgo por parte de los mandos intermedios es la principal limitante por la que el mantenimiento preventivo no sea factible dentro de la organización, y de conclusiones anteriores sabemos que dichos mandos son puntos clave para el control de las tareas de mantenimiento, y que dicho control no está siendo llevado a cabo con la mejor culminación, aquí afirmamos que la falta de liderazgo en una de las causas principales para el mal control de las tareas del mantenimiento.

10.- Los departamentos de las empresas industriales deberán actualizar y crear los perfiles del soporte humano y técnico, de acorde a lo requerimiento mínimos demandados por las tareas de

mantenimiento, así como capacitar y actualizar en forma permanente a sus técnicos para garantizar el cumplimiento de su deber.

UDI-DEGT-UNAH

RECOMENDACIONES

En relación a los resultados obtenidos en este trabajo y siendo importante que las empresas de la ciudad de Comayagua desean alcanzar la condición de mantenimiento de clase mundial, es conveniente hacer las siguientes recomendaciones:

- 1.- Realizar un plan de mejora de los puntos deficientes encontrados en cada una de ellas que les permita ser una guía para la organización de los aspectos a mejorar, permitiendo el control y seguimiento de las diferentes acciones a desarrollar por completos siguiendo la metodología de mantenimiento de clase mundial.
- 2.- Establecer procedimientos de diagnóstico para los empleados que dote de modelo de evaluación periódica de la gestión de mantenimiento de la empresa el cual debe de ser cumplido en su totalidad.
- 3.- Difundir e impulsar metodología del mantenimiento hacia una gestión de mantenimiento de clase mundial (MCM)
- 4.- Aprovechar el alto porcentaje de integración operacional en las actividades de mantenimiento en forma de mantenimiento productivo total (TPM) como lo está logrando unas de las empresas objeto de estudio, ya que es una herramienta que parte de la premisa de ser un enfoque gerencial de mantenimiento que se centra en la participación de todos los empleados de la organización en la mejora del equipo.
- 5.- Definir estrategias de trabajo que permitan superar eficientemente las dificultades ante las cambiantes políticas y normativas de importación, con lo cual se conseguirá mejorar los niveles de inventarios y tiempos de reposición de repuestos.
- 6.- Implementar trabajo por proyectos con equipos multidisciplinarios para lograr una integridad y avances en materia de calidad, seguridad industrial y medio ambiente.

7.- Impulsar el desarrollo de la gestión de la capacitación del personal con recursos internos y el aprovechamiento de la formación que ofrece el Instituto de Formación Profesional (INFOP) para desarrollar todas las habilidades del personal involucrado en las tareas de mantenimiento.

8.- Adiestramiento del personal en manejo del cambio organizacional, lo que permitirá a los empleados estar preparados y afrontar con éxito las complejas situaciones cambiantes que se desarrollan en el entorno.

9.- Promover la implementación de proyectos de mejora como herramienta para mantener un esfuerzo constante de apoyo y enfocar a la empresa hacia la mejora permanente y reducción de costos.

10.- Desarrollar mecanismos orientados a maximizar el aprovechamiento de las herramientas y facilidades que ofrece el sistema de mantenimiento preventivo para administrar la gestión de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Abella, B. M. (2007). *Mantenimiento Industrial*. Madrid, España: Universidad Carlos III.
- Adolfo Arata, L. F. (2005). *Manual de gestion de activos y mantenimiento, Primera edicion*. Desconocida: Ril Editores.
- Alonso, A. D. (2003). *Tutorial para la asignacion de costos y presupuestos*. Mexico: Fondo Editorial (Universida Nacional de Mexico).
- Andriani, W. (2006). El Mantenimiento Predictivo ayuda a reducir costos por fallas en equipos. *financiatech magazine*, numero 077.
- Arthur A. Thompson, J. y. (2008). *Administracion estratégica*. México DF. México: Mc Graw-Hill; Decimoquinta edicion.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística, Administración de la cadena de sunimistro, Quinta edición*. México: pearson educacion.
- Chang, Y. L. (2003). *Manual de WinQSB*. China: Wilet & sons, inc.
- DUFFUAA, S. (2009). *Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control*. México DF, México: Editorial Limusa.
- Fernandez, J. G. (2005). *Teoría y práctica de mantenimiento industrial avanzado, 2º Edición*. Madrid, España: FC Editorial.
- Filho, N. C. (1998). *Qualidade e Manutenção - TPM*. Rio de Janeiro, Brasil: Comitê UPADI de Engenharia de Manutenção.
- Gallagher, C. A. (S.f.). *Metodos cuantitativos para la toma de dicisiones en administracion*. México DF, México: Mc Graw-Hill.
- Gitman, L. J. (2007). *Administracion Financiera, Decimoprimer a edicion*. México: Pearson addison wesley.

- Gonzales Suárez, J. M. (Mayo 2005). *La Definición de desempeño, Primera edición*. Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Económicas.
- Gonzales, F. (2004). *AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO E INDICADORES DE GESTIÓN*. España: Editorial Fundacion Confometal.
- González, F. J. (2003). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid, España: Fundacion Confemetal.
- González, L. M. (2009). *Control Presupuestario: Planificación, elaboración y seguimiento del presupuesto*. Barcelona, España: PROFIT.
- HERNANDEZ, R. Y. (2006). *Metodología de la investigación, Cuarta edición*. México DF, México: Editorial Mc Graw Hill-Interamericana.
- James C. Van Horne, J. M. (2002). *Fundamentos de Administración Financiera*. México: Pearson Educación.
- Kjell, Z. (2005). *Manual del Ingeniero Industrial*. México DF, Mexico: Mc Graw-Hill.
- Knezevic, J. (1996). *Mantenimiento*. Madrid, España: Isdefe.
- León, F. C. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. España: Universidad de Murcia.
- Mantilla Samuel, & Y. (2005). *Auditoría del Control Interno*. Colombia, Bogota: Ecoe Ediciones.
- Martínez Carazo, P. C. (Marzo del 2006). *El método de estudio de Caso, Estrategia metodológica de la investigación científica*. Bages, España: Universidad del Norte.
- Medina, R. a. (Septiembre 2007). *Sistema de costos de un proceso, Primera edicion*. Manizales, Colombia: centro de publicaciones de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- Monchy, F. (1990). *teoria y practica del mantenimiento industrial*. españa: Masson.
- Mónica Garcia Melón, V. C. (Abril 2001). *Metodología del Diseño Industrial*. Valencia, España: Editorial de la UPV.

- Montero, F. H.-G. (1994). *Mantenimiento Clase Mundial*. Acapulco, Mexico: XXIII Convencio de UPADI.
- Moreno, A. R. (Octubre de 2010). *Mantenimiento Industrial*. desconocida: desconocida.
- Oliverson, R. J. (September 1997). *Preventable Maintenance Costs More Than Suspected*. Desconocida: Maintenance Technology.
- Padilla, D. N. (2008). *Contabilidad Administrativa, Octava Edicion*. México DF, México: Mc Graw-Hill.
- Padilla, M. C. (Abril 2006). *Formulación y Evaluación de proyectos*. Bogota, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Pallotti, C. G. (s.f.). *Mantenimiento de Clase Mundial*. desconocida: desconocida.
- Paul R Krugman, R. W. (2007). *Fundamentos Economía*. Barcelona, España: Editorial REVERTÉ S.A.
- Perez, A. J. (2000). *Metodolgia para la priorizacion de sistemas, estructuas y componentes en la optimizacion del mantenimiento de una instalacion industrial*. Madrid, España: Tesis Doctoral Univerisad plitecnica de madrid.
- Psada, L. L. (2007). *Auditoria de la planificacion estrategica para una empresa mediana del sector Industria*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Politecnica del Litoral.
- Romero, R. (2005). *Modelo basado en la Gerencia Estratégica para el Sistema de Mantenimiento de la Unidad de Explotación Pesado [Trabajo de Grado en Maestría en Gerencia de Mantenimiento]*. Barcelona, España: Universidad de Oriente.
- Sacristam, F. R. (2002). *Mantenimiento total de la produccion*. Desconocida: Fc Editorial.
- Sacristan, F. R. (s.f.). *Manual del mantenimiento integral en la empresa*. Madrid, España: FC Editorial.
- Sampieri, R. H. (2008). *Metodologia de la investigacion, cuarta edicion*. México DF, México: editorial Mc Graw-Hill.

Suzuki, T. (1995). *TPM en Industrias de Procesos*. Madrid, España: TGP – HOSHIN, S.A.

TAMAYO, M. (2001). *El Proceso de la Investigación Científica, Cuarta edición*. México: Editorial Limusa.

Tejero, J. J. (Marzo 2007). *Logística integral: La Gestión Operativa de la Empresa*. Madrid, España: ESIC Editorial.

Torres, M. G. (1996). *Manual para la elaboración de manuales de políticas y procedimientos, Primera Edición*. México DF, México: Panorama Editoria S.A de C.V.

Valencia, J. R. (Junio 2006). *Administración I*. México D.F. México: Thomson.

Referencias de Documentos obtenidos de Sitios Web

Andriani, W. (2006). El Mantenimiento Predictivo ayuda a reducir costos por fallas en equipos. *financiatech magazine*, numero 077.

Arrarte, M. R. (2005). *La empresa de clase mundial frente a la empresa nacional*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/canales7/competitividad-empresa-nacional-frente-empresa-mundial.htm>

Biglieri, C. (Febrero de 2010). *blogspot*. Obtenido de <http://clasesdemantenimientos.blogspot.com>

Ingalls, P. (2005). *Cambiando Las Practicas Para Alcanzar Un Mantenimiento De Clase Mundial*. Obtenido de http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/ARTICLES_on_total_productive_maintenance/tpm/new

LANDEAUX, A. (2009). *La crisis financiera y la gestion del mantenimiento*. Obtenido de <http://confiabilidad.net/articulos/la-crisis-financiera-y-la-gestion-de-mantenimiento/>.

M.CÁCERES. (2005). *Fundamentos Básicos de Mantenimiento Documento en línea*. S/c. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/competitividad.pdf>.

Mandujano, K. P. (2000). *Manufacturera esbelta*. Obtenido de <http://www.mongrafias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml>

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Listado de empresas agroindustriales e industriales de la ciudad Comayagua	100
Anexo N° 2 Cuestionario para recolección de datos	101
Anexo N° 3 Tabla N° 3 de códigos	109
Anexo N° 4 Ejemplo del criterio de evaluación del grado de criticidad de equipos de la empresa de UNILEVER	112

Anexo N°1 Listado de empresas agroindustriales e industriales de la ciudad Comayagua

		<h2 style="text-align: center;">Listado de Exportadores Comayagua y Alrededores</h2>				
N°	Empresa	Representante o Gerente	Teléfono	Correo Electronico	Producto que exportan	
1	Agroexportadora DOME (afiliado)	Lic. José Luis Domínguez	9525-3764 / 3358-5339	ivertel70@yahoo.com	Berenjena China, Berenjena Indu, Bangaña, Okra Thai, Chive flower, Okra mexicana, Chayote, Cun de amor Chino, Cun de amor Indu, Pepino peludo	
2	Agroindustrias el Sifón	Enrique Flores	9971-1027	eflores_67@yahoo.com	Pepino, Sandía y platano	
3	Alimento Maravilas (afiliado)	Byron Diaz	2772-7624	byronsuazo@lucasa.com.gt	Jugos de fruta en envases de latavidrio, plástico y Tetrapack.	
4	Bio Producto Naturales (afiliado)	Rene Merino	2772-8036	merinocontreras@yahoo.com	Prodcutos cosmeticos de belleza	
5	COHORSIL	Rafael martínez Santos (gerenete general)	2772-4612 / 2773-0550 (Fax) 2773-2793 / 2772-0872	rafamarhn@yahoo.com jargueta1973@yahoo.com	Café. Chile y Toamate	
6	Exportadora del Atlántico (afiliado)	Ricardo Galeano		ricardo.galeando@dinant.com	Chiles de colores	
7	EXPOSIEIE	Amado Suazo	2774-2196 / 2462 / 9990-8846	asuazo@expo-7.com expo7@expo-7.com	Pepino y Calabaza	
8	EXPOSUAL	Javier Suazo	2715-1502 / 9949-7502	jisuazov@yahoo.com	Pepino, sandía y maíz	
9	EXVECO (afiliado)	Arnulfo Andara	2772-1517	exvecosa@yahoo.com	Berenjena China, Chive, Bangaña, Okra Thai, Tamarindo verde (tempradas), malanga 8temprada), Chayote, Cun de amor Chino, Cun de amor Tahi, Pataste, Banano Tahi, Pepino peludo	
10	Humuya frutas (afiliado)	Abelino Pérez González	2772-3400 / 9851-6170	humuyafutas@yahoo.com	Mango	
11	IAGSA	Carlos Fernández	9942-6200	caferat@gmail.com	Pepino, berenjena, Chile de colores	
12	INTRAKA (afiliado)	Jony Francisco Triminio	2772-6833 / 9995-5887	intrakam1@hotmail.com	Fertilizantes	
13	Lafarge Cementos (afiliado)	Marco Baez	2730-1510 / 1511 / 9990-1241	xiomara.rivera@lafarge.com	Cemento	
14	Molinos de Honduras	Nelson Martínez	2772-8052 / 9951-4662	nyovany_04@yahoo.com	Café	
15	Mount Dora Farms (afiliado)	Mario Velasquez	2772-0815 / 3392-5808	mario.velasquez@moutdorafarms.com	Chile Jalapeño	
16	Productod Vegetales del Valle S.A "PROVEVSA" (afiliado inactivo)	Heleodora Guillen	2772-4423 / 99825612	hguillen@lafinita.com	Berengena Thai, Indu y China, Cun de amor, Bangaña, Pepino Fuzzy Odra China, y Odra Thai, Chive.	
17	UNILEVER de centroamerica (afiliado)	Jesus Ernesto Dueñas	2771-5800 / 2713-5200 / 5219	gabrielea.lizardo@unilever.com	Jabones, Detergentes, Glicerina y Ácido sulfónico.	

Anexo N°2 Cuestionario para recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS

Facultad de Ciencias Económicas

POSFACE



MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

CUESTIONARIO

Introducción: Históricamente el mantenimiento ha evolucionado a través del tiempo, observándose diferentes enfoques de mejores prácticas en cada una de las épocas determinadas, hasta llegar a constituirse como una parte determinante de la cadena de valor de todo entorno productivo, es por eso que actualmente se está desarrollando una investigación orientada a determinar cuál es el “IMPACTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LOS COSTOS DE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES DE LA CIUDAD DE COMAYAGUA”,

OBJETIVO: Recolectar datos y determinar las principales técnicas de mantenimiento utilizadas por las empresas industriales de la ciudad, y llevar a cabo la medición o impacto que tiene la técnica de mantenimiento en los costos especialmente el mantenimiento preventivo.

INSTRUCCIONES: Por favor conteste todas las preguntas de la manera más sincera posible marcando con una “X”. Los datos proporcionados serán completamente confidenciales y serán utilizados estrictamente para el uso de la presente investigación.

I.-Perfil Laboral

1.- ¿Cuál es su cargo funcional actual dentro de la organización?

- 1.- Gerente
- 2.- Coordinador
- 3.- Jefe de área
- 4.- Supervisor

5.- Empleado

6.- Otro

2.- ¿Hace cuanto tiempo Usted labora en este en este puesto administrativo?

1.- Menor de 2 años

2.- 2 a 3 años

3.- 4 a 6 años

4.- Mayor a 6 años

3.- ¿Qué tan motivado se encuentra usted hacia el trabajo que realiza en esta empresa?

1.- Completamente motivado

2.- Motivado

3.- Poco motivado

4.- Nada Motivado

4.- ¿El personal encargado de la mantenibilidad tiene las habilidades para llevar a cabo las técnicas de mantenimiento utilizadas por el departamento de mantenimiento?

1.- Si

2.- No

II.- Preguntas Técnicas

5.- ¿Qué tipos de técnicas de mantenimiento existe para la maquinaria en su empresa?

1.- Solo Mantenimiento Correctivo

2.- Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo

3.- Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo

6.- ¿Existe programación de mantenimiento de acuerdo a prioridad?, (por ejemplo mantenimiento A, B y C siendo A de mayor Prioridad y C menor prioridad)

1.- Si

2.- No

7.- ¿Cuál es el cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados de Prioridad "A"?

1.- Menor a 40%

2. Mayor a 40% pero menor a 80%

3. Mayor a 80% pero menor a 100%

4. Siempre es del 100%

8.- ¿Cuál es el cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados de Prioridad "B"?

1.-Menor a 40%

2. ayor a 40% pero menor a 80%

3. Mayor a 80% pero menor a 100%

4. Siempre es del 100%

9.- ¿Cuál es el cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados de Prioridad "C"?

1.- Menor a 40%

2. Mayor a 40% pero menor a 80%

3. Mayor a 80% pero menor a 100%

4. Siempre es del 100%

10.- ¿Los supervisores de mantenimiento velan porque se cumplan las actividades de mantenimiento?

1.- Si

2.- No

3.- A veces

11.- ¿Los tiempos entra cada falla para los equipos críticos “A” son de: ?

1.- 0 a 3 meses

2.- 4 a 6 meses

3.- 7 a 9 meses

4.- 10 a 12 meses

5.- Más de 12 meses

12.- ¿Qué tipo de fallas de mantenimiento se analizan?

1.- Ninguna Tipo de Falla

2.- Las Fallas Recurrentes

3.- Las Fallas esporádicas

4.- Todas las Fallas

13.- ¿Cuál es la disponibilidad de operación de los equipos de acuerdo a su diseño de operación?

1.- Menor a 65%

2.- Mayor de 65% pero menor de 75%

3.- Mayor de 75% pero menor de 85%

4.- Mayor de 85% pero menor de 95%

5.- Mayor de 95%

14.- ¿Cuál es la capacidad operacional utilizada de los equipos?

1.- Menor a 65%

2.- Mayor de 65% pero menor a 75%

3.- Mayor de 75% pero menor a 85%

4.- Mayor de 85% pero menor a 95%

5.- Mayor a 95%

15.- ¿El incumplimiento de la ejecución del mantenimiento preventivo tiene incidencia en el cumplimiento de las producciones programadas?

1.- Totalmente de acuerdo

2.- De acuerdo

3.- Ni de acuerdo, Ni en desacuerdo

4.- En desacuerdo

5.- Totalmente en desacuerdo

16.- ¿Qué porcentaje representan las quebras o fallas en la eficiencia global?

1.- Menor a 5%

2.- Mayor de 5% pero menor a 10%

3.- Mayor del 10%

17.- ¿Los procedimientos para el desarrollo de las actividades del mantenimiento son adecuados?

1.- Si

2.- No

18.- ¿Cuál cree usted que ha sido la principal limitante para el desarrollo del mantenimiento preventivo dentro de la institución? (Seleccione únicamente la que usted considere de mayor importancia)

- 1.- Falta de habilidades técnicas del personal
- 2.- Falta de toma de decisiones
- 3.- Falta de formación académica del personal
- 4.- Falta de liderazgo de los jefes
- 5.- Perfiles de puestos no adecuados

19.- ¿La falta del mantenimiento preventivo es la causa principal por la que el presupuesto de mantenimiento se sale de lo programado?

- 1.- Muchas veces
- 2.- Pocas veces
- 3.- A veces
- 4.- Ninguna de las veces

20.- ¿El rendimiento de la maquinaria se ve afectado por la falta del mantenimiento preventivo?

- 1.- Si
- 2.- No
- 3.- A veces

21.- ¿Cual es Incidencia en fiabilidad no realizar el mantenimiento preventivo?

- 1.- Ninguna Incidencia
- 2.- Poca Incidencia
- 3.- Bastante incidencia
- 4.- De incidencia Grave

22.- ¿Cual es el mayor costo en que incurre la empresa por no contar con un mantenimiento preventivo instalado en su totalidad?

- 8 Presupuesto mayor de lo planificado
- 9 Altos costos de inventarios
- 10 Costos por stock de repuestos innecesarios
- 11 Costos por mano de obra no aprovechada al 100%
- 12 Costos por mala planificación de trabajos.
- 13 Otros costos especifique

23.- ¿Rango de reducción de las metas establecidas?

- 1.- Menor a 5%
- 2.- Mayor de 5% pero menor a 10%
- 3.- Mayor del 10%

24.- ¿Todos los trabajos de mantenimiento son planificados antes de su ejecución correctamente?

- 1.- Siempre
- 2.- Casi Siempre
- 3.- Nunca

25.- ¿El control de inventarios de repuestos es factor fundamental para el control costos de mantenimiento?

- 1. Definitivamente Si
- 2. A veces
- 3. Pocas veces
- 4. Definitivamente No

26.- ¿Existen estrategias para la reducción de costos mantenimiento?

1.- Si

2.- No

27.- ¿Considera usted que al mantenimiento preventivo se le debe dar mayor prioridad que a las otras técnicas de mantenimiento?

1.- Totalmente de acuerdo

2.- De acuerdo

3.- En desacuerdo

4.- Totalmente en desacuerdo

28.- ¿Tipos de política de mantenimiento utilizadas por las empresas? (Seleccione la de mayor Prioridad)

1.- Políticas de mantenimiento Basado en el fallo

2.- Políticas de mantenimiento basado en la condición

3.- Políticas de mantenimiento basado en la duración de la vida del equipo o sistema

4.- Políticas de mantenimiento basado en la inspección

Muchas gracias por su colaboración

Anexo N°3 Tabla de Códigos

Tabla N° 3
Codificación de Datos

Variable	Ítems	Categorías	Código	Columna
Desempeño	P.5 ¿Qué tipos de técnicas de mantenimiento existe para la maquinaria en su empresa?	Solo Mantenimiento Correctivo	1	7
		Mantenimiento Correctivo y	2	
		Mantenimiento Preventivo	3	
		Mantenimiento Correctivo, y	3	
		Mantenimiento Preventivo y	3	
	P.6 ¿Existe programación de mantenimiento de acuerdo a prioridad?, (por ejemplo mantenimiento	Si	1	8
		No	2	
	P.7 ¿Cuál es el cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados de Prioridad "A"?	Menor a 40%	1	9
		Mayor a 40% pero menor a 80%	2	
		Mayor a 80% pero menor a 100%	3	
		Siempre es del 100%	4	
	P.8 ¿Cuál es el cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados de Prioridad "A"?	Menor a 40%	1	10
		Mayor a 40% pero menor a 80%	2	
		Mayor a 80% pero menor a 100%	3	
		Siempre es del 100%	4	
	P.9 ¿Cuál es el cumplimiento de ejecución para los mantenimientos planeados de Prioridad "A"?	Menor a 40%	1	11
Mayor a 40% pero menor a 80%		2		
Mayor a 80% pero menor a 100%		3		
Siempre es del 100%		4		
P.11 ¿Los tiempos entra cada falla para los equipos críticos "A" son de: ?	0 a 3 meses	1	13	
	4 a 6 meses	2		
	7 a 9 meses	3		
	10 a 12 meses	4		
	Más de 12 meses	5		
P.12 ¿Qué tipo de fallas de mantenimiento se analizar	Ninguna Tipo de Falla	1	14	
	Las Fallas Recurrentes	2		
	Las Fallas esporádicas	3		
	Todas las Fallas	4		
P.13 ¿Cuál es la disponibilidad de operación de los e	Menor a 65%	1	15	
	Mayor de 65% pero menor de 75%	2		
	Mayor de 75% pero menor de 85%	3		
	Mayor de 85% pero menor de 95%	4		
	Mayor de 95%	5		
Procesos	P.6 ¿Existe programación de mantenimiento de acuerdo a prioridad?, (por ejemplo mantenimiento	Si	1	8
		No	2	
	P.10 ¿Los supervisores de mantenimiento velan porque se cumplan las actividades de mantenimiento?	Si	1	12
		No	2	
		A veces	3	
	P.17 ¿Los procedimiento para el desarrollo las actividades del mantenimiento son adecuados?	Si	1	19
		No	2	

Variable	Ítems	Categorías	Código	Columna
Mantenimiento	P.4 ¿El personal encargado de la mantenibilidad tiene las habilidades para llevar a cabo las técnicas de mantenimiento utilizadas por el departamento de mantenimiento?	Si	1	6
		No	2	
	P.17 ¿Los procedimientos para el desarrollo de las actividades del mantenimiento son adecuados?	Si	1	19
		No	2	
	P.27 ¿Considera usted que al mantenimiento preventivo se le debe dar mayor prioridad que a las otras técnicas de mantenimiento?	Totalmente de acuerdo	1	30
		De acuerdo	2	
		En desacuerdo	3	
Totalmente en desacuerdo		4		
Políticas	P.5 ¿Qué tipos de técnicas de mantenimiento existen para la maquinaria en su empresa?	Solo Mantenimiento Correctivo	1	7
		Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo	2	
		Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento	3	
	P.27 ¿Considera usted que al mantenimiento preventivo se le debe dar mayor prioridad que a las otras técnicas de mantenimiento?	Totalmente de acuerdo	1	30
		De acuerdo	2	
		En desacuerdo	3	
		Totalmente en desacuerdo	4	
	P.28 ¿Tipos de política de mantenimiento utilizadas por las empresas? (Seleccione la de mayor Prioridad)	Políticas de mantenimiento Basado en el fallo	1	31
		Políticas de mantenimiento basado en la condición	2	
		Políticas de mantenimiento basado en la duración de la vida del equipo o sistema	3	
		Políticas de mantenimiento basado en la inspección	4	
Costos	P.22 ¿Cuál es el mayor costo en que incurre la empresa por no contar con un mantenimiento preventivo instalado en su totalidad?	Presupuesto mayor de lo planificado	1	24
		Altos costos de inventarios	2	
		Costos por stock de repuestos innecesarios	3	
		Costos por mano de obra no aprovechada al 100%	4	
		Costos por mala planificación de trabajos.	5	
		Otros costos especifique	6	
	P.23 ¿Rango de reducción de las metas establecidas?	Menor a 5%	1	26
		Mayor de 5% pero menor a 10%	2	
		Mayor del 10%	3	
	P.24 ¿Todos los trabajos de mantenimiento son planificados antes de su ejecución correctamente?	Siempre	1	27
		Casi Siempre	2	
		Nunca	3	
	P.25 ¿El control de inventarios de repuestos es factor fundamental para el control de costos de mantenimiento?	Definitivamente Si	1	28
		A veces	2	
		Pocas veces	3	
		Definitivamente No	4	
	P.26 ¿Existen estrategias para la reducción de costos de mantenimiento?	Si	1	29
		No	2	

Variable	Ítems	Categorías	Código	Columna
Efectividad	P.13 ¿Cuál es la disponibilidad de operación de los equipos de acuerdo a su diseño de operación?	Menor a 65%	1	15
		Mayor de 65% pero menor de 75%	2	
		Mayor de 75% pero menor de 85%	3	
		Mayor de 85% pero menor de 95%	4	
		Mayor de 95%	5	
	P.14 ¿Cuál es la capacidad operacional utilizada de los equipos?	Menor a 65%	1	16
		Mayor de 65% pero menor de 75%	2	
		Mayor de 75% pero menor de 85%	3	
		Mayor de 85% pero menor de 95%	4	
		Mayor de 95%	5	
Beneficio Económico	P.13 ¿Cuál es la disponibilidad de operación de los equipos de acuerdo a su diseño de operación?	Menor a 65%	1	15
		Mayor de 65% pero menor de 75%	2	
		Mayor de 75% pero menor de 85%	3	
		Mayor de 85% pero menor de 95%	4	
		Mayor de 95%	5	
	P.14 ¿Cuál es la capacidad operacional utilizada de los equipos?	Menor a 65%	1	16
		Mayor de 65% pero menor de 75%	2	
		Mayor de 75% pero menor de 85%	3	
		Mayor de 85% pero menor de 95%	4	
		Mayor de 95%	5	
	P.15 ¿El incumplimiento de la ejecución del mantenimiento preventivo tiene incidencia en el cumplimiento de las producciones programadas?	Totalmente de acuerdo	1	17
		De acuerdo	2	
		Ni de acuerdo, Ni en desacuerdo	3	
		En desacuerdo	4	
		Totalmente en desacuerdo	5	
	16.- ¿Qué porcentaje representan las quebras o fallas en la eficiencia global?	Menor a 5%	1	18
		Mayor de 5% pero menor a 10%	2	
		Mayor del 10%	3	
Factibilidad	P.1 ¿Cuál es su cargo funcional actual dentro de la organización?	Gerente	1	2
		Coordinador	2	
		Jefe de área	3	
		Supervisor	4	
		Empleado	5	
		Otro	6	
	P.2 ¿Hace cuanto tiempo Usted labora en este en este puesto administrativo?	Menor de 2 años	1	4
		2 a 3 años	2	
		4 a 6 años	3	
		Mayor a 6 años	4	
	P.3 ¿Qué tan motivado se encuentra usted hacia el trabajo que realiza en esta empresa?	Completamente motivado	1	5
		Motivado	2	
		Poco motivado	3	
		Nada Motivado	4	
	P.18 ¿Cuál cree usted que ha sido la principal limitante para el desarrollo del mantenimiento preventivo dentro de la institución? (Seleccione únicamente la que usted considere de mayor importancia)	Falta de habilidades técnicas del personal	1	20
		Falta de toma de decisiones	2	
		Falta de formación académica del personal	3	
		Falta de liderazgo de los jefes	4	
		Perfiles de puestos no adecuados	5	

Variable	Ítems	Categorías	Código	Columna
Riesgo	P.19 ¿La falta del mantenimiento preventivo es la causa principal por la que el presupuesto de mantenimiento se sale de lo programado?	Muchas veces	1	21
		Pocas veces	2	
		A veces	3	
		Ninguna de las veces	4	
P.20 ¿El rendimiento de la maquinaria se ve afectado por la falta del mantenimiento preventivo?		Si	1	22
		No	2	
		A veces	3	
P.21 ¿Cual es Incidencia en fiabilidad no realizar el mantenimiento preventivo?		Ninguna Incidencia	1	23
		Poca Incidencia	2	
		Bastante incidencia	3	
		De incidencia Grave	4	

Anexo N°4 Ejemplo del criterio de evaluación del grado de criticidad de los equipos de la empresa de UNILEVER

Fragmento de Tabla completada

MANTENIMIENTO PLANEADO																	TPM										
EVALUACION DE EQUIPOS DE ACUERDO A SU CRITICIDAD (A, B, C)																	(Calcula Mantenimiento Planeado)										
Codigo	Descripción	Planta	Area	Supervisor Mantenimiento					Cordinadores de Planta					Operadores					Total SQWDPM	60 a 90	30 a 59	1 a 29					
				S	Q	W	D	P	M	Total	S	Q	W	D	P	M	Total	S					Q	W	D	P	M
CR-101.1	Reductor columna de lavado	Jabones	Saponificacion	1	5	5	3	2	2	18	1	2	4	5	1	4	17	1	2	4	3	1	5	16	51		B
P-100.1	Bomba waukesha 60 envia sebo al reciclo del reactor	Jabones	Saponificacion	1	5	5	3	2	2	18	2	4	4	5	2	3	20	1	2	4	5	3	5	20	58		B
PR-100.1	Reductor bomba waukesha 60 envia sebo al reciclo del reactor	Jabones	Saponificacion	1	5	5	3	2	2	18	1	4	4	5	2	3	19	1	3	4	5	1	2	16	53		B
P-100.2	Bomba waukesha 30u envia almendra al reciclo al reactor	Jabones	Saponificacion	1	5	5	3	2	2	18	2	4	4	5	2	3	20	1	4	5	5	2	3	20	58		B
PR-100.2	Reductor bomba waukesha 30u envia almendra del reciclo al reactor	Jabones	Saponificacion	1	5	5	3	2	2	18	1	4	5	5	2	3	20	1	4	5	5	3	5	23	61		A
P-100.3	Bomba waukesha 30u envia agua a la columna	Jabones	Saponificacion	1	5	5	3	2	2	18	2	4	5	5	2	3	21	1	4	5	4	3	2	19	58		B
PR-100.3	Reductor bomba waukesha 30u envia agua a la columna	Jabones	Saponificacion	1	1	4	3	2	3	14	1	4	5	5	2	3	20	1	3	4	5	2	5	20	54		B
P-100.4	Bomba waukesha 30u envia agua al reactor	Jabones	Saponificacion	1	1	4	3	2	3	14	2	4	1	1	1	3	12	1	2	4	5	3	4	19	45		B
PR-100.4	Reductor bomba waukesha 30u envia agua al reactor	Jabones	Saponificacion	1	1	4	3	2	3	14	1	4	1	1	1	3	11	1	2	5	4	2	5	19	44		B
P-100.5	Bomba waukesha 30u envia salmuera a la columna	Jabones	Saponificacion	1	1	1	1	1	1	6	2	4	5	5	2	3	21	1	3	5	5	2	5	21	48		B
PR-100.5	Reductor bomba waukesha 30u envia salmuera a la columna	Jabones	Saponificacion	1	1	1	1	1	1	6	1	4	5	5	2	4	21	1	4	5	5	2	4	21	47		B
P-100.6	Bomba waukesha 30u envia salmuera al reactor	Jabones	Saponificacion	1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	3	3	21		C

Evaluador

Puntuación de los tres evaluadores

Prioridad del equipo

PROCEDO DEL CRITERIO DE EVALUACIÓN DEL GRADO DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

CADA ÍTEM SERA EVALUADO POR MANTENIMIENTO, COORDINADORES DE PROCESOS Y OPERADORES PARA ESTABLECER LA CRITICIDAD DEL EQUIPO.

ESTO SE HARÁ ESTABLECIENDO VALORES DE 1 A 5 PARA CADA EVALUACIÓN DE ACUERDO A LOS CONCEPTOS EN LA TABLA

CLASIFICACIÓN	FACTORES PARA EVALUACIÓN	CRITERIOS		
		A	B	C
S	Seguridad y Medio Ambiente	Si sufre daños, provoca problemas en términos de seguridad y media ambiente a la comunidad	Si sufre daños, provoca accidentes graves en términos de seguridad y media ambiente y ejerce gran influencia en la comunidad	No hay problemas
Q	Calidad y rendimiento del Material	Si sufre daños habrá habrá gran numero de defectos, disminución significativa en el rendimiento del material y reclamos de clientes	Si sufre daños habrá habrá gran numero de defectos, disminución en el rendimiento del material	No ejerce influencia en la calidad y rendimiento de materiales
W	Condición de Operación	Operación plena durante las 24 horas del día	Operación por cargas (se arranca y apaga el equipo) pero no es continua	Operación ocasional
D	Perdida de Oportunidades	Si sufre daños para toda la fabrica	Si solo afecta la línea a la que está vinculado	Existe equipo de repuesto o no hay perdidas por paradas
P	Frecuencia de Quiebras	Equipo falla constantemente	Equipo falla cada 6 meses	Equipo falla cada después de 1 año o mas
M	Mantenibilidad	Tiempo de reparación sobre 5 horas, costo de reparación sobre \$ 5,000	Tiempo de reparación de menos de 5 horas, costo de reparación de menos \$ 5,000	Tiempo de reparación de menos de 1 horas, costo de reparación de menos \$ 1,000

Valores para cada criterio

4 o 5

2 o 3

1

TPM	
MÉTODO	
S	SHE
Q	CALIDAD
W	CONDICIÓN DE OPERACIÓN
D	PERDIDAS
P	FRECUENCIA DE FALLAS
M	COSTOS DE MANTENIMIENTO