



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE COMERCIO Y ADMINISTRACIÓN
UNIDAD SANTO TOMÁS**

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“EL MANTENIMIENTO COMO GENERADOR DE
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA EFECTIVIDAD
DE LA EMPRESA, ESTUDIO DE CASOS”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD
EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS**

PRESENTA:

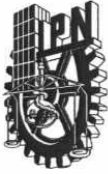
JAVIER VILLARÓN VÁZQUEZ

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. EDMUNDO RESENOS DÍAZ**



MÉXICO, D.F.,

JUNIO DE 2005.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de MEXICO, DF. Siendo las 10:30 Horas del día 29 Del mes de NOVIEMBRE Del 2004 Se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada

Por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de LA E.S.C.A.

Para examinar la tesis de grado titulada:

"EL MANTENIMIENTO COMO GENERADOR DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA EFECTIVIDAD DE LA EMPRESA. ESTUDIO DE CASOS"

Presentada por el alumno:

VILLARÓN

Apellido paterno

VÁZQUEZ

materno

JAVIER

nombre(s)

Con registro:

8	6	0	7	0	3
---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la **Comisión manifestaron SU APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION RÉVISORA
Director de tesis

DR. EDMUNDO RESENOS DÍAZ

DR. ZACARIAS TORRES HERNÁNDEZ

M.C. ALMA DELIA TORRES RIVERA

DR. EDUARDO OLIVA LÓPEZ

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

SECRETARÍA
DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
E. S. C. A.
SECCION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACION

DR. HUMBERTO PONCE TALANCON



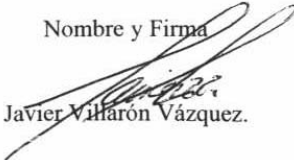
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
COORDINACIÓN GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de México, D.F. el día 20 del mes de junio del año 2005, el que suscribe JAVIER VILLARÓN VÁZQUEZ Alumno del programa de MAESTRÍA con número de registro 860703 adscrito a ESPECIALIDAD EN NEGOCIOS, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del DR. EDMUNDO RESEÑOS DÍAZ y cede los derechos del trabajo intitulado "EL MANTENIMIENTO COMO GENERADOR DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA EFECTIVIDAD DE LA EMPRESA. ESTUDIO DE CASOS.", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o Datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección villaronjavier@yahoo.com.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Nombre y Firma


Javier Villarón Vázquez.

Al creador:
Por permitirme dar un paso más
y comprender mejor la existencia

A Lulú:
Por su amor y comprensión
Por compartir alegrías y tristezas
Por -----.

A mis hermanas:
Martha, Elena, Rosario y Gabriela por todo su cariño

A mis cuñados:
Juan Ramón, Javier y Sergio por su apoyo

A mis hijos:
Mónica, J. Javier, J. Carlos y Lupe, esperando sirva de motivación

Al Instituto Politécnico Nacional, a la Escuela Superior de Comercio y Administración
y a la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación por permitirme acercarme a la
fuente del conocimiento.

A los miembros de la Comisión Revisora de esta Tesis: Dra. Ma. Del Pilar Peña Cruz,
M.C. Alma Delia Torres Rivera, Dr. Eduardo Oliva López, Dr. Zacarías Torres
Hernández y Dr. Edmundo Resenos Díaz, quienes con sus acertadas observaciones,
consejos y recomendaciones me asesoraron pacientemente en la elaboración de esta
tesis.

A los maestros: Dr. Eduardo Frias, M.C. Jorge Toshio, M.C. Mario de la Garza, y Dr.
Daniel Pineda. Por su colaboración para llevar a buen fin el presente trabajo.

A mis compañeros de la Universidad Autónoma del Estado de México. Unidad
Académica Profesional Valle de México.

ÍNDICE

PÁGINA

ÍNDICE GENERAL	i
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
1 MARCO DE REFERENCIA	6
1.1. Tipología del Mantenimiento.....	6
1.1.1. Mantenimiento Correctivo.....	6
1.1.2. Mantenimiento Preventivo.....	7
1.1.3. Mantenimiento Predictivo.....	8
1.1.4. Mantenimiento ProductivoTotal (TPM).....	12
1.2. Efectos del mantenimiento en la productividad.....	14
1.3. El marco de la productividad.....	15
1.3.1. Conceptualización.....	22
1.3.2. Factores Causantes.....	24
1.3.2.1. La Tecnología.....	25
1.3.2.1.1. Conceptualización de Tecnología.....	28
1.3.2.1.2. Tipología de Tecnología.....	30
1.3.2.2. La Motivación.....	34
1.3.2.2.1. Conceptualización de la Motivación.....	40
1.3.2.3. La Capacitación.....	40
1.4. La efectividad como parámetro de medición.....	44

1.5. El marco del mantenimiento.....	46
1.5.1. Conceptualización.....	48
1.5.2. Evolución.....	49
1.5.3. Función.....	54
1.5.4. Presupuestos.....	55
1.5.5. Costos.....	56
1.5.6. Modelo Actual.....	57
1.6. La Creatividad	59
1.6.1. Conceptualización.....	61
1.6.2. Componentes de la Creatividad.....	61
1.6.3. La Solución Creativa de Problemas.....	63
1.7. La Innovación.....	66
1.7.1. Conceptualización	68
1.7.2. Tipología.....	73
1.7.3. Proceso de innovación.....	74
1.7.4. Beneficios.....	80
2. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	82
2.1. Situación problemática	83
2.2. Planteamiento del problema	84
2.3. Hipótesis de trabajo.....	84
2.4. Objetivos.....	85
2.4.1. Objetivo General.....	85
2.4.2. Objetivos Específicos.....	85
2.5. Justificación	85
2.6. Método de Investigación.....	86

3. MATRIZ DE CONGRUENCIA.....	89
4. RESULTADO DE INNOVACIONES POR LA ACTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO.....	91
4.1 Descripción de casos.....	91
4.1.1. Empresa Metalúrgica	101
4.1.1.1. Sistema de frenado por Cluth Magnético (Caso 1).....	101
4.1.1.2. Injerto en flecha de moto reductor (Caso 2).....	103
4.1.2. Empresa Químico Farmacéutica.....	106
4.1.2.1. Sistema de llenado de jabón antiséptico (Caso 3).....	106
4.1.2.2. Máquina blisteadora (Caso 4).....	108
4.1.2.3. Sistema de llenado de líquido anestésico (Caso 5).....	109
4.1.2.4. Sistema de lavado de garrafas (Caso 6).....	110
4.1.3. Empresa de envasado de jugos.....	112
4.1.3.1. Máquina llenadora (Caso7).....	112
4.1.4. Empresa Metalmecánica.....	113
4.1.4.1. Reactor Químico (Caso 8).....	113
4.1.4.2. Pruebas en válvulas de compuerta (Caso 9).....	115
4.1.4.3. Sensor para accionamiento de Troqueladora (Caso 10).....	117
4.1.4.4. Sistema de control de máquina Troqueladora (Caso 11).....	119
4.1.5. Empresa de producción de cerveza.....	122
4.1.5.1. Máquina engargoladora (Caso 12).....	122
4.1.6. Empresa de artículos de higiene y limpieza.....	124
4.1.6.1. Máquina llenadora de líquido limpiador (Caso 13).....	124
4.1.6.2. Alimentador de tapa presentación en aerosol (Caso 14).....	126
4.1.6.3. Línea de llenado de brasso múltiple (Caso 15).....	128
4.1.6.4. Alimentador y trasportador de tapa máquina Romki (Caso 16).....	130
4.1.6.5. Boquilla de llenado de líquido aromatizante (Caso 17).....	132

4.1.7. Empresa de artículos eléctricos.....	134
4.1.7.1. Casquillo de lámpara incandescente (Caso 18).....	134
4.1.7.2. Rehabilitación de máquina aluminizadora (Caso 19).....	136
4.1.7.3. Dispositivo alimentador de lámparas fluorescentes t-12 (Caso 20).....	138
4.1.7.4. Filamento de lámpara incandescente (Caso 21).....	139
4.1.7.5. Remachadora de lámpara fluorescente t-5 (Caso 22).....	140
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE INNOVACIÓN.....	142
5.1. Clasificación de casos empíricos, tecnología versus innovación.....	142
5.2. Cambio en la efectividad en los costos.....	144
5.3. Modelo de competitividad basado en el mantenimiento.....	146
Conclusiones.....	149
Recomendaciones generales.....	152
Índice Figuras.....	153
Índice de Tablas.....	154
Índice de evidencias empíricas	155
Glosario.....	156
Bibliografía.....	160
Anexos	168

RESUMEN

Las empresas se ven afectadas negativamente en su competitividad por interrupciones en los procesos productivos como resultado de averías en, maquinaria, equipos e instalaciones, que llegan a reparar bajo distintas formas de ver el mantenimiento.

Tanto en el mantenimiento correctivo como en el preventivo, en muchos casos, se aportan innovaciones a los procesos a través de mejoras en la maquinaria, en los equipos y en las instalaciones.

La investigación presente tiene como objetivo determinar la relación entre el área de mantenimiento y la efectividad de la empresa para la generación de tecnología.

La acumulación de estas experiencias va conformando un conocimiento organizacional y se refleja en el incremento a la efectividad, reducción de costos, mejoramiento de la calidad del producto y eliminación de desperdicios. En el presente trabajo, basado en la metodología de estudio de casos, se muestran evidencias del uso de la creatividad y la innovación como fuentes generadoras de efectividad y de conocimiento para mejorar la competitividad de empresas, mediante la presentación de casos específicos, analizando las variables de tecnología, mantenimiento, innovación y efectividad. Con esto se llega a un modelo de competitividad basado en el mantenimiento.

Este ejercicio permitió como aportación de esta investigación, extender el conocimiento en las tareas de mantenimiento, y ver la actividad como innovadora en la solución de problemas inherentes a las actividades productivas y la posibilidad de la generación de tecnología propia tan requerida en las empresas para ser más competitivas.

ABSTRACT

Companies are affected negatively in their competitiveness by interruptions in the productive processes as a result of failures in, machinery, equipment and facilities, that they get to repair under different forms to see the maintenance.

As much in the corrective repair as the preventive maintenance, in many cases, innovations to the processes through improvements in the machinery, in the equipment and the facilities are contributed.

The present investigation has the objective of determining the relation between the area of maintenance and the effectiveness of the company for the generation of technology.

The accumulation of these experiences is conforming organizational knowledge and it is reflected in the increase of effectiveness, reduction of costs, improvement of the quality of the product and elimination of wastes. In the present work, based on the methodology of study of cases are shown evidences of the creativity and innovation like generating sources of effectiveness and knowledge to improve the competitiveness of companies, by means of the presentation of specific cases, analyzing the variables of technology, maintenance, innovation and effectiveness. With this it becomes a model of competitiveness based on maintenance.

This exercise as a contribution of this investigation allowed to extend the knowledge in maintenance tasks, and to see the activity like innovator in the solution of inherent problems to productive activities and the possibility of generating its own technology so required in the enterprises to be more competitive.

JORGE E. CURAY R.

INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo, tiene como finalidad el estudio de la relación mantenimiento-innovación y cómo se integran dentro del proceso de fabricación para que estos sean más eficientes y ayuden a la efectividad de las empresas. La efectividad es una dimensión de la productividad y buscan una competitividad mayor en el mundo globalizado actual.

Todos los cambios e innovaciones que se generan por la actividad en el mantenimiento, en su gran mayoría, no están documentados puesto que el personal de mantenimiento lo realiza como parte de su tarea cotidiana, desaprovechando los conocimientos derivados de sus tareas y la oportunidad de volver a hacer uso de ellos, así como obtener beneficios económicos si se patentarán y vendieran.

El uso de tecnología nueva o vieja requiere de mantenimiento, sobre todo, en maquinarias y equipos, generando mejoras en los procesos productivos y haciendo a la empresa más competitiva.

El proceso de mantenimiento es dinámico, hace énfasis en el capital intelectual, se traduce en experiencias nuevas al adoptar tecnología nueva; conlleva aspectos de innovación y creatividad como herramientas necesarias en el quehacer diario del mantenimiento.

En este trabajo se muestra que la actividad del personal de mantenimiento a través de su labor y la constante cercanía con las máquinas, los equipos, los procesos y el enriquecimiento de conocimientos técnicos hace que desarrollen destrezas, habilidades, virtudes, y gracias a su inventiva en la solución de puesta en operación de la maquinaria, tiende a: estimular su creatividad, ésta a su vez genera innovaciones en los procesos, maquinaria o equipos, que pueden ser en pequeña o gran escala. La creación de innovación da como resultado la generación de tecnología nueva, el aprovechamiento de ésta, redundando en resultados para la empresa y su personal, haciendo los procesos más eficientes, con lo cual apoya a la competitividad de la empresa, logrando una generación de utilidades mayor.

En el trabajo se da un marco de referencia que incluye el marco del mantenimiento y de la productividad, lo cual se encuentra en el capítulo 1.

En el capítulo 2 se dan los fundamentos de esta investigación, mientras que en el capítulo 3 se hacen los planteamientos teóricos de la creatividad y la innovación.

En el capítulo 4 se dan los resultados de innovaciones producidas por la actividad de mantenimiento con la presentación de casos registrados durante 30 años de trabajo en el área de producción y mantenimiento.

Por último, en el capítulo 5 se hace un análisis de los resultados técnicos y económicos producidos y estimados que mejoran factores de competitividad importantes para la empresa, llegando a establecerse un modelo de competitividad que toma en cuenta la función competitiva del mantenimiento.

ANTECEDENTES DEL MANTENIMIENTO.

La década de los 80 del siglo pasado marca un cambio de orientación de las políticas y sistemas de producción industrial, pasando de estar centradas en el producto bajo una economía de escala a considerar el proceso como base de una producción en una economía globalizada. El entorno industrial revela la profundidad y amplitud del cambio que se está desarrollando en la actualidad en todo el ámbito productivo y en todo tipo de industria, hasta el punto de que los centros modernos de producción son totalmente distintos de los convencionales, tanto en maquinaria como en instalaciones, métodos de organización y trabajo. Los productos ofrecen cada día más y mejores prestaciones, una amplia gama de variantes para adaptarse a los gustos y necesidades de los clientes, una garantía de calidad “cero defectos”, la entrega del producto cuando es requerido, un costo accesible y un ciclo de vida corto debido a las constantes incorporaciones de nuevas y sofisticadas tecnologías. En la tabla número 1 se puede apreciar la forma en como ha ido evolucionando las características de producción para adaptarse al entorno que lo rodea (Ferré, 1988).

Tabla número 1.

Evolución de las características de los sistemas de producción para adaptarse a las condiciones del entorno.

FABRICA TRADICIONAL	FABRICA MODERNA
Variedad limitada de productos	Gran variedad de línea de productos
Diseño de larga vida para los productos	Rápido cambio del diseño de los productos
Plantas grandes	Plantas menores
Plantas centralizadas	Plantas descentralizadas
Inventarios para desacoplar las etapas del proceso	Cero inventario
Proceso por lotes	Flujos continuos
Flujos regulares	Flujos irregulares
Cadenas equilibradas	Producción bajo demanda
No dejar que se pare el equipo	Mantener los equipos
Inspección de la calidad	Hacerlo bien a la primera vez
Enriquecimiento en el puesto de trabajo	Operaciones sin personal
La concentración como concepto organizativo	Plantas multifuncional
Administración con información por excepción	Administración información - intensiva
Economía de escala	Economía de ámbito
Costos variables	Costos de conjunto
Mano de obra intensiva	Capital intensivo

FUENTE: *La fábrica flexible*. Ferré, R.1988.España: Marcombo.p.8.

Como se puede observar en la tabla número 1, las exigencias del mercado son mayores para las empresas que deben ser más flexibles, competitivas y efectivas.

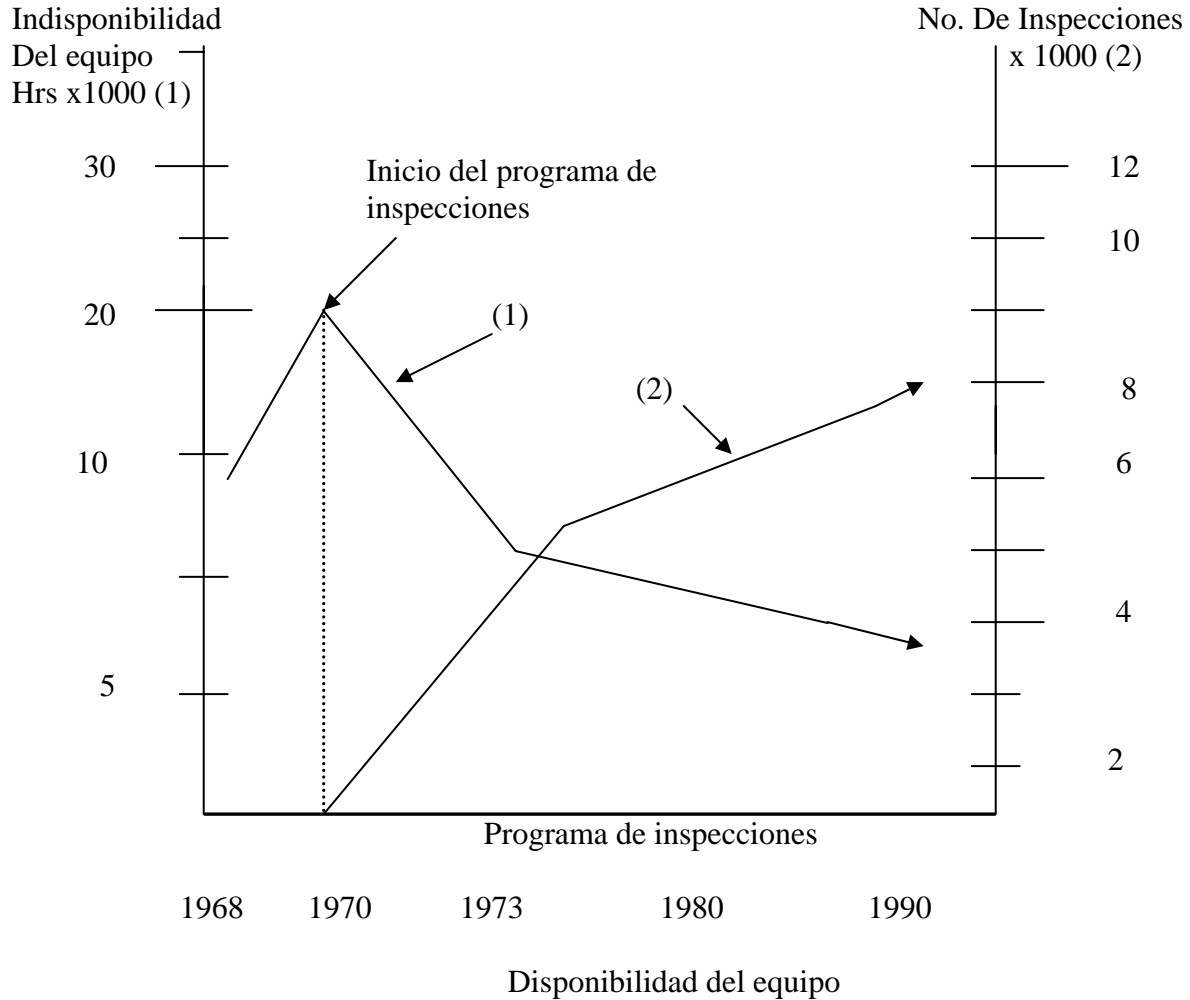
Las compañías están compuestas de recursos humanos, máquinas, equipos e instalaciones, las unidades de producción se estructuran principalmente de la combinación de estos elementos, es evidente si alguna falla no se podrá cumplir el objetivo de la empresa.

Algunas causas que se presentan en producción por indisponibilidad de equipo son entre otros:

- Falta de refacciones
- Personal capacitado
- Distribución de planta inadecuada
- Personal disponible
- Estado de las máquinas
- Falta de información técnica de los equipos: manuales de operación y de mantenimiento, manual de partes de repuesto etc.
- Servicios inadecuados: gas, energía eléctrica aire, etc.
- Escaso o nulo mantenimiento preventivo
- Reparaciones repetitivas al mismo equipo
- Falta de instrumentos de inspección, etc.

Braun (1998) plantea que mediante el desarrollo de un programa basado en inspecciones, es posible disminuir los paros por reemplazo de equipos desgastados, como se muestra en la figura número 1.

Figura número 1
Desarrollo del mantenimiento respecto al tiempo



FUENTE: Elaboración propia, teniendo como base: *Introducción al Mantenimiento Industrial*. Braun, W.1998.México: Sistemas Integrados de Operación y Mantenimiento, S.A. de C.V.p.32.

En la figura número 1 se puede observar que a medida que se incrementa el número de inspecciones es factible tener mayor número de horas disponibles de equipo con la consecuente efectividad de los procesos productivos.

La fiabilidad del equipo constituye uno de los problemas fundamentales en la productividad; a medida que la ciencia y la técnica han progresado en el diseño de maquinaria y equipo; lo mismo sucede con sus elementos componentes, debiéndose generalmente esto a las siguientes causas:

- El aumento de la complejidad de los sistemas técnicos que puede llegar a incluir de 1000 a 100,000 elementos individuales.
- Una mayor intensidad del régimen de trabajo del sistema o de algunas de sus partes individuales debido a altas temperaturas, velocidades, presiones, etc.
- La complejidad de las condiciones de explotación del sistema técnico, como baja o alta humedad, vibración, aceleración y radiación, etc.
- Elevada exigencia de la calidad del trabajo del sistema con alta precisión, efectividad, etc.
- El aumento de la responsabilidad de las funciones realizadas por el sistema, como el valor técnico y económico de las fallas o interrupciones bruscas de los equipos.
- La automatización total o parcial y la exclusión de la participación directa del hombre, cuando sus funciones son realizadas por el sistema técnico.

En general, la noción de fiabilidad; es la misma que constituye el parámetro fundamental de la calidad y costos en el producto, en unión con la durabilidad y explotación de un equipo tecnológico dado. Navarrete (1999) describe por calidad de un equipo tecnológico a todo aquel conjunto de propiedades que posibilitan su utilización óptima para el uso requerido.

1. MARCO DE REFERENCIA.

1.1. Tipología del Mantenimiento

El mantenimiento comprende las actividades para poner en disponibilidad una obra, instalación técnica, equipos, maquinaria y dispositivos en un grado específico.

1.1.1. Mantenimiento Correctivo.

Braun (1998) denomina a este tipo de mantenimiento principalmente a aquellas actividades destinadas a corregir averías no previstas en primera instancia, pero también comprende correcciones del diseño del equipo, de la distribución de planta, y otras

funciones principales, para obtener una seguridad de operación más eficiente, reconstrucciones y rehabilitaciones de maquinaria.

En principio, el mantenimiento correctivo es en varios aspectos el más costoso por los gastos de producción ocurridos y los costos subsecuentes. Parte del mantenimiento correctivo siempre es repetitivo y por esto se presta para una mejor planeación.

1.1.2. Mantenimiento Preventivo.

Navarrete (1999) describe este tipo de mantenimiento como un conjunto de medidas de carácter técnico y organizativo, mediante las cuales se lleva a cabo el mantenimiento y la reparación de los equipos. Estas medidas son elaboradas previamente según el plan que asegura el trabajo constante de los equipos. De esta manera el equipo se encuentra siempre en buen estado ya que es sometido a reparaciones periódicas que eliminan en gran parte las averías, con la consiguiente economía de trabajo y de material. Con el mantenimiento preventivo se da solución a los siguientes problemas:

- El equipo se mantendrá en un estado que asegura en mayor medida su rendimiento eficaz.
- Se evitan los casos de roturas imprevistas que ocasionan fallos en el equipo.
- Se reducen los gastos invertidos en la reparación del equipo.

El mantenimiento preventivo, se configura de una serie de actividades que se definen como sigue:

- **Mantenimiento Indirecto:**

- a) Predicción del desgaste a través de mediciones del estado de la pieza.
- b) Predicción del desgaste a través de la estimación del estado de la pieza.

- **Mantenimiento Directo:**

- c) Substitución regular de las piezas de desgaste conocidas a través de periodos de operación determinados estadísticamente (empíricos).

d) Substitución regular de las piezas de desgaste no conocidas porque simplemente se intuye su daño.

Los incisos “a y b” constituyen actividades de controles del estado que guardan las unidades técnicas, de función y rendimiento; los últimos incisos “c y d” se trabajan con una substitución o restauración programada (Navarrete, 1999).

Está técnica no es efectiva si tiene que adquirirse partes sin manifestación de desgaste real, además los tiempos de desgaste son muy variables por la dependencia de las circunstancias del ambiente al que están expuestos, de la carga a que son sometidos, sobre tiempo de funcionamiento y de la forma de operación. Esta técnica de cambios de piezas se realiza ahora a través del desgaste real, el cual se determina por la medición del mismo, monitoreo o en términos precisos del mantenimiento predictivo.

Adicionalmente se aplica al mantenimiento preventivo técnicas de ruta crítica, de documentación auxiliar para los trabajos claramente repetitivos. En principio todos los trabajos repetitivos son objetos claramente interesantes para la estandarización.

1.1.3. Mantenimiento Predictivo.

Este tipo de mantenimiento consiste de un monitoreo permanente del grado de desgaste de un equipo, unidad o componente, para que con base en las mediciones efectuadas se pueda predecir el tiempo de funcionalidad que subsiste antes de un paro o avería inevitable. La suma de los resultados representa la base para una planeación de trabajos preventivos.

La planeación de las actividades se realiza a través de las prioridades del equipo (por su importancia para garantizar una producción sin interrupción), la suma de los desgastes, y sus tiempos aprovechables contra los recursos disponibles del mantenimiento. En este tipo de mantenimiento son necesarias las inspecciones apoyadas con el uso de instrumentos de diagnóstico tales como:

- Equipo de ultrasonido
- Checador de rodamientos
- Medidor de vibraciones y oscilaciones
- Medidor electrónico de temperatura
- Chequeo de temperatura por cinta
- Chequeo de temperatura por equipo infrarrojo
- Estetoscopios
- Endoscopios
- Checador de circuitos hidráulicos
- Fluidos penetrantes

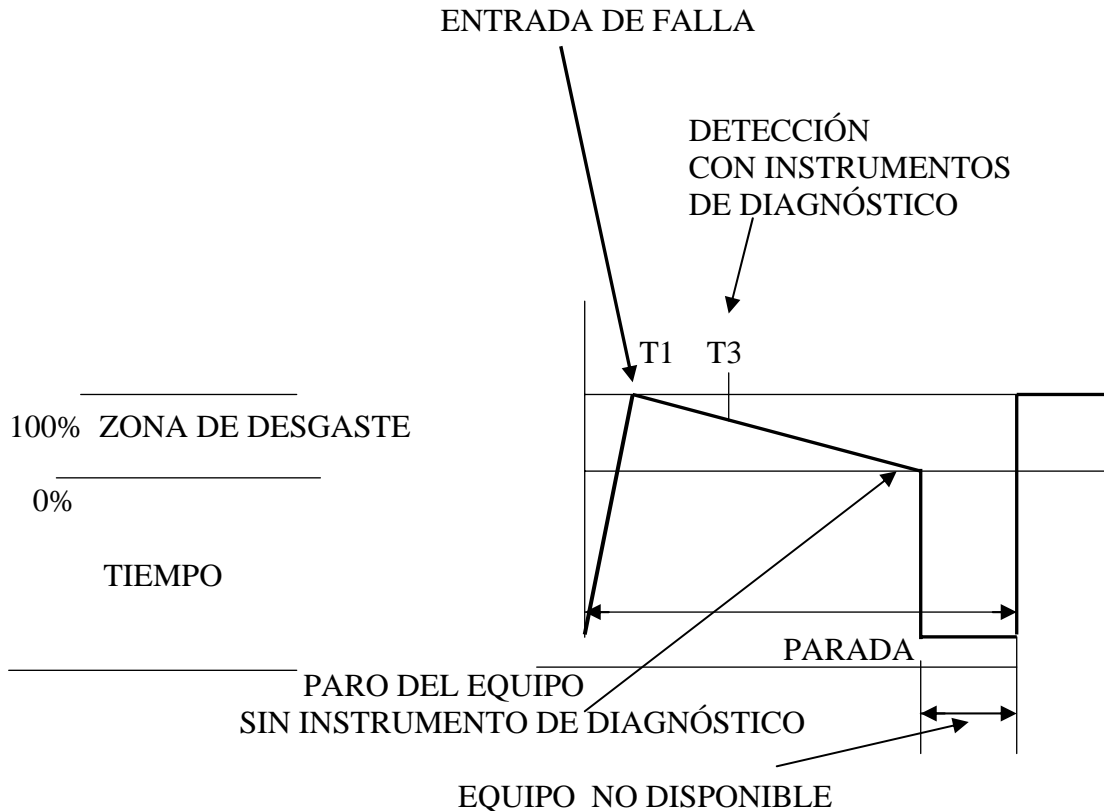
En la figura número 2 se muestra una alternativa en la continuidad del servicio de la máquina y la reducción de costos de mantenimiento, se contempla un equipo trabajando al 100 % lo que se espera en toda empresa, sin embargo, al presentarse una falla y al carecer de instrumentos de diagnóstico (indicadores de temperatura, humedad, presión, calor, vibración etc.), la máquina se degradará afectando su funcionamiento hasta el paro total con las inevitables pérdidas de producción. Por el contrario, al contar con instrumentos de diagnóstico, mantenimiento detectará a tiempo la falla evitando el paro total del equipo dándole continuidad al proceso productivo.

La detección temprana de la falla evitará un deterioro mayor en la pieza que se encuentre dañada, la función de los equipos de diagnóstico, es tratar de que se presenten daños irreparables con las consecuentes pérdidas de producción.

Los usos más frecuentes de equipos de inspección forman parte activa del mantenimiento predictivo, haciendo más efectiva la labor al operador y reduciendo costos de refacciones.

Figura número 2

Importancia del instrumento de diagnóstico en mantenimiento



FUENTE: Elaboración propia, teniendo como base: *Introducción al Mantenimiento Industrial*. BRAUN.W.1998, México: Sistemas Integrados de Operación y Mantenimiento. pp.1-105.

La descripción de algunos equipos de diagnóstico y su aplicación incluye los siguientes:

Equipos de ultrasonido: su uso es de carácter universal y se utilizan en diferentes tareas dentro del campo de las pruebas no destructivas; sus áreas de aplicación incluyen entre otras, el control de las tendencias y del estado actual que guardan las instalaciones industriales, las máquinas y herramientas. También se utilizan en el control de calidad de los productos plásticos.

Son adecuados entre otras cosas para:

- La medición de espesores de tanques de acero al carbón o inoxidable.
- La medición del espesor de recubrimientos
- El control de superficies
- La determinación de fisuras tanto de piezas de maquinaria, de moldes así como de productos.

Checador de rodamientos: los rodamientos (baleros) son uno de los más comunes en equipos industriales y es frecuente encontrar los elementos en su punto crítico, para checar el estado actual de rodamientos se ha desarrollado un instrumento que permite medir la intensidad de las ondas de juegos mecánicos de baleros y cilindros de rodamientos. Este instrumento detecta cambios de la condición del rodamiento respectivamente y la dependencia de desarrollo de su vida útil.

Medidor de vibraciones y oscilaciones: la vibración anormal en las máquinas indica un estado inaceptable del equipo, aparte del impacto mecánico de la vibración normalmente se causa aumento de temperatura en rodamientos, un aumento de 10 °C reduce el tiempo de vida en un 50 %. Una vibración detectada a tiempo es sinónimo de que el equipo requiere una revisión en sus cimientos, anclaje del equipo o la necesidad de balanceo del equipo.

Medidor electrónico de temperatura: el uso más común se encuentra en el chequeo de:

- Motores
- Reductores
- Cojinetes de fricción
- Válvulas magnéticas
- Reguladores

Lo más recomendable son instrumentos transistorizados de rango de 250 °C.

Chequeo de temperatura por rayos infrarrojos: este instrumento mide el espectro de la luz infrarroja emitida en intensidades diferentes de acuerdo al material y la temperatura, se ocupa para chequeos esporádicos y especialmente útil para checar:

- Componentes rotativos, rodamientos, ejes, etc.
- Superficies húmedas o con revestimiento
- Estructura con superficie irregular
- Componentes electrónicos que no es posible tocarlos mecánicamente
- Objetos de alta temperatura
- Superficies grandes, para detección de diferencias de temperatura locales como tubos y calderas
- Componentes con cambio de temperatura alta
- Objetos eléctricos, especialmente tableros, interruptores, contactos, fusibles en alta tensión, conectores y contactores

En la actualidad el mantenimiento está basado en las prácticas de un mantenimiento predictivo y preventivo, más que un mantenimiento correctivo, con las ventajas que otorgan entre las que se encuentran una mayor disponibilidad de equipo y reducción de costos (Braun1998).

1.1.4. Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Este consiste en una combinación del mantenimiento predictivo y preventivo e involucra a todos los empleados de la organización desde el directivo hasta el operario ya que este último es el responsable de la conservación de su equipo. Los factores clave para el éxito de un plan de mantenimiento productivo total involucran el compromiso e implicación de la dirección en la implantación del plan, creación de un sistema de información y el software necesario para su análisis y aprovechamiento óptimo de la administración de recursos, como inventario, servicios, etc.

El Mantenimiento Productivo Total, cuyas siglas en inglés son TPM (Total Productive Maintenance) nace en los años 70, 20 años después del inicio del Mantenimiento Preventivo.

Las metas del mantenimiento productivo total son:

- Maximizar la eficacia de los equipos
- Involucrar en el mismo a todas las personas y equipos que diseñan, usan o mantienen los equipos.
- Obtener un sistema de Mantenimiento Productivo para toda la vida del equipo.
- Involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores a los directivos
- Promover el mantenimiento productivo total mediante motivación de grupos activos en la empresa.

Los medidores fundamentales de la gestión del mantenimiento productivo total son:

- Disponibilidad: la fracción de tiempo en que los equipos están en condiciones de servicio.
- Eficacia: la fracción de tiempo en que su servicio resulta efectivo para la producción.

Los objetivos del mantenimiento productivo total son entre otros:

- Cero averías en los equipos.
- Cero defectos en la producción
- Cero accidentes laborales.
- Mejorar la producción.
- Minimizar los costos.

Algunos inconvenientes del mantenimiento productivo total son entre otros:

- Proceso de implementación lento y costoso.
- Cambio de hábitos productivos.
- Implicación de trabajar juntos todos los escalafones de la empresa.

El mantenimiento productivo total busca la eficacia total de los equipos con base en un plan de mantenimiento para la vida útil de los equipos e involucrando a todo el

personal de la empresa en su desarrollo; las empresas de clase mundial requieren la pronta adaptación y adecuación del mantenimiento productivo total para lograr efectividad en sus procesos productivos (Nakajima, 1998).

1.2. Efectos del mantenimiento en la productividad

El mantenimiento produce un bien real que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. La exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa la capacidad de respuesta, implica para el mantenimiento retos y oportunidades donde merecen ser valorados los costos de producción y calidad del producto, servicio, capacidad operacional y capacidad de respuesta.

Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó a la empresa a centrar sus esfuerzos de mejora sobre todo en los recursos de la función de producción. El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fuese visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

Sin embargo, las mejoras obtenidas después de un largo período son difícilmente sensibles, a esto se une la filosofía de calidad total y todas las tendencias que trajo consigo la integración del compromiso y esfuerzo de todas sus unidades que ha volcado la atención sobre un área relegada: el mantenimiento.

Los efectos de un mantenimiento adecuado que representan en la productividad de las empresas incluyen, entre otros:

- Eliminación de tiempos muertos de maquinaria y equipo
- Mayor disponibilidad de equipo
- Disminución de accidentes
- Mayor seguridad en la operación del equipo

- Efectividad en el uso de materiales
- Mejora en el diseño de maquinaria y equipo
- Diseño de herramientas
- Aplicación de tecnología a maquinaria y equipo
- Integración del personal con los procesos productivos
- Mayor motivación
- Asignación de tareas y rutinas al operador
- Flexibilidad del personal de mantenimiento.
- Reducción continua del tiempo de preparación.
- Tendencia a la eliminación de almacenes de refacciones
- Control de existencias mínimas

Los efectos negativos de un mantenimiento traerían como consecuencia la desaparición de la empresa por problemas de productividad puesto que no podrían ser competitivos en costos principalmente (Braun, 1998).

1.3. El marco de la productividad

En la actualidad los países del mundo se enfrentan a serios problemas de carácter económico, político, social que todos reconocen y el enfoque está puesto en ellos. Es así que dichos problemas son tema obligado en los diferentes foros mundiales en donde se reconoce la urgencia de generar fuentes de empleos y preservar los ya existentes cuidando el medio ambiente para mejorar la calidad de vida del ser humano en todo el orbe y nos es raro encontrar que la productividad es un instrumento estratégico de todo país.

El estudio de la productividad se ha incrementado recientemente, siendo los economistas quienes más han profundizado al respecto. La literatura reporta que es un tema complejo y que los resultados obtenidos aun precisan validación en el ámbito mundial. El departamento de comercio de los Estados Unidos clasificó en 1981 más de veinte factores que considera han sido fundamentales en la disminución del crecimiento de la productividad en dicho país. De manera similar, a continuación se presentan algunos

factores que, desde la perspectiva de Flores (1997) afectan de manera importante la productividad de las empresas manufactureras en el contexto mexicano; asimismo, se mencionan los principales resultados observados por dicho departamento para el caso de los Estados Unidos:

- Inversión: parece existir una correlación alta entre la inversión, como porcentaje del PNB (Producto Nacional Bruto), y el mejoramiento de la tasa de productividad
- Utilización de la capacidad. El porcentaje del tiempo que las plantas están en operación, es decir, la utilización de su capacidad está muy ligada con la productividad del trabajo.
- Razón capital / trabajo. Parece que existe una relación estrecha entre la productividad del trabajo y la razón capital / trabajo.
- Reglamentación del gobierno. La excesiva reglamentación causa retrasos e incertidumbre en los inversionistas, disminuyendo la productividad. En 1978, los reglamentos gubernamentales costaron a la industria norteamericana 100 mil millones de dólares.
- La vida de la planta y el equipo. Al volverse obsoleta la maquinaria y el equipo industrial se observa una disminución en los niveles de productividad.
- Temor a la pérdida del empleo. Al instalar técnicas de mejoramiento de la productividad, lo normal es encontrar una gran resistencia por parte del trabajador. Los expertos recomiendan capacitar al personal existente, nunca despedirlo.
- Influencia sindical. Aunque no se cuenta con evidencia contundente, en general, se considera que los sindicatos afectan negativamente a la productividad (Ramo, 1981)
- Administración. Las investigaciones reportan que la falta de habilidad de los Administradores para planear y controlar de manera efectivas las tareas de los trabajadores origina retrasos y pérdidas con la consecuente disminución en la productividad (Barry, 1974).

Al considerar el enfoque sistémico con que debe verse toda empresa manufacturera, ninguno de los factores arriba citados, por si solo, puede determinar el mejoramiento o la reducción en los niveles de productividad; es la interacción conjunta de todos ellos; y algunos otros seguramente, lo que conduce el rumbo de estas compañías.

Puesto que el mejoramiento de la productividad depende de una gran cantidad de factores, según se ha visto, es conveniente seleccionar las técnicas más adecuadas para cada empresa y definir el programa de mejoramiento de la productividad basado en dichas técnicas. Dentro de estas técnicas para mejorar la productividad las más importantes son las siguientes:

1. Basadas en tecnología Diseño Asistido por Computadora(CAD), Manufactura Asistida por Computadora (CAM), Manufactura Integrada por computadoras (CIM), etc.
2. Basadas en materiales: Planeación de Requerimiento Materiales de (MRP), control de calidad, etc.
3. Basadas en la mano de obra (Enriquecimiento del trabajo, curvas de aprendizaje, etc.)
4. Basadas en el producto (Análisis del valor, diversificación del producto, publicidad, etc.)
5. Basadas en las tareas (Medición del trabajo, programación de la producción, etc.)

Ayres (1991) establece como factores que históricamente han influido en el mejoramiento de la productividad de empresas manufactureras desde la primera revolución industrial hasta la década de los setentas del siglo pasado, a los siguientes:

- División y especialización del trabajo.
- Utilización de máquinas de vapor.
- Desarrollo de mejores materiales como el hierro y el acero.
- Nuevas máquinas –herramientas mecanizadas como tornos o fresadoras.

- Métodos de medición más precisos
- Intercambiabilidad de partes.
- Electrificación de máquinas para aumentar su eficiencia y flexibilidad.
- Materiales más resistentes para máquinas de corte rápido, como aleaciones y cerámicas.
- Administración científica e integración vertical (Taylorismo- Fordismo).
- Integración mecánica (máquinas automáticas de transferencia).
- Control estadístico de calidad y control total de calidad.

En forma complementaria y siguiendo con esta secuencia histórica, puede decirse que durante las últimas dos décadas han surgido una serie de métodos y técnicas encaminadas hacia el mismo objetivo: el mejoramiento de la productividad de la empresa y su supervivencia en mercados cada vez competidos.

Entre ellos pueden mencionarse los sistemas flexibles de manufactura (FMS), en los que un grupo de máquinas está unidas trabajando en forma dedicada a la manufactura de ciertas partes; consecuentemente con esto, se tienen el agrupamiento de partes en familias, de acuerdo con su forma o proceso, mejor conocida como tecnología de grupos (GT); la manufactura justo a tiempo (JIT), que busca la eliminación de desperdicios así como la minimización de inventarios durante el proceso; la producción celular que reúne a un grupo de operarios y de máquinas en torno a un proceso muy definido para la manufactura de partes o componentes; las máquinas de control numérico (NC) y los sistemas de control numérico (CNC), hasta llegar a los modernos e impresionantes robots.

Aunque esto pareciera indicar a primera vista que la productividad puede crecer prácticamente sin límites, en realidad, el carácter sistémico de los procesos productivos tiene repercusiones en diversos ámbitos cuyos efectos combinados deben tenerse presentes en la determinación de la productividad total de la empresa. Las tendencias actuales indican que, en efecto, la productividad del trabajador ha aumentado consistentemente (porque con tan avanzada tecnología, cada vez es mayor por el número de partes que puede procesar un operario por unidad de tiempo), mientras que la productividad del capital no lo ha hecho, y en algunos casos en realidad ha disminuido (Por tanto la tecnología de punta es muy cara).

Si además se recuerda que la escala de producción es una función inversa de la complejidad del producto y que los mercados comunes internacionales son cada vez mayores, se arriba a una doble conclusión; la tendencia actual de la productividad en las empresas manufactureras esta dominada por:

1. La competencia mundial generalizada
2. La complejidad creciente de los productos.

Actualmente, la preocupación por elevar los niveles de productividad de las empresas, en general, es notoria tanto en los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo (Prokopenko, 1991).

Por otro lado, las principales ventajas de la medición de la productividad en una empresa manufacturera son las siguientes:

- 1.- La empresa puede evaluar la eficiencia de la transformación de sus recursos.
- 2.- Se puede simplificar la planeación tanto a corto como a largo plazo.
- 3.- Los objetivos económicos y no económicos de la empresa pueden reorganizarse por prioridades con base en los resultados de la medición
- 4.- Se pueden modificar en forma realista las metas de los niveles de productividad Planeadas para el futuro.
- 5.- Es posible determinar estrategias para mejorar la productividad.
- 6.- Ayuda a la comparación de los niveles de productividad entre empresas del mismo ramo
- 7.- La negociación salarial colectiva puede lograrse en forma más racional (Sumanth, 1992).

De este modo puede verse que la medición de la productividad es de gran importancia para el administrador pues le permite tomar decisiones que conduzcan y mantengan a la empresa a los niveles requeridos de competitividad. Sin embargo, dado que se trata de un problema cultural, es de esperarse que la adopción sistemática de métodos

para la medición de la productividad no se produzca en forma inmediata en las empresas mexicanas. Además debe señalarse que existe una variedad de interpretaciones sobre el concepto mismo de productividad y, por ende, sobre la forma en que debe ser medida. Este desacuerdo proviene de las distintas orientaciones y antecedentes de quienes pretenden definir este concepto y puede ser causa de desaliento para iniciar programas formales de mejoramiento de la productividad, es preciso encaminar los esfuerzos en esta dirección. Fenske (1967) ha identificado quince definiciones distintas del concepto de productividad dados por diferentes investigadores y profesionistas, pero este número parece ir en aumento, como lo muestran los distintos enfoques caracterizados por Sumanth (1992).

- Enfoque de los contadores. Los contadores siguen el enfoque de costeo y presupuesto. Cuando se utilizan como estándares las cifras de presupuesto y no los valores óptimos a lograr puede haber una impresión falsa de alta productividad.
- Enfoque de los economistas. Generalmente usan medidas parciales como la productividad de la mano de obra. Si éstas no se usan en conjunto con otras medidas globalizadas pueden causar impresiones distorsionadas de la productividad de la empresa.
- Enfoque de los psicólogos. Los administradores de personal generalmente consideran la productividad de las personas en términos del tiempo que les lleva realizar su trabajo contra el tiempo total disponible. Sin embargo, este porcentaje de utilización no toma en cuenta el esfuerzo del empleado.
- Enfoque de los ingenieros. Casi siempre utilizan medidas de activos físicos como producción por hora, horas –hombre por unidad, utilización de máquinas y otras. Nuevamente es una visión parcial y, por ejemplo, un ahorro en el costo de la mano de obra directa puede significar que una maquinaria costosa esté parada más tiempo.
- Enfoque de los administradores. Los administradores con frecuencia usan razones contables que permiten evaluar con facilidad las ganancias de la empresa. Es bien conocido, sin embargo, que existe una gran diversidad de

tales cocientes y que no hay uniformidad respecto a cual de ellos es el idóneo para reflejar la productividad global de la empresa.

Como puede observarse, el tema de la medición de la productividad es de gran controversia no obstante queda clara su gran importancia.

Uno de los problemas más graves que pueden surgir al medir la productividad y que Young (1990) ha identificado como la paradoja de la productividad consiste en la observación de que hay empresas que han invertido grandes cantidades de dinero en automatización y no han mejorado su posición en el mercado, mientras que existen otras que han reportado disminución de su productividad y han tenido utilidades. Los ejemplos que Young (1990) establecen, que algunas empresas norteamericanas son ilustrativas de esta situación:

- Una compañía declaró que su productividad (de mano de obra) se había incrementado 7 % durante los últimos tres años y a pesar de ello siguió perdiendo mercado.
- Otra compañía, por otra parte, admitió disminuciones en su productividad pero siguió generando niveles aceptables en sus utilidades y en sus flujos de efectivo.

Para explicar esta paradoja Young (1990) sostiene que son dos las vertientes que conducen a esta confusión: por un lado, la contabilidad tradicional que solo considera los costos directos de la mano de obra, no le ha podido proporcionar al administrador datos confiables sobre los cuales basar sus decisiones de inversión, pues este tipo de datos le indican que debe automatizar la planta para así reducir sus costos directos en mano de obra; sin embargo, las inversiones en equipo de computo o de automatización normalmente son tan elevadas que fácilmente compensan y sobrepasan el primer efecto reductor de costos, dando por resultado una disminución en la productividad total de la empresa. Por otra parte, continua Young (1990) la productividad de la mano de obra es solo una forma de medir los resultados en una empresa de manufactura y no es precisamente la mejor. Así la productividad es entendida como el valor de los bienes manufacturados dividido entre el

total de la mano de obra requerida. Sin embargo, la mano de obra no es el único insumo en la producción; se requieren muchos otros insumos utilizados, la mano de obra representa generalmente menos del 10 %. Es decir, se considera en forma casi exclusiva a un indicador que puede no ser representativo de la empresa en su totalidad.

En otras palabras, la paradoja de la productividad es en realidad un problema de medición, ya que deja de lado factores que pueden ser muy importantes para los resultados que persigue la empresa, o bien toma en cuenta aquellos que probablemente no sean significativos.

Para los fines del presente trabajo, el concepto que se manejara será el de efectividad entendiéndose inicialmente como la combinación de eficiencia, hacer más con menos, y eficacia, la forma en que se obtiene un conjunto de resultados y en que se logran los objetivos en el momento adecuado en tiempo y costo, posteriormente la utilidad de los productos generados en la sociedad y al usuario (Flores, 1997; Pineda, 2003).

1.3.1. Conceptualización.

Flores (1997) establece por productividad un cociente que relaciona insumos con productos. Por ejemplo, frecuentemente se habla de la productividad de los trabajadores al referirse al número de partes que un obrero procesa cada hora; productividad del capital, como el cociente de la producción obtenida entre el insumo de capital; o productividad de los materiales como el cociente de la producción entre los insumos de materia prima. Todos estos son ejemplos de productividad parciales pues relacionan la producción con alguno de los insumos. Si se consideran la totalidad de los insumos y de la producción resultante se hablaría de la productividad total, es decir:

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Producción total}}{\text{Suma de todos los factores de insumo}} \text{----- (1)}$$

$$\text{Productividad parcial respecto al insumo } j = \frac{\text{Producción total}}{\text{insumo } j} \text{----- (2)}$$

La productividad, producción, eficiencia y eficacia, son conceptos estrechamente relacionados que a veces se confunden entre sí, por lo que se hace necesario precisar cada uno de ellos, de modo que el contexto teórico sea más claro.

Eficiencia: Es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada, eficacia: es el grado en que se logran los objetivos; en otras palabras, la forma en que se obtiene un conjunto de resultados refleja la eficacia, mientras que la forma en que se utilizan los recursos para lograrlos se refiere a la eficiencia; Producción: es el total de productos que genera una empresa; Productividad: es la composición de eficacia y eficiencia, pues la primera de ellas está relacionada con el desempeño, mientras que la segunda con la utilización de recursos (Flores, 1997).

De lo anterior se derivan las siguientes asociaciones de conceptos:

Eficacia- resultados, eficiencia- recursos, y productividad- producción / insumos. Así quedan establecidas las distinciones entre estos términos, evitando confusiones que normalmente conducen a errores de interpretación (Sumanth, 1992).

F.W.Taylor (1947) concibe la productividad como la relación que existe entre la producción obtenida y el trabajo empleado; situación en la que intervienen la división de trabajo, reducción de costo, incentivos y racionalización de tiempos y movimientos con beneficios bilaterales al empresario y al trabajador. Sumanth(1994) establece la productividad como la relación entre producción y medios empleados para lograrla. La Organización para la Cooperación Económica Europea (O.C.E.E.) presenta su definición de productividad, dice: productividad es el cociente que se obtienen al dividir la cantidad producida entre uno de los factores de producción capital, inversión, materia prima, etc. (Sumanth, 1994).

Scott (1996) estableció, con el enfoque de sistemas, que productividad es el número de unidades de trabajo que se logran en un periodo dado; por su parte Koontz y O'Donnell (1979) mencionan que una de las metas principales de cualquier sociedad es la productividad y que la eficiencia administrativa se define como lo bien y con que grado de eficacia los administradores alcanzan los objetivos de su empresa, entonces: Eficiencia = f(eficacia..); eficacia: (productividad...) y productividad = (relación de productos e insumos).

La Organización Internacional para el Trabajo (OIT) desde hace muchos años ha insistido en el enfoque de eficacia y eficiencia del uso de recursos; sin embargo, enfatiza en la idea de combatir algunos errores comunes acerca de la productividad, tales como: el que la productividad no es solamente la eficiencia del trabajo; el que el rendimiento se mida sólo por el producto; confusión entre la productividad y la rentabilidad; confusión entre la productividad y la eficiencia, ya que eficiencia significa producir bienes de alta calidad en el menor tiempo posible, pero debe considerarse si esos bienes se necesitan; creencia en que las reducciones de los costos siempre mejoran la productividad; y, finalmente, el mito de que la productividad solo se puede aplicar a la producción (Prokopenko,1989).

Torres (1997) establece que la productividad tiene un manifiesto, un origen y un destino. El primero es la ciencia y el segundo el progreso social, pero teniendo al factor humano como determinante de ambos.

Para nuestro caso, una definición satisfactoria es la que se cita a continuación: Productividad es el uso óptimo de recursos, a través de la manera equilibrada de combinar: el ejercicio de la voluntad “querer hacerlo – motivación”, la capacidad para poder hacerlo “capacitación – administración” y el tener los medios “capital, tecnología” para hacerlo, pero que toma significado si existe la realización “hacer” (Torres, 1997).

1.3.2. Factores Causantes.

En este inciso se pone énfasis a la pregunta ¿qué origina la productividad? Al respecto, es de notar que las causas son muy diversas; Torres (1997) establece entre ellas la tecnología, la motivación y la capacitación.

1.3.2.1. La Tecnología

Las empresas tienen un papel trascendente en materia de investigación, desarrollo e innovación tecnológica, en cuanto a que son los principales destinatarios finales de cualquier avance científico y tecnológico. Por este motivo, las empresas tienen la misión de construir su propia tecnología para lograr efectividad; en la práctica el administrador de empresas es quien desea realizar cambios tecnológicos en los procesos industriales de la organización, estará basado en un cuerpo de conocimientos científicos que debe mostrar e integrar; la tecnología incluye procesos que pueden ser manuales, mecánicos o electrónicos que realizan una función en una orden y lo realizan en forma segura de cierta manera (Manning,2002).

En el caso de la informática, que es una de las áreas con desarrollo tecnológico alto, se puede notar el resultado en la reducción de trabajo y la fuerza de trabajo, cada bit de información y control ahora es evaluado por el trabajador en el campo de trabajo, simplificando su trabajo, realizándolo más rápidamente y eficientemente con los respectivos ahorros significativos de tiempo y dinero. La tecnología de las computadoras continúa su avance exponencial. Tal como los costos se han venido declinando, hoy las computadoras personales son más potentes que las de hace pocos años.

El cambio tecnológico y los sistemas de gestión nuevos aportan nuevos elementos en los procesos de producción que obligan a una permanente puesta al día de los responsables de la operación de los equipos y los responsables de la empresa (Manning, 2002; Nakajima, 1998; Newbrough 1990; Schonberger, 1996).

En la actualidad se vive la “Era de la información”; en la mitad del siglo XX surgen las industrias basadas en la ciencia, las mejoras tecnológicas en la electrónica hicieron posible la aparición de las computadoras. Esto constituye el desarrollo más importante; la computadora revolucionó el modo de procesar y comunicar la información. Como resultado de esto, la información se ha convertido en un bien más del mercado y a esta nueva era se le conoce como la era de la información o “post-industrial”.

La tecnología de la información tiene un gran impacto en la sociedad, las computadoras, la fibra óptica, los sistemas inalámbricos, el radio, la televisión, los satélites de comunicación son ejemplos de dispositivos que tienen un efecto enorme sobre nuestra vida y la economía de un país.

Un gran porcentaje de empresas requiere “trabajadores informáticos” y cada vez menos “trabajadores de producción”. La tecnología de la información ha sido responsable del espectacular crecimiento de la robótica, a medida que la era industrial declina se espera que cada vez mas trabajo físico sea realizado por robots. Es necesario el cambio en el cual el tiempo es crítico, en la práctica los estudios muestran que muchas compañías tienden a cambiar demasiado tarde de una obsolescencia a una promisorio tecnología.

La perspectiva que ha venido dominando la historia de la tecnología se ha centrado habitualmente en la historia de instrumentos, herramientas y máquinas con una visión acumulativa y lineal en la que unos artefactos más eficientes van reemplazando a otros, desde este punto de vista todo desarrollo tecnológico se interpreta retrospectivamente desde el presente, siguiendo las pautas de una especie de "causa futura" y considerando que se produce siempre bajo el criterio de una mayor eficiencia; de otra forma, el progreso supone el paso de los objetos y sistemas tecnológicos de un estado a otro más complejo y eficaz, en consecuencia, todo aquello que técnicamente pueda hacerse hay que realizarlo (Abetti, 1998).

El uso adecuado de la tecnología ha permitido la facilidad de la realización de tareas, las cuales anteriormente eran realizadas por el ser humano, y en la actualidad se ha substituido por el empleo de máquinas. Es necesario considerar la tecnología como un sistema interrelacionado de conocimientos, artefactos, destrezas y habilidades, recursos naturales, estimaciones económicas, valores y acuerdos sociales, preferencias culturales y estéticas, etc, que generalmente sirve para producir un bien o servicio.

Frecuentemente, la gente gasta millones de dólares en el uso de la tecnología para automatizar procesos pero no cambia la asociación con las prácticas del trabajo; no puede aplicarse tecnología sin cambios en la gente los cuales deseen hacer o como se desea que ellos lo ejecuten. El único camino para obtener un retorno de la inversión de la tecnología,

es contar con un equipo (staff) específicamente diseñando un plan que involucre políticas y procedimientos; la tecnología debe ser implementada como una estrategia para lograr crecimiento y desarrollo (Manning, 2002; Schonberger, 1996).

Algunos de los adelantos vistos a través del tiempo son entre otros; mayor velocidad de producción, incremento en la calidad de los productos y servicios brindados, disminución de materiales utilizados en los procesos productivos, sustitución de materiales más ligeros, con las mismas propiedades o mejores que los materiales originales y la reducción cada vez más generalizada de mano de obra (Mercado, 1980).

En el concepto se identifican tres partes; físicas, que son el conjunto de medios que se refieren al desarrollo y mejoramiento de maquinaria, equipo, instrumentos, herramientas, que históricamente han pasado de los trabajos manuales hasta la automatización de los procesos productivos, un ejemplo son robótica y la inteligencia artificial; otro componente, se refiere a las partes no materiales como los sistemas, software, procesos y procedimientos que se utilizan en el desempeño de las actividades y que proporcionan la forma de producir con las partes físicas; el tercer componente, es el aspecto administrativo, el cual regula la aplicación de los recursos, de tal forma que permite el óptimo aprovechamiento de los insumos disponibles en el proceso de producción (Steward, 1983).

Los elementos anteriores se conjugan para manifestar su influencia en la empresa, la cual siente la necesidad de modernizarse para sobrevivir en un mercado competitivo que cada vez exige una mayor demanda de diversidad de productos, con la mejor calidad, costo y empresas comprometidas con su medio ambiente. Para esto deberá evaluar sus capacidades en función de la inversión de recursos y las utilidades que le pueda reportar el comprar maquinaria con lo último en tecnología, para sus procesos productivos, enfrentándose a la decisión entre cuatro situaciones; permanecer con su tecnología actual (obsoleta) asumiendo el riesgo implícito de cerrar sus puertas, usar tecnología de segunda para continuar en el mercado, comprar tecnología de punta que le permita ser el líder en su actividad empresarial, o bien desarrollar su propia tecnología (Porter, 1991).

1.3.2.1.1. Conceptualización de Tecnología.

Abetti (1998) define la tecnología, como un cuerpo de conocimientos herramientas y técnicas desarrolladas de la ciencia y experiencia práctica, que son usados en el desarrollo, diseño, producción y aplicación de productos, procesos, sistemas y servicios, para facilitar su manejo.

La tecnología es el conocimiento aplicado en la fabricación de bienes y en el suministro de servicios, el conocimiento aplicado toma forma física en los equipos y en los bienes y servicios que producen. Los procedimientos e instrucciones de instalación y producción de un proceso y de su equipo toman forma escrita, lo mismo que el diseño, las especificaciones y la información complementaria del producto o servicio (Ramírez, 1998).

Gareth (2003) define la tecnología como la combinación de habilidades, conocimiento, herramienta maquinas, computadoras, y equipo, que son usados en el diseño, producción, y distribución de bienes y servicios.

La tecnología, es el conocimiento de cómo hacer las cosas, y es vista como el sistema por el cual una sociedad satisface sus necesidades y deseos, ésta consiste en el conocimiento de cómo aplicar las ideas para crear o modificar cosas útiles o procesos donde la ciencia puede dar resultado satisfactorios (Badaway, 1993).

Gran parte de los esfuerzos hechos en materia de tecnología se han logrado en el campo de la física , como el mejoramiento de los materiales, el uso de herramientas mejor diseñados, simplificación de los métodos de trabajo a través de incrementar la velocidad de las máquinas, reduciendo el espacio de las instalaciones, y substituyendo la materia prima por otra de mejores características y más económicas, entre otros, sin embargo, los estudios hechos acerca de la repercusión de los adelantos tecnológicos en el comportamiento de los individuos dentro de la organización, muestran una gran amplitud de criterios que pueden ser opuestos, ya que algunos contienen aspectos positivos de la tecnología y otros los aspectos negativos (Slack,1993).

De lo que podemos partir respecto a la variable tecnológica es que existen dos criterios: por un lado los aspectos individuales que tratan de explicar la conducta individual desde su particular punto de vista, y por el otro lado el aspecto global de la empresa que trata de explicar y justificar su actuación en un mercado competitivo inmerso en una sociedad con gran variedad de culturas, dificultando la asimilación de los adelantos tecnológicos.

Otra variable fundamental para el desarrollo económico de cualquier país, es la investigación y desarrollo (ID), ya que ésta genera las nuevas tecnologías que obtienen las industrias para su operación, dándose el mejoramiento tanto en las maquinas como en los sistemas administrativos, permitiendo mayor producción y optimización en la calidad de sus productos (Porter,1991) consecuentemente lo anterior permite un mejor aprovechamiento de los recursos , reduciendo costos y brindando al industrial competir en el mercado con precios mas accesibles para el publico consumidor.

Se puede decir que la tecnología es el conjunto de elementos, conocimientos técnicos y habilidades requeridas, usadas en la creación, ampliación, operación y modificación de las instalaciones de producción (Mercado, 1980) también se ha mencionado que la tecnología consta de elementos según su uso, tales como:

- Estudios de factibilidad e investigación de mercado, previos a una inversión
- Identificación de distintas versiones disponibles de tecnología del artículo en cuestión para seleccionar la versión más adecuada.
- Diseño de ingeniería en nuevas instalaciones de producción, esto involucra tanto el diseño de la planta como la selección de maquinaria y equipo.
- Construcción de la planta y las instalaciones del equipo, incluyendo el montaje y el ajuste de los bienes a usar.
- Asimilación y dominio del proceso tecnológico propio
- Administración y operación regular de las instalaciones de producción y ensayos

- Procesos de fabricación que nos permite mejorar el producto
- Comercialización del producto
- En la observación del bien, o en la mejora de la eficacia del proceso las instalaciones, e incluso a través de innovaciones menores en el control de calidad, mantenimiento preventivo, cambio de máquinas, adaptaciones, o tecnología para fabricar maquinaria y equipo, etc, (Mercado, 1980).

El concepto contiene en sí mismo un conjunto de procesos o métodos usados en el desarrollo del trabajo que transforma, los materiales, maquinaria y equipo para regular la cantidad del producto, la calidad y organización que optimicen los recursos involucrados en el proceso, así que adquiere una dimensión tal que cubre todas las actividades humanas, el concepto también involucra al mercado, lo cual requiere características del producto o servicio para ser demandado por la sociedad.

El concepto de tecnología que se aplicará para el desarrollo del trabajo es el propuesto por Abetti (1998) el cual define la tecnología, como un cuerpo de conocimientos herramientas y técnicas desarrolladas de la ciencia y experiencia práctica, que son usados en el desarrollo, diseño, producción y aplicación de productos, procesos, sistemas y servicios, para facilitar su manejo.

1.3.2.1.2. Tipología de Tecnología.

Obsborn (1980) clasifica la tecnología en tres tipos:

Tecnología Media: Requiere de poca inversión en maquinaria y equipos para su operación siendo la intervención del personal en proporción al volumen de trabajo, es usada cuando se requiere ensamblar partes interdependientes en el proceso de producción donde las características físicas y humanas de los insumos no se pueden predecir y se demanda negociar con los empleados para incrementar la eficiencia y reducir costos; aquí los

métodos de encadenamiento son populares y los cambios en las características físicas de los insumos no son previstos, ni los requerimientos psicológicos de los trabajadores.

El común acuerdo de los que intervienen en el proceso facilita el intercambio, ahorra tiempo, espacio y consecuentemente se incrementan las utilidades tal como sucede en los bancos que sirven de mercado para el intercambio de dinero.

Las medidas de efectividad pueden ser algunas veces variadas, la tendencia a ser eficientes orilla a utilizar como medida el volumen de negociaciones con los empleados, sin embargo para el incremento de la eficiencia es posible concentrarse en los estándares que pueden ser establecidos con el mínimo esfuerzo, y las operaciones de más dificultad se les dará prioridad para incrementar su eficiencia reduciendo costos.

Alta Tecnología: esta clase de tecnología requiere inversión considerable en maquinaria y su personal debe estar capacitado para el tipo de trabajo que la empresa desarrolla, permite dividir el trabajo total en una serie de pasos secuenciales donde el producto sufre transformaciones físicas, aquí se descarta las interrupciones, los insumos de entrada y salida son homogeneizados lo que permite la repetición sistemática de las operaciones, y los materiales fluyen a un paso predecible, optimizando la producción mejorando los sistemas y eliminando los desperdicios, está enfocada al producto, al proceso o a la producción, y es comúnmente llamada producción en masa o tecnología industrial, asume los conocimientos de tal modo que le permite dividir la tarea total en una serie de pasos, la interdependencia resultante aparenta ser una secuencia de tareas, la línea de ensamble de automóviles es una aplicación típica de esta tecnología, aquí la característica fundamental es el flujo secuencial del trabajo, efectuando transformaciones físicas al producto.

De esta manera la ejecución de una tarea, es dependiente de la terminación de la anterior, las malas interpretaciones son descartadas debido a que se estandarizan las entradas y salidas de materiales, usando la repetición sistemática de las operaciones; el material fluye a un paso previsible, y la organización asegura la producción para la demanda que requiere el mercado en un pequeño rango de productos, a cambio se tiene que

realizar soportes de apoyo para mantener el flujo de materia prima y unidades producidas para ventas.

Tecnología Intensiva: la tecnología intensiva requiere de gran inversión en maquinaria y equipos complementarios para su operación, requiriendo, generalmente, mínima intervención de la mano de obra ya que ésta generalmente es controlada por computadora, debido a estas características se apoya en especialistas para dar soluciones a la problemática de desarrollo centrándose en las propiedades del producto, es compleja y debe armonizar marca, precio, publicidad, mercado, mezcla y composición para que pueda ser recuperada la inversión en un tiempo razonable para la empresa. Se requiere heterogeneidad en los especialistas que se asocian para el desarrollo de las operaciones, un gran esfuerzo es gastado para ubicar una solución justa y favorable, lo cual necesita de dos factores fundamentales; coordinación e interpretación.

En algunas organizaciones obtienen una perfecta instrumentación de esta tecnología pero no tienen la seguridad de lo que están produciendo y a que mercado dirigirse, es aquí donde el grupo de especialistas que ayudan a encontrar soluciones a sus problemas tecnológicos para facilitar el desarrollo organizacional. En este tipo de tecnología el obstáculo fundamental es el cómo atender problemas alrededor de la eficiencia, coordinación ideología y la medida de efectividad en situaciones de incertidumbre para determinados procesos, cuya estandarización es difícil.

Debe cuidarse que el grupo de especialistas no oriente la organización hacia los fines personales, porque puede propiciar justificaciones de sub inversión en proyectos poco concretos, esto sucede principalmente cuando el administrador no es técnicamente competente, las organizaciones representativas de este tipo de tecnología son hospitales, universidades, centros de graduados e investigación entre otras.

Uno de los peligros que a menudo representa la intensidad de capital es que los empresarios piensan que ésta es la panacea que viene a resolver todos sus problemas de operación considerándola como la “supermáquina”, invirtiéndole más dinero de lo previsto, lo cual no lo llevará a sustituir una buena dirección de la empresa, en muchas ocasiones el automatizar lleva a realizar un análisis completo de la organización encontrando mejoras

independientes de las máquinas que se están introduciendo, esto lleva a pensar que es importante iniciar con arreglar los métodos y después pensar en la automatización.

Por su parte Chiavenato (1995) señala que la tecnología es una variable importante para la comprensión de las acciones seguidas por las empresas y propone la tipología de acuerdo con su disposición dentro de la organización:

Tecnología de anillos en secuencia: basada en la interdependencia seriada de las tareas que se requieren para elaborar un producto estándar repetido a una tasa constante, la repetición de los procesos proporciona experiencia y permite eliminar imperfecciones en la tecnología.

Tecnología mediadora: es usada en las organizaciones que tienen por objeto unir clientes que desean ser independientes tal como es el caso de las agencias de empleos, la complejidad de esta tecnología radica en que se requiere un funcionamiento dentro de las modalidades estandarizadas e incluir a múltiples compradores de un gran mercado.

Tecnología centralizada: se refiere a la centralización de una variedad amplia de habilidades referente a un solo cliente, donde la organización emplea una diversidad de técnicas para modificar algún producto, selección, combinación, u orden de aplicación, después son retroalimentadas y determinadas por el propio producto.

Tecnología flexible: se refiere a la extensión en que las máquinas, el conocimiento técnico y las materias primas pueden ser utilizados para otros productos o servicios.

Tecnología fija: la cual no permite la utilización de otros productos o servicios, como el caso de las computadoras de arquitectura cerrada donde sólo se puede remplazar piezas de la misma tecnología que desde luego es de un exclusivo fabricante. De las tipologías de Osborn (1980) se encuentran combinaciones empíricas aplicadas a las características de las organizaciones, como las siguientes:

Tecnología del producto: es necesario involucrar atributos propios como la marca, calidad, presentación, aceptación del mercado y diversidad de uso.

Tecnología del proceso: Aquí se distinguen los tipos de actividades para elaborar un producto, marcando las operaciones en una serie de pasos que permiten dar un nombre particular a cada proceso, también es llamada tecnología de producción y permite hacer la distribución de planta con determinadas características encontrado entre otras; en serie, por producto, por algún tipo de producción.

Tecnología basada en recursos humanos: la tecnología con respecto a los recursos humanos usados, puede separarse como tecnología que requieren pocas personas expertas para su manejo, permitiendo la reducción de costos, justificando la inversión del equipo, y tecnología que son dirigidas a trabajadores sin experiencia debido a que la máquina es tan sofisticada que el trabajador es agregado como una parte del sistema (Machorro, 1999).

La tecnología desarrollada por el personal de mantenimiento, se clasificaría dentro de la categoría media, el cual se refiere al desarrollo y mejoramiento de maquinaria, equipo, instrumentos, herramientas, que históricamente han pasado de los trabajos manuales hasta la semi automatización, debido a que se requiere de poca inversión en maquinaria y equipo para su operación, siendo la intervención del personal en mayor proporción debido a los conocimientos y experiencia para su desarrollo.

El uso y aplicación de conocimientos tecnológicos y técnicas, combinados con la experiencia práctica ayudarán al desarrollo, diseño, producción y aplicación de nuevos productos, mejora de procesos, sistemas y servicios, aunque se podría contemplar el rediseño de sistemas con la posibilidad de lograr cambios significativos en la producción.

1.3.2.2. La Motivación

La productividad va a estar determinada por la intensidad y la calidad de los factores que se dispongan pero decididamente el individuo juega el papel más importante dentro del proceso, se puede disponer de tecnología nueva y de las mejores instalaciones del mundo, sin embargo, si el individuo no tiene algo que lo mueva en dirección de los objetivos “motivación” no se darán los resultados esperados de toda empresa.

El tema de la motivación se contempló en los inicios de los 1920 ´s, con los estudios de Hawthorne Works de la Western Electric Company (1924- 1932) este estudio mostró cómo los niveles de iluminación afectaban la fatiga y el desarrollo del trabajador. Los investigadores condujeron un experimento en el cual media sistemáticamente la productividad del trabajador en varios niveles de iluminación, a medida que incrementaban o bajaban los niveles de iluminación, la productividad se incrementaba. En realidad la producción empezaba a bajar únicamente cuando los niveles de iluminación caían a niveles comparados con la iluminación de la luna. A niveles en los cuales presumiblemente los trabajadores no podían ver lo suficiente para que ellos desempeñaran eficientemente su trabajo. Los investigadores encontraron estos resultados inquietantes, e invitaron a un notable Psicólogo de Harvard, Elton Mayo. Mayo propuso otra serie de experimentos para resolver el misterio, la investigación fue diseñada para mostrar otros aspectos de los trabajadores en el desarrollo de su labor, tales como el número y duración de los periodos de descanso, horas de trabajo sobre la fatiga y la monotonía. La meta era incrementar la productividad. Durante un par de años que duró la investigación aplicado a un pequeño grupo de mujeres, los investigadores de nuevo observaron que la productividad se incremento en ese periodo, pero el incremento podría no ser atribuible a los efectos de los cambios en el lugar de trabajo. Gradualmente, los investigadores descubrieron que, los resultados que ellos habían obtenido fueron influenciados por los propios investigadores, ellos mismos llegaron a ser parte del experimento. En otras palabras, la presencia de los investigadores fue afectada en los resultados porque los trabajadores disfrutaban la atención recibida como objeto de estudio y fueron deseosos para cooperar con los investigadores para producir los resultados que ellos anhelaban obtener. Sin embargo, el efecto Hawthorne (1932) sugiere que el desarrollo de los trabajadores está influenciado por la actitud del administrador, las relaciones humanas afectaban la productividad, la capacitación de los supervisores bajo este enfoque fue fundamental para el logro de los resultados (Gareth, 2003).

En la década de los 1950's se formularon cinco teorías concretas acerca de la motivación:

A) La teoría de la jerarquía de las necesidades de Maslow (1943).

Maslow identificó cinco niveles de necesidades, que impulsan a las personas a actuar: fisiológicas, de seguridad, sociales, de autoestima y de autorrealización. Una necesidad es el estado interno que provoca que ciertos resultados parezcan atractivos (Stephen, 2002). Estas necesidades se organizan en una jerarquía: las fisiológicas en el nivel más bajo y la autorrealización en el nivel más alto. Solamente las necesidades no satisfechas son motivadoras, hoy en día las necesidades de nivel inferior de los empleados (fisiológicas y de seguridad) están en gran parte atendidas por paquetes económicos del trabajo. Las necesidades de nivel más elevado (sociales, de autoestima y autorrealización) pueden ofrecer una mayor promesa para los gerentes en su intento de motivar a los empleados (Gaither, 2000).

B) La teoría de la Motivación –Higiene de Herzberg, (1959).

Basado en la idea de que la actitud que una persona adopta ante su trabajo puede determinar el éxito o fracaso. Ciertas características estaban relacionadas consistentemente con la satisfacción laboral a los que llamo factores intrínsecos, por ejemplo los logros, el reconocimiento y la responsabilidad, y otras con la insatisfacción laboral a los que llamo factores extrínsecos, por ejemplo la política y la administración de la compañía, la supervisión, las relaciones interpersonales y las condiciones laborales. De acuerdo con Herzberg sugería que la insatisfacción no era lo contrario de la satisfacción, como se había creído siempre. El hecho de eliminar las características que producen insatisfacción en un trabajo no siempre hace que éste sea satisfactorio. Como los factores que acaban con la insatisfacción laboral no motivan a los empleados los llamo factores de higiene. Cuando éstos son los correctos, las personas no estarán insatisfechas, pero también poco satisfechas. Para motivar a las personas en su trabajo, Herzberg sugirió que debíamos hacer énfasis en los motivadores; es decir, en los factores que aumentan la satisfacción laboral, por ejemplo: el reconocimiento y el crecimiento.

C) La teoría X y la Y. Douglas Mc Gregor (1960).

Después de la segunda guerra mundial, se realizaron estudios severos de la afectación en el desarrollo del trabajo, mediante la actitud que asumía el trabajador y el comportamiento de los gerentes. Mc Gregor planteo dos concepciones distintas sobre la

naturaleza de los seres humanos: una básicamente negativa que llamó la teoría X, para referirse al supuesto de que a los empleados les disgusta trabajar, son holgazanes, tratan de eludir las responsabilidades y hay que obligarlos a trabajar; y otra básicamente positiva, a la cual llamó la teoría Y, para referirse al supuesto de que los empleados son creativos, quieren tener responsabilidades y pueden dirigirse solos (Gareth, 2003; Stephen, 2002). En los 1980's una nueva teoría fue desarrollada sobre la satisfacción en el trabajo. Esta teoría fue llamada teoría Z, fue particularmente basada sobre el estilo japonés, la cual consiste en la participación en las decisiones por parte de los empleados.

D) Teoría de las tres necesidades de Mc Clelland (1961), la cual sostiene que las situaciones laborales constan de tres motivadores o necesidades importantes básicos:

- Necesidad de obtener logros (n Ach). El impulso por destacar alcanzar logros en relación con un conjunto de parámetros y luchar para triunfar.
- Necesidad de poder (n Pow). La necesidad de hacer que otros se comporten de cierta manera en la que de otra forma no se habrían comportado.
- Necesidad de asociación (nAff). El deseo de tener relaciones interpersonales amigables y estrechas.

Mc Clelland, llegó a la conclusión, de que las personas que tienen gran necesidad de obtener logros, se distinguen por su deseo de hacer las cosas mejor. Buscan situaciones en las cuales puedan asumir una responsabilidad personal para encontrar soluciones a problemas, en los cuales puedan recibir retroalimentación rápidamente y contundente respecto a su desempeño, a efecto de decidir si están mejorando, y en los cuales puedan establecer metas moderadamente desafiantes.

E) Teoría de la equidad, desarrollada por J. Stancey Adams, (1965), la cual dice que los empleados perciben lo que obtienen de una situación laboral (resultados) en relación con lo que ha invertido en ella (insumos) y, a continuación, comparan su razón de los insumos- productos de terceros equiparables. Si los trabajadores piensan que su razón es igual a la de otros equiparables, con los que se han comparado, habrá una condición de equidad. Perciben que su situación es equitativa, que la justicia ha prevalecido. Si las

razones no son iguales, habrá inequidad (injusticia); es decir, los trabajadores consideran que su remuneración es demasiado alta o demasiado baja. Cuando ocurre inequidades, los empleados tratarán de corregirlas. El referente que eligen los empleados para compararse es una variable muy importante en la teoría de la equidad. La clasificación de las tres categorías de referentes es: “los otros”, “el sistema”, y él “yo “. Cuando las personas perciben que existe un desequilibrio entre la razón de sus insumos y sus resultados, en comparación con las razones de otros, experimentan esta tensión. Esta tensión sienta las bases para la motivación que lleva a las personas a luchar por lo que perciben como justo y equitativo.

F) Teoría de las expectativas, de Victor Vroom (1966).

La teoría de Vroom dice que una persona propondrá a actuar de cierta manera con la esperanza de que un resultado determinado ocurra después de su acto y de acuerdo con el atractivo de dicho resultado. Comprende tres variables:

1. El nexo entre esfuerzo y desempeño: la probabilidad de que percibe una persona de que si hace cierto grado de esfuerzo obtendrá un desempeño. el esfuerzo se refiere a que tan duro trabaja la gente (Gareth, 2003).
2. El nexo entre desempeño y recompensa. La medida en la que la persona piensa que el desempeño dentro de cierto nivel la conducirá a alcanzar un resultado que desea.
3. El atractivo. La importancia que la persona concede al resultado o recompensa que podría obtener de su trabajo. Esta variable toma en cuenta las metas y las necesidades de la persona (Gareth, 2003; Stephen, 2002).

G) Teoría de Aldefer (1969).

La teoría de Clayton Aldefer “ERG”, redujo en tres categorías universales la jerarquía de necesidades de Maslow, estas son: necesidades de existencia (E), necesidades de

relación (R), y necesidades de crecimiento (G) Aldefer creía que una persona puede ser motivada por más de una necesidad en el mismo nivel al mismo tiempo (Gareth, 2003).

H) La teoría del reforzamiento, B.F.Skinner (1969).

Denominada refuerzo positivo o negativo, esta aproximación afirma que se puede motivar a las personas diseñando en forma apropiada su medio ambiente de trabajo y alabando su desempeño y que el castigo por un mal desempeño produce resultados negativos(Gareth,2003; Jeff,2001).

I) Teoría de las Metas de la Compañía, de Ed Locke y Gary Latham (1990).

La teoría se enfoca en la motivación de los trabajadores para contribuir con sus entradas, en la organización de sus trabajo y alto desarrollo en la dirección de las metas de la organización (Gareth, 2003).

J) Teoría del Aprendizaje, de H.W. Weiss (1990).

Se enfoca en el incremento de la motivación de los empleados y su desarrollo, por medio del enlace de las salidas (desarrollo de los empleados) y lo que reciben acorde con sus deseos, conducta y logro de metas. El aprendizaje puede ser definido como un cambio relativo permanente del conocimiento y la conducta en las personas que resulta de la práctica o experiencia (Gareth, 2003).

Las teorías de motivación, sugieren promoverla en todos los niveles de la organización (participación activa), el esfuerzo del personal se ve compensado con la retribución y el reconocimiento de la labor realizada (satisfacción en el trabajo). Las metas personales y las de la organización deben estar en la misma dirección, que traerá como resultado la efectividad de la empresa y se contará con una ventaja competitiva.

1.3.2.2.1. Conceptualización de la Motivación.

La motivación puede ser definida como una fuerza psicológica que determina la dirección y conducta de una persona en una organización, el nivel de esfuerzo (medida de intensidad canalizado en una dirección que beneficie a la organización y al empleado) de una persona, y los niveles de persistencia personal para encarar los obstáculos. Lewis (2001) y Stephen (2002) definen la motivación como la voluntad para realizar grandes esfuerzos para alcanzar las metas de la organización, con la condición de que el esfuerzo pueda satisfacer alguna necesidad individual. Madura (2001) establece que la motivación del empleado está influenciada por la satisfacción en el trabajo. Lusshier (2003) define la motivación como el deseo para obtener los objetivos de la organización.

La motivación en el mantenimiento es difícil de evaluar, como sucede con otro tipo de actividades (Madura, 2001). En mantenimiento el personal que resuelve los problemas es simplemente ignorado o se considera que simplemente hizo su trabajo. En las plantas de Estados Unidos tienen una gran necesidad de comunicación y trabajo en equipo (Varma, 1996). En México sucede lo mismo, frecuentemente se ha escuchado que el personal de producción se limita a producir y el personal de mantenimiento se limita a mantener el equipo; sin embargo, en las plantas de manufactura hay gente de mantenimiento que necesita ser reconocida por sus habilidades especiales puesto que resuelve los problemas difíciles de mantenimiento, entregando excelentes resultados. Tal vez algunos efectos pudieran ser observados como el orgullo que proporciona el realizar obras ejemplares o de elevada dificultad (Callahan, 1997).

1.3.2.3. La Capacitación

Torres (1997) establece que la capacitación es un factor que está profundamente relacionado con el proceso de la optimización de la productividad en toda organización, a tal grado que, sin ella no es factible asegurar un determinado porcentaje de permanencia de los avances logrados con la optimización de la productividad y que son múltiples las razones para disponer, en las organizaciones, de personal altamente capacitado para lo cual se requiere de una buena selección del personal, Taylor lo apuntaba en el sentido de elegir a la persona idónea para determinado puesto. Además de lo cual se hace necesario

mantener al trabajador permanentemente actualizado y capacitado, según lo establezca los avances tecnológicos y las técnicas administrativas de punta.

En el aspecto técnico administrativo las empresas de prestigio, principalmente, se preocupan por desarrollar la capacitación de manera general, amplia y prolongada, de tal manera que a esta actividad la consideran una inversión y no un gasto. Se dice que cada organización organiza su propia capacitación obedeciendo a las necesidades internas y externas que se requiere y realizando una proyección de las necesidades futuras del entorno en el cual se desenvuelva la empresa.

En este mismo orden de ideas encontramos que cuando se aborda el tema de las técnicas de mejoramiento de la productividad basada en la mano de obra, la capacitación es un punto obligado de atención, se señala que la capacitación busca mejorar la productividad humana incrementando los niveles de actividad de la fuerza de trabajo buscando cumplir con las demandas de crecimiento y de cambio.

Algunas de las formas más comunes de capacitación son:

- Capacitación en el lugar de trabajo
- Capacitación de aprendiz
- Capacitación externa
- Cursos externos y capacitación por visitas a otras organizaciones ya sean internas o externas (Sumanth, 1990).

Se hace hincapié en que la capacitación debe ser una actividad continua para mejorar la productividad total en todo momento. Además aumenta la necesidad de entrenamiento cuando surgen tecnologías nuevas. Es el caso de la computación y la robótica.

En mantenimiento se tienen dificultades para justificar los gastos de capacitación. La información sobre la reducción de accidentes, los tiempos de reparación y mantenimiento para ciertas tareas y los tiempos de maquinaria fuera, pueden fácilmente justificar sustancialmente la inversión en la capacitación. Las estadísticas indican que los accidentes debidos a errores humanos, cometidos como porcentaje de todas las fallas son

altas, algunas causas de errores humanos son: limitación de precalificaciones para el trabajo, falta de capacitación, uso apropiado de la herramienta, carencias de comunicación propias del personal que está capacitado, exceso de confianza en la realización de trabajos, premura en la realización de actividades de mantenimiento, evitar los procedimientos de seguridad, entre otros (Callahan, 1997).

El mantenimiento es el corazón de toda empresa, una capacitación y un programa de evaluación adecuada deberían producir una amplia restitución reflejada en seguridad de operación de los procesos, disminución en el índice de accidentes, máquinas con mayor grado de disponibilidad, entre otras. Sin embargo, una inversión en capacitación carente de objetivos bien definidos traen como consecuencia un uso inadecuado de la tecnología el cual puede ser costoso (Callahan, 1997).

Existen diversos métodos para suministrar apropiadamente la capacitación para el personal de planta. El más tradicional, es el de un instructor entregando una lectura a los participantes; este método, ya no es apto para el nivel de destrezas requeridas en los procesos de fabricación actuales en las que interviene mantenimiento. Se sugiere que el personal de mantenimiento cuente con la oportunidad de realizar prácticas manuales con varios componentes y herramientas las cuales son usadas en su planta.

Los elementos claves de cualquier capacitación son: calificación de la capacitación, enseñanza, evaluación, certificación y documentación.

Empresas de Estados Unidos han identificado tareas de mantenimiento que requieren un mínimo de calificación, esas evaluaciones son suplementarias de la capacitación específica, los cuales se dividen en tres categorías: básicas intermedias y avanzadas.

En toda empresa la capacitación se debería de otorgar desde que ingresa el personal puesto que le ayuda a familiarizarse con los procesos y la administración del negocio, existen empresas (ICI) que durante una semana el personal de recién ingreso no efectúa las funciones para las cuales fue contrato, se le capacita en cada departamento que integra la empresa para que se familiarice y se obtenga un mejor aprovechamiento en su persona.

El personal operativo requiere capacitación especializada, para ello se propone el método de principio: alto, piensa, pregunta, actúa y revisa (Stop, Think, Ask, Actuation, Review) el cual debería ser inculcado durante el principio de la capacitación, ya que influye en la forma de pensar, hacer preguntas antes de proceder con cualquier asignación de tareas, evitando posibles lamentaciones.

Una destreza en la capacitación del personal de mantenimiento es el desenvolvimiento a lo largo y ancho de toda la planta, su gama de aprendizaje le lleva a ser más analítico en todos los procesos que se involucran en la empresa, muchas de las veces dan recomendaciones a los operarios y descubre mejoras formas de trabajo que los propios obreros de producción, conoce cada rincón de la compañía y puede en cierto momento contar con la autoridad que le brinda el conocimiento de suspender la fabricación de un proceso, al detectar una condición anormal en la operación del equipo, salvaguardando la integridad del operario y la máquina (Crozier, 1962).

En la capacitación del personal de mantenimiento es importante identificar las áreas que requieren especial atención, elaborando un programa apropiado, algunos indicadores serían: accidentes sufridos, la repetición de ordenes de trabajo para realizar el mismo trabajo, y la frecuencia de fallas del equipo, esto nos dará una percepción del tipo de actividades que se deberán de ajustar para llevarse a cabo durante la capacitación (Varma, 1996).

En la actualidad diversas empresas han contratado los servicios externos de actividades complementarias de mantenimiento, la capacitación queda mermada al personal de mantenimiento de la empresa que contrata servicios externos y únicamente las tareas que restan son limitadas a evitar y reducir costos. Las corporaciones necesitan compañías fuertes de mantenimiento con estrategias, planes y metas específicas, para la operación más eficiente. Algunas ideas para establecer tales estrategias son: ver el mantenimiento como una actividad corporativa, unir ingeniería con mantenimiento, trabajar con compras, almacenes y vendedores de servicios, reconocer la práctica artesanal, limitar el trabajo con contratistas, integrar el rol de mantenimiento en las operaciones de las empresas; realizando estas actividades se manifestara en la efectividad de la empresa (Smith, 1992).

1.4. La efectividad como parámetro de medición.

Existen confusiones que es necesario aclarar con lo que respecta a los conceptos de producción, productividad, eficiencia, eficacia y efectividad.

La primera de ellas “producción “es el total de productos que genera una empresa

La productividad se refiere al cociente que relaciona insumos con productos. Por ejemplo, frecuentemente se habla de la productividad de los obreros al referirse al número de partes que un obrero procesa cada hora.

La eficiencia es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada, esta se obtiene mejorando los métodos de trabajo, realizando innovaciones al proceso, en la maquinaria y equipo entre otros, se obtiene más productos con menos recursos.

La eficacia es el grado en que se logran los resultados de la empresa, fabricando los productos en el tiempo y costo adecuado (Flores, 1997).

La efectividad involucra tanto a la eficiencia como a la eficacia además de que el producto fabricado sea útil a la sociedad y al usuario (Pineda, 2003).

La empresa puede tener efectividad en costo, calidad y en la flexibilidad.

Efectividad en el costo. La reducción en costo derivada de innovaciones en el proceso maquinaria o equipo que le permita a la compañía ser más efectiva hacia sus clientes y ser más competitiva en su ramo, podría medirse través de los siguientes puntos:

- Empleo de una mejor distribución de planta
- Uso de equipo de una forma más eficiente
- Empleo de materiales alternos más económicos o más efectivos
- Condiciones de operación que requieran menor cantidad de energía o material
- Menor tiempo muerto de maquinas en mantenimiento
- Menor número de inspecciones de calidad durante el proceso de fabricación

- Menor número de reprocesos.
- Vías alternas de proveedores de materias primas

La efectividad en la calidad. La obtención de una calidad mayor en los productos que puedan superar a los de la competencia que se estime que son debidos a innovaciones en tecnología dura o blanda introducidas en el área de proceso, para cumplir con las expectativas de los clientes, se puede relacionar con:

- Grado de cumplimiento con las especificaciones de sus clientes
- Mayor grado de durabilidad, resistencia, flexibilidad u otra característica propia del producto
- Grado de involucramiento de los clientes en el diseño y evaluación de la calidad de los productos y del proceso productivo
- Grado de involucramiento de los proveedores en el diseño y evaluación de la calidad de los materiales y el proceso productivo
- Nivel de información documentada de los procesos productivos
- Nivel de cumplimiento de especificaciones requeridas durante la fabricación

La efectividad en la flexibilización. La efectividad que da el uso de tecnologías flexibles para el procesamiento de materiales y componentes, o su ensamble, y las tecnologías flexibles de organización para la armonización y desarrollo de habilidades que den una determinada autonomía que permita obtener productos estándares con innovaciones sincronizadas, utilizando menor; tiempo, esfuerzo y materiales, aún en procesos en la etapa de madurez, requiere flexibilidad de los recursos y de los sistemas en el área de producción. Los resultados podrán ser vistos a través de:

- Grado de automatización empleado (tecnología de manufactura)
- Nivel de flexibilidad de la mano de obra utilizada
- Nivel de flexibilidad del uso de las instalaciones
- Grado de flexibilidad del proceso para el cambio de variables y etapas
- Nivel de flexibilidad en la mezcla de productos

La competitividad de las empresas se basa en el tiempo de respuesta que pueda dar a la exigencias del mercado entregando el producto, mejorando este o bien fabricando uno nuevo en el menor tiempo posible, sin menoscabo del costo y la calidad, debe contemplar acciones para hacer más ágil el proceso productivo y mejorar el desempeño o efectividad de las empresas para entregar los productos a tiempo (Ibid).

1.5. El marco del Mantenimiento.

Las actividades de mantenimiento reflejan en gran medida la productividad de la empresa, puesto que al no existir una disponibilidad del equipo, producción no cumplirá con los programas establecidos por ventas, retrasando la entrega del producto al consumidor. En la actualidad debido a las tecnologías nuevas, la función del mantenimiento va más allá que la de reparar equipos, forma parte en el desarrollo de tecnologías nuevas que han sido desarrolladas debido a su creatividad, impactando en la efectividad de la empresa.

En la figura 3 se muestra un modelo de producción y mantenimiento propuesto por Caubang (1972) en la cual el mantenimiento preventivo y correctivo tiene un papel fundamental para el desarrollo de la productividad del mercado nacional e internacional.

En un mercado globalizado los tiempos de respuesta a los productos demandantes tienen una ventaja competitiva con respecto a los demás proveedores, aquellas empresas que pueda ofrecer menores tiempos de entrega, estarán en posibilidades de abarcar otros nichos.

Figura número 3

Modelo de Producción y Mantenimiento



FUENTE: Elaboración propia teniendo como fuente: *Readings on Production Planning and Control*. Caubang, T. (1972) Tokyo: Asian Productivity Organization. pp. 104, 105.

En la figura número 3 se muestra la función de mantenimiento en apoyo a la productividad, para enfrentar en primera instancia las necesidades del mercado nacional y posteriormente lograr expandir los productos hacia un mercado internacional. En él se pretende que con un mantenimiento preventivo y correctivo pertinente en el área de producción, utilizando herramientas adecuadas que pueda emplear el personal y llevando

un control de las actividades, se pueda cumplir con las características de productos que demandan los mercados nacionales e internacionales.

1.5.1 Conceptualización.

Navarrete (1999) establece que el mantenimiento garantiza la fiabilidad, potencia y productividad de las instalaciones y el equipo.

El mantenimiento debe Incrementar la confiabilidad de la planta y las máquinas (Gaither, 2000).

La conservación económicamente en condiciones adecuadas de funcionamiento de los bienes físicos de una empresa, en forma eficaz, confiable y al menor costo posible (Espinosa, 1970).

Braun (1998) argumenta que el mantenimiento comprende la totalidad de las actividades o predisposiciones para el mantenimiento de una “disponibilidad” de una obra o instalación técnica (equipos, máquinas, unidades de función, componentes) o del restablecimiento de la disponibilidad de dicha obra a un grado específico.

Es la serie de trabajos que se realizan para conservar los equipos en condiciones tales que las fallas imprevistas sean mínimas y que la economía, seguridad y eficiencia sean máximas (boletín técnico 1978).

Bufa (2001) define al mantenimiento como la conservación de la confiabilidad de todo el sistema productivo

Dounce (1997) presenta al mantenimiento como la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas)

Navarro (1997) establece el mantenimiento como la forma de conservar las instalaciones en situación de que permita obtener el fin al que está destinada.

Ramírez (1998) define al mantenimiento como las tareas que desempeña el personal de mantenimiento en la restauración de una máquina para volver a servicio, una vez que se descompone.

El concepto de mantenimiento que se manejará para el presente trabajo es el referido por Dounce (1997) el cual lo presenta como la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas.

1.5.2. Evolución.

Después de la segunda guerra mundial, los sectores de la industria japonesa modificaron la administración el conocimiento de la manufactura y las técnicas que se practicaban en los Estados Unidos; subsecuentemente, el principio en la manufactura de productos en Japón llegó a ser el de una calidad superior y fue entonces exportado este concepto hacia las naciones industriales occidentales, enfocándose la atención mundial sobre las técnicas de administración japonesas. Lo mismo sucedió en el campo del mantenimiento del equipo, más de treinta años habían transcurrido desde que Japón importara el concepto de mantenimiento preventivo (PM) desde los Estados Unidos, incluyendo el mantenimiento productivo, el mantenimiento predictivo (PdM), y la reingeniería, la cual se refiere al mantenimiento productivo total (Moore, 2004; Nakajima, 1998).

La necesidad de tener una organización apropiada de mantenimiento, de poseer controles adecuados, de planear y programar con acierto, ha sido puesta de relieve, por varios motivos, a saber:

- Una creciente mecanización. La extendida mecanización en la industria ha reducido el costo de mano de obra directa: pero, a la vez, ha impuesto la exigencia de conservar debidamente los equipos y maquinaria.
- Una mayor complejidad del equipo. Esto amerita servicios altamente especializados.
- Aumento de inventarios de repuesto y accesorios. Este hecho proviene de la mecanización y de la complejidad del equipo.
- Controles más estrictos de la producción. Aún cuando esta clase de controles han reducido al mínimo los inventarios de materiales entre las distintas operaciones, también han provocado que sea mayor el impacto de las interrupciones de la producción.
- Menores plazos de entrega. Han hecho que disminuyan los inventarios de productos terminados y que se proporcione un servicio mejor al cliente; más al mismo tiempo, han aumentado el efecto perjudicial de las interrupciones al proceso de la producción.
- Exigencias crecientes de una buena calidad. Esto desde luego, hace más vendibles los productos, pero también ha puesto de relieve la urgencia de que se corrija de inmediato cualquier condición inapropiada.
- Costos mayores. Son el resultado de una mano de obra cada vez más elevada y del constante aumento en los precios de accesorios y materias primas.

En virtud de los numerosos elementos que tienen su parte en el costo de conservación mayor, la dirección empresarial ha tenido que prestar más cuidado al renglón del mantenimiento (Newbrough, 1990).

Con el incremento de la robotización y la automatización en más procesos productivos, se tiende al cambio de trabajadores por máquinas, el papel más importante está

en el control de las salidas, la productividad, la calidad, el costo, y la entrega, como también la seguridad y la higiene, el medio ambiente y la moral (Productivity, Quality, Cost, Deliver, Safety, Moral), todos estos factores dependen de las condiciones del equipo.

El mantenimiento productivo total (TPM) se esfuerza en maximizar la salida y minimizar las entradas con un mantenimiento ideal, operado en condiciones inmejorables y trabajando el equipo en forma efectiva. Una pieza que sufre una avería, la experiencia indica que pierde velocidad, o la precisión falla y produce defectos y no operará efectivamente. Se tendrá especial atención en el costo del ciclo de vida (el costo incurrido durante el periodo de vida del equipo) requerido para el mantenimiento, limitando el nivel óptimo del equipo (Nakajima, 1998; Schonberger, 1984).

Para obtener la máxima efectividad de los equipos, los trabajos en el concepto de mantenimiento productivo total (TPM) eliminan las “seis grandes pérdidas” que son:

Tiempos perdidos debido a:

1. Fallas en las líneas de producción. Ocasionados por paros de maquinaria
2. Cambios y ajustes. Desde el intercambio de moldes de inyección, máquinas, y la pérdida de velocidad en el proceso.
2. Paros menores y ociosos. Debido por la operación anormal de sensores, etc.
3. Reducción de velocidad. Debido por la discrepancia entre la velocidad de diseño y la velocidad actual del equipo.

Defectos:

4. Defectos en el proceso. Debido al desperdicio y los defectos de calidad para ser reparados.
5. Reducción en el tiempo de producción. Debido a los arranques de máquinas para restablecer la producción.

El mantenimiento productivo total (TPM) y los cero defectos (ZD): son sistemas de prevención de defectos, ambos tienen una filosofía en común. Mientras los cero defectos tienden a prevenir defectos, el mantenimiento productivo en Japón ha enfatizado la importancia de prevenir los paros de equipos por más de 30 años. La falla del equipo es un tipo de defecto (Nakajima, 1998).

La continua búsqueda para la mejoría es importante en cada tipo de organización, el diseño de los productos y procesos es crítico para este desempeño. Lo mejor es que los productos puedan ser fabricados con el mismo nivel de cumplimiento; que las máquinas y procesos sean designados y fácilmente operados; y que se provea una rutina de mantenimiento simple, con todo ello habrá menos frecuencia en los intervalos de mantenimiento.

Si en una compañía se está practicando el mantenimiento preventivo, el mantenimiento productivo total (TPM) puede ser adoptado fácilmente, añadiendo un mantenimiento autónomo por los operadores para la existencia del sistema, si aún no se ha implementado un mantenimiento preventivo o productivo, con paros prolongados en el equipo hará difícil adoptar el mantenimiento productivo total (TPM) pero no imposible.

Schonberger (1984) establece que los tres pilares de la empresa moderna son: el control total de la calidad (QTC), el justo a tiempo (JIT) y el mantenimiento productivo total (TPM) que adiestra a los operadores para realizar el mantenimiento preventivo y evitar que el equipo quede fuera de servicio.

El desarrollo del mantenimiento productivo total (TPM) ha dado lugar a equipos de trabajo con alto valor de desarrollo, maximizando la capacidad productiva, minimizando los costos, y ayudando al desarrollo continuo de los procesos para la manufactura. Este tipo de mantenimiento reclama: la restauración del equipo a una nueva condición, el operador involucrado con el mantenimiento, mejoras en la eficiencia y efectividad del mantenimiento, capacitación de la gente para desarrollar mejor sus habilidades y destrezas, y la administración del mantenimiento preventivo del equipo el cual es inherente a la estrategia de calidad y el uso efectivo de la tecnología en el mantenimiento preventivo y predictivo (Moore, 1997).

Una herramienta auxiliar en las operaciones de mantenimiento, es la administración del sistema de mantenimiento computarizado (CMMS) el cual evalúa el implemento de los esfuerzos en toda la planta, los beneficios que otorga son: reducción de la frecuencia de paros de maquinaria, realizar las tareas haciendo énfasis del mantenimiento reactivo al proactivo, un desarrollo del control del departamento de mantenimiento, a través de una

mejor organización, reducción de costos de mantenimiento e incremento de la comunicación entre mantenimiento y las funciones y la programación de planta.

Callahan (1997) establece que la meta de un mejor desarrollo de esfuerzos, es debido al mantenimiento de clase mundial, mantenimiento productivo total o algún otro título, es lo mismo: el impacto positivo en toda la organización, son las operaciones correctas y productivas, y con una pequeñas interrupciones en el funcionamiento de la maquinaria y equipo; mientras simultáneamente se ahorran extensos costos en el departamento de mantenimiento. Algunos consejos para la implementación de la administración del sistema de mantenimiento computarizado (CMMS) son: considerar el tiempo correcto para hacerlo, implementación desde el nivel superior hacia el nivel operario, práctica constante, documentar el desarrollo del programa, presupuesto y recursos suficientes, efectuar los cambios tecnológicos adecuados en las instalaciones, soportados técnica y económicamente.

A medida que la maquinaria y las fábricas se automaticen más y se tornen más complejas y refinadas, la función de mantenimiento irá cobrando mayor importancia. Las empresas se encuentran en los umbrales de una nueva era de mayor conciencia en la importancia del mantenimiento, existen adelantos técnicos que demandan nuevos conocimientos. Esta necesidad hace que crezca en magnitud el papel de mantenimiento en la empresa, porque cada nuevo conocimiento exige un mayor grado de talento, habilidad, creatividad, innovación y capacitación.

Los mecánicos de mantenimiento serán especialistas altamente adiestrados y multifuncionales, que respondan positivamente a las necesidades reales de la flexibilización, trabajadores con un gran sentido de la importancia de la labor que contribuya al incremento de la productividad (Newbrough, 1990; Schonberger, 1984; Nakajima, 1998). Las condiciones económicas cambiantes, requieren de trabajadores de mantenimiento para desarrollar múltiples destrezas y deben ser abiertos para aprender las nuevas tecnologías y usar nuevas herramientas. Las compañías que usan métodos del pasado, no pueden continuar compitiendo hoy en los mercados (Callahan, 1997; Varma, 1996).

El periodo de decadencia del mantenimiento tiene como referencia antes de los 1950's, el personal de mantenimiento aprendía el oficio a través de los procedimientos de las actividades del día con día, el mantenimiento que se efectuaba era en su totalidad correctivo. El mantenimiento preventivo fue introducido en los 1950's, llegó a ser más sólido en los 1960's, con la introducción del mantenimiento productivo. El desarrollo del mantenimiento productivo total llegó en los 1970's. Recientemente el mantenimiento predictivo y las técnicas de equipos de diagnóstico han atraído considerablemente la atención. Esta técnica indica la dirección del futuro del mantenimiento (Nakajima, 1998; Wray, 2003).

1.5.3. Función.

A menudo se ha descuidado la función del mantenimiento; para muchas empresas el mantenimiento ha sido y sigue siendo un mal necesario, como los impuestos.

Desgraciadamente el departamento de mantenimiento no está visto como un centro de utilidad, ni se trata como una función estratégica; por varios años la administración industrial se ha concentrado en la producción y ha ignorado ampliamente el mantenimiento industrial (Dunn, 1990; Newbrough, 1990; Thomson, 2001).

Cuando una fábrica ejerce presión sobre sus productores para que aumenten su eficiencia, éstos pueden muy bien producir más cosas, pero de inferior calidad. Si el control de calidad se hace más estricto, los productores pueden descuidar el mantenimiento de su equipo para dedicar más esfuerzos a la satisfacción de la creciente presión por mantener la calidad (Etzioni, 1979).

Las funciones del mantenimiento son entre otros:

- Maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipo para la producción; el tener cero fallas en la maquinaria representa más dinero.
- Preservar el valor de las instalaciones minimizando el deterioro, preparando estadísticas de uso para su incorporación a los

procedimientos y normas de mantenimiento tanto locales como internacionales.

- Impulsar y cooperar a la generación de utilidades
- Modificar la forma de operar los equipos para mejorar la eficiencia.

1.5.4. Presupuestos.

Frecuentemente los presupuestos de mantenimiento son los primeros en recortarse; por desgracia, este punto de vista hace que se menosprecie la función del mantenimiento (Newbrough, 1990; Smith, 1992; Wireman, 2003).

Sivalingam (1997) establece que los síntomas de indiferencia hacia el mantenimiento, por parte de la dirección general son entre otros los siguientes:

- Numerosos paros de equipos
- Horas extraordinarias de trabajo
- Preferencia hacia la producción sobre el buen estado de operación de la maquinaria
- Falta de una planeación de conservación de los equipos de trabajo por parte de los directores y supervisores
- Mantenimiento preventivo insuficiente
- Falta de un programa de reposición de equipo
- Instalaciones deficientes en la planta productiva
- Falta de seguridad en el manejo de maquinaria y equipo

Los criterios para el recorte de presupuesto para el área de mantenimiento son a veces discriminatorios y arbitrarios; al tener más equipos ociosos por falta de mantenimiento conduce a la acumulación de pérdidas de utilidad y a la quiebra de la empresa.

La alta dirección consciente de su papel ha demostrado que la función del mantenimiento del equipo es parte integral de la operación total de la planta productiva, la sinergia de todas las facetas del mantenimiento produce dividendos inmediatos y por largo plazo.

Si es efectuada una buena práctica de mantenimiento, acompañada con experiencias técnicas, la reducción de costos es de 35 % o más. En la actualidad, el diseño cuidadoso del presupuesto podría ayudar a asegurar beneficios y éxito en un ambiente competitivo (Newbrough, 1990; Sivalingam, 1997; Smith, 1992; Thomson, 2001; Wireman, 2003).

1.5.5. Costos.

Existe una continua necesidad de reducir costos de fabricación. En el caso de compañías multinacionales, la comparación de costos son hechos internacionales, las plantas de producción necesitan reducir costos para asegurar su largo periodo de viabilidad. En toda compañía, existen oportunidades de reducir costos, mantenimiento auxilia para este fin (Ibid).

En mantenimiento se emplean estrategias en forma periódica para reducir costos, las bases son las condiciones en las cuales se desenvuelve el mantenimiento. Las estrategias deben incluir; inspección de los registros de la operación de los equipos, partes utilizadas durante el desarrollo del mantenimiento, reparación de la misma falla y el registro de los trabajos desarrollados. Tales estrategias pueden identificar los “puntos calientes” de los costos altos en mantenimiento, con la elaboración de una acción y una apropiada decisión, el personal de mantenimiento puede reducir significativamente los costos. Una estrategia significativa es la confianza centrada en el mantenimiento (Reliance, Center, Maintenance). Este método ha sido empleado ampliamente con buenos resultados, sin embargo, debería de tomarse en cuenta que un sistema de esta magnitud consume tiempo y dinero.

Existen importantes posibilidades de reducción de costos que han sido pasadas por alto, algunas áreas de oportunidad son:

- Reducción de labores innecesarias por medio de una acción preventiva

- Mejores métodos de trabajo
- Herramientas perfeccionadas
- Mayor productividad de la mano de obra mediante una planeación y programación más eficaz de una evaluación de desempeño
- Mejor control de costos extraordinarios, como tiempo adicional de maquinaria parada por falta de piezas de repuesto
- La incorporación de tecnología nueva en los equipos (Newbrough, 1990).

El costo creciente de fabricación ha hecho que se modifique la atención hacia el mantenimiento del como mejorarlo, medirlo, evaluarlo y controlarlo; la experiencia del especialista de mantenimiento exige un mayor grado de talento, habilidad y capacitación debido a los equipos y procesos nuevos. Las innovaciones que desarrolla mantenimiento en el lugar de trabajo, arrojan beneficios al reducir costos en la operación de maquinaria y en los procesos productivos, el operario realiza mejor su trabajo y en forma segura, creando un ambiente agradable y de confianza disfrutando de su labor, los costos por consiguiente se reducirán (Moore, 2004; Nakajima,1988; Newbrough, 1990).

1.5.6. Modelo Actual

La tabla número 2 considera la evolución del mantenimiento a través del tiempo y la función que ha venido desempeñado, representa, a su vez el modelo tradicional que se le ha atribuido a las actividades de mantenimiento. Las cuales han sido las de conservar y reparar maquinaria y equipos de la empresa

Tabla número 2.

Evolución del Mantenimiento Industrial

TÉCNICAS ORIENTADAS AL:			
Cuidado físico de la máquina		Cuidado del servicio Que proporciona la máquina	
¿¿¿ - 1914	1914-1950	1950-1970	1970-???
CORRECTIVO (MC)	PREVENTIVO (MP)	PRODUCTIVO (PM)	PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
Enfoque a la máquina	Enfoque a la máquina	Enfoque al servicio que prestan las máquinas	Enfoque al servicio que prestan las máquinas
Solo se intervenía en caso de paro o falla importante	Con el establecimiento de algunas labores preventivas	Importancia de la fiabilidad para la entrega del servicio al cliente. Se busca la eficiencia económica en el diseño de la planta	Lograr eficiencia a través de un Sistema comprensivo y participativo total de los empleados de producción-mantenimiento

FUENTE: Elaboración propia, teniendo como base: *La Productividad en el Mantenimiento Industrial*. Dounce, E. 2000. México: CECSA. pp.4.

De la tabla número 2 se puede observar que las actividades de mantenimiento han sido dirigidas a la conservación de la maquinaria y equipo, debemos agregar que las técnicas de mantenimiento también incluyen la conservación de la infraestructura de la empresa en su totalidad, la cual encierra los edificios, tales como las instalaciones, instrumentos, herramientas, accesorios y aparatos en todas sus categorías.

Del modelo anteriormente mostrado, se establece que el mantenimiento no se ha estudiado como generador de innovación tecnológica mejorando la efectividad de la empresa, debido a los cambios en la forma de operar la maquinaria, cambios logrados en los procesos productivos al optimizar los tiempos de preparación del equipo; reduciendo costos de fabricación e impactando de manera importante a la operación de la empresa. De los ahorros generados en la creatividad e innovación del mantenimiento, éstos podrían canalizarse en la investigación y desarrollo de nuevos productos, dando pauta a que la empresa genere su propia tecnología.

1.6. La Creatividad

En este punto se estudia la creatividad y la innovación como aspectos primordiales de la generación de la innovación tecnológica por las actividades que se realizan en el área de mantenimiento y su relación con la efectividad de la empresa.

Amabile (2000) establece que en la actual economía del conocimiento, la creatividad es más importante que nunca. Estudios recientes sugieren que la era, con la que principia el siglo XXI se caracterizará por el alto grado de desarrollo de la creatividad de todos los seres humanos; de ser esto cierto, no solamente se justifica sino que se hace imprescindible el fomento del espíritu creativo e innovador del empresario de países en desarrollo ya que solamente así podrán salir del subdesarrollo dichas naciones.

Los actuales cambios globales, en lo relativo a la formación de grandes bloques comerciales, presentan grandes retos para las corporaciones de los países de tercer mundo.

- Abrirse, comercialmente, a los países industrializados con los peligros que esto representa por los flujos de capital, bienes y servicios que seguramente impactarán fuertemente los hábitos de consumo de los habitantes de las naciones en desarrollo.
- Ser capaces de comercializar sus productos y servicios en los mercados altamente competitivos de los países desarrollados; después de muchos años de proteccionismo, subsidios y muy poca competitividad interna.

- Fomentar una cultura corporativa basada en la creatividad y la innovación para no solamente superar los retos momentáneos que se avecinan sino también para planear un futuro promisorio empresarial a largo plazo, lo cual redundará no solamente en el bienestar de la organización sino en el de todo el país y en última instancia, del bloque comercial al que pertenezca.

Se le asigna a la creatividad una serie de actividades en el desarrollo de nuevos productos y en la forma de operar de las empresas, la creatividad es una llave capaz de ayudar en forma individual y organizacional de planear los procesos, encontrando nuevos caminos y solución de problemas más rápidos, de tal manera que los problemas se convierten en oportunidades. Frecuentemente, esto involucra la forma de ver las cosas desde una nueva perspectiva y forma tradicional de pensar los cuales pueden perder su significado (Higgins, 2000). La creatividad se ha tratado en diferentes campos; psicología, de la educación, arte, y más recientemente en la administración y negocios; teniendo la posibilidad de combinar conocimientos e imaginar soluciones que la lógica no permitiría.

De Bono (1982) distingue la creatividad en una forma de pensamiento lateral, en contraste al pensamiento lógico (vertical): el pensamiento lateral es más abierto, enfatiza preguntas sobre las respuestas, realizando saltos deliberados y explorando direcciones no comunes.

Trabajos recientes en el campo de la creatividad incrementan el entendimiento del cerebro humano asociando el hemisferio derecho del cerebro con la parte intuitiva, como oposición más usual y dominante verbal, la lógica del hemisferio izquierdo (Adler, 1994). Smolenki(1995)sugiere que la creatividad involucra a ambos; la lógica y la imaginación. Fritz(1989)distingue la creatividad como una visión de donde desea la empresa llegar, solucionando problemas que impidan llegar a la meta (Garavan,1991; Mednick, 1964) refieren a la creatividad como técnicas en la solución de problemas tales como; tormenta de ideas, mapas mentales, y asociación libre entre otros.

La creatividad es considerada como parte de la solución en los procesos y productos, tales que se puede ver una forma nueva de elaborar un producto, solucionar problemas en un proceso, desarrollo o interpretación de nuevos acomodos de maquinaria y equipo, visualizando nuevos procedimientos. La creatividad puede ser la diferencia entre la solución de sucesos en forma negativa o positiva, afectando el crecimiento y desarrollo de la empresa y del personal que la conforma.

1.6.1. Conceptualización.

Garavan (1991) denomina a la creatividad como el descubrimiento o recombinación de ideas; Oropeza (1994) establece que la creatividad es la capacidad para resolver problemas aportando una solución novedosa que no se conocía con anterioridad y que soluciona dichos problemas de una forma apropiada. Amabile (2000) se refiere a la creatividad como a la forma de pensar que tiene la gente, a la mayor o menor inventiva con que enfocan los problemas. Adler (1994) sugiere a la creatividad como la combinación de conocimiento y una nueva forma de redefinir los problemas y soluciones.

De las definiciones encontradas, se resume que, la creatividad es la capacidad para resolver problemas; aportando una solución novedosa que no se conocía con anterioridad y que soluciona dichos problemas de una forma apropiada (Oropeza, 1994).

1.6.2. Componentes de la Creatividad.

Amabile (2000) menciona que dentro de cada individuo, la creatividad es una función de tres componentes: pericia, capacidad de pensamiento creativo y motivación.

- Pericia: es, en una palabra, conocimiento técnico, de procedimiento e intelectual
- Capacidad de pensamiento creativo: determina el grado de flexibilidad e imaginación con que afrontan las personas sus problemas. Sus soluciones ¿ponen al revés el status quo? perseveran durante la época de sequía.

- Motivación: no toda la motivación se crea por igual. Una pasión interna por solucionar el problema que se tienen entre manos lleva a soluciones mucho más creativas que las recompensas externas, tales como el dinero. Este componente denominado motivación intrínseca es el que más influenciado puede estar por el entorno del centro de trabajo.

La pericia comprende todo lo que una persona sabe y puede hacer en el campo más amplio de su trabajo, tomemos por ejemplo, a una científica en una empresa farmacéutica que está encargada de desarrollar un fármaco coagulante. Entre su pericia se incluye su talento básico para pensar científicamente además de todos los conocimientos y habilidades técnicas que tienen en campos de cómo la medicina, química, biología, y bioquímica. No importa como haya adquirido esta pericia, bien a través de una educación formal, experiencia práctica o interacción con otros profesionales. No obstante, su pericia constituye lo que el premio Nóbel economista y psicólogo, Herg Simon denomina “ la red de posibles desplazamientos ”, el espacio intelectual que utiliza para explorar y solucionar problemas. Cuanto mayor sea este espacio, mejor.

El pensamiento creativo, se refiere a cómo enfoca la gente los problemas y las soluciones, su capacidad para reunir ideas existentes formando nuevas combinaciones. La capacidad en sí depende de la personalidad así como de la manera de pensar y de trabajar de la persona al persistir en una tarea a lo largo de prolongados espacios de “sequía mental “durante la tediosa experimentación aumentan las probabilidades de hacer unos descubrimientos verdaderamente creativos. lo mismo ocurre con un estilo de trabajo que haga uso de la “incubación “, la capacidad de dejar a un lado, temporalmente, los problemas difíciles, trabajar en cualquier otra cosa y luego volver al problema con un renovado enfoque.

La motivación es lo que realmente origina el cambio en la persona, existen dos tipos de motivación; extrínseca e intrínseca, de los que este último es el más importante para la creatividad. La motivación extrínseca proviene de fuera de la persona, tanto si la motivación es una zanahoria como si es un palo. Obviamente, el motivador extrínseco que utilizan los empresarios con más frecuencia es el dinero, que no impide necesariamente la

creatividad de las personas. Pero en muchas situaciones, tampoco sirve de ayuda, en especial cuando hace que la gente se sienta sobornada o controlada. y lo más importante, el dinero por si solo no consigue que los empleados se apasionen por su trabajo. Una recompensa económica no puede conseguir por arte de magia que la gente se sienta más interesada por su trabajo si cree, de corazón que es mortalmente aburrido.

Pero la pasión y el interés, el deseo interno de una persona por hacer algo, son los principales componentes de la motivación intrínseca. Cuando las personas tienen una motivación intrínseca, se comprometen con su trabajo por el reto que se supone y porque disfrutan con ello. El trabajo en si mismo es un motivador (Amabile, 2000).

Las personas creativas ayudan a que las organizaciones incrementen su efectividad, los trabajadores quienes son los que meten mano, pueden descubrir una nueva forma de realizar un trabajo superior al método previamente utilizado. Estas sugerencias pueden finalmente ahorrar dinero a la compañía. En adición, el trabajador obtiene satisfacción al ver su idea realizada y puede motivar a los demás empleados a generar más ideas.

1.6.3. La Solución Creativa de Problemas

El departamento de mantenimiento ha realizado a través de los años valiosas contribuciones a la creatividad en la solución de problemas; algunas empresas reconocen esta creatividad y dependiendo del ahorro que se logra en la sugerencia recibida, mayor será el estímulo recibido.

Tal pareciera que a medida que se reduce el presupuesto de mantenimiento a falta de refacciones y bajo la presión del departamento de producción, sirven de estímulo para hacer más creativo al personal de mantenimiento, y de manera conjunta con la capacitación adecuada pueden enfrentar los retos que exige la tecnología nueva en el diseño de nuevos equipos (Foszcz, 2003).

Una alternativa de reducción de costos en mantenimiento es la aplicación de los principios de la solución creativa de problemas (Creative, Problems, Solution) en el que se

involucran las diferentes etapas del el proceso, y el objetivo es observar nuevas formas de reducir costos de mantenimiento combinados con la utilidad.

Toda la gente tiene habilidad creativa ya sea en mayor o menor grado, el estilo creativo concierne a como las mejoras son realizadas. Algunas gentes prefieren hacer cambios en el producto o hacen mejoras al sistema productivo existente, mientras otros prefieren hacer cambios paso a paso o realizan las cosas de manera distinta. Esta es una expresión de estilo de creatividad. El estilo creativo puede ser medido sobre una continuidad, el adaptador excesivo, prefiere desarrollar cambios crecientes, el innovador excesivo, prefiere realizar cambios radicales y nuevas formas de hacer las cosas. Todos los estilos de creatividad son importantes y con la comprensión adecuada y la combinación de estilos, son agentes muy poderosos para realizar mejoras.

Sin embargo, un aspecto importante del empleo de los principios en la solución creativa de problemas (CPS) es que los ingenieros deberían de entender y apreciar el estilo creativo propio y de los demás (Thompson, 2001).

El pensamiento divergente (tormenta de ideas, imágenes visuales etc.) y convergente (análisis comparativo agrupación de ideas etc.) es tratado usualmente como un par de actividades, ejemplo, la generación de ideas seguidas por su evaluación.

El proceso en la solución creativa de problemas (CPS) se describe en cinco líneas, generalmente en la estación del proceso, en cada etapa del proceso y la actividad divergente o convergente.

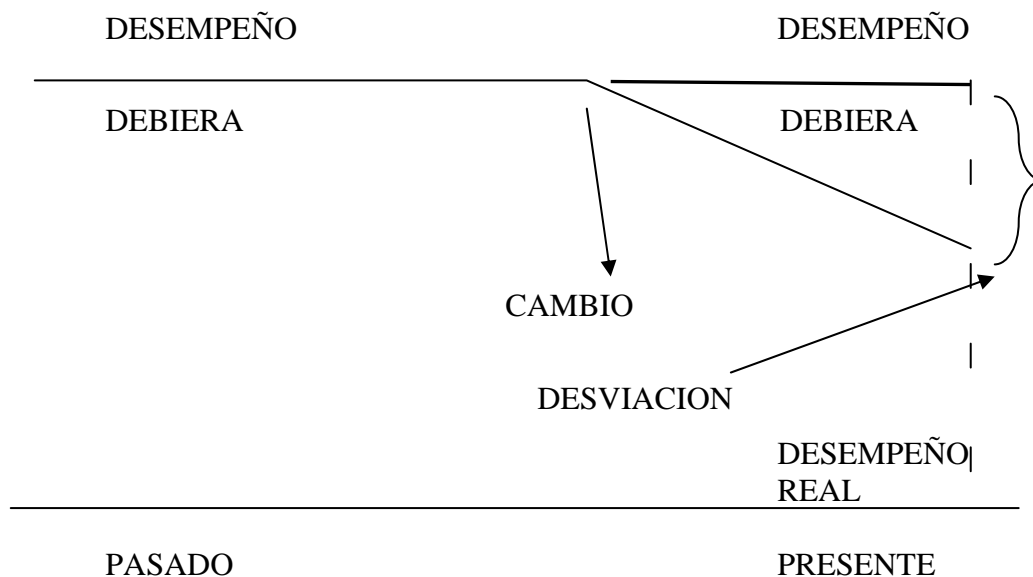
1. Encontrar el desorden
2. Descubrir el problema
3. Encontrar las ideas
4. Decidir la solución
5. Aceptar la decisión

La solución creativa de problemas puede estar encaminada en diferentes direcciones. problemas como: ¿Por qué son tan altos los costos de mantenimiento de la

planta? .En este caso, una exploración inicial es muy importante: la forma en la cual se está ocupando el equipo en planta, la edad de la planta, los servicios de contratistas, la reparación y mantenimiento sujetos a los horarios de producción, tiempo indispensable para hacer una rápida reparación, falta de uso del historial del equipo, trabajar el equipo sin respetar los parámetros de diseño; posteriormente se procede a la identificación de las áreas hasta descubrir el territorio del problema. Se debe tomar el tiempo necesario para localizar el inicio del problema. Sin embargo, un equipo de trabajo puede encontrar quizás demasiado rápido el área del problema, lo que requerirá realizar una evaluación para la comprobación de los resultados esperados. Descubrir este tipo de problema puede tomar una sesión de día y medio. Kepner (1989) define el problema como una desviación entre el desempeño esperado y el real, según se aprecia en la figura número 4.

Figura número 4.

Estructura de un problema



FUENTE: Kepner, C. y Tregoe, B.(1989). *El Nuevo Directivo Racional*. Mexico: Mc. Graw Hill. P.27

En la solución creativa de problemas encaminados a la maquinaria se debe hacer la investigación en forma cuidadosa, asegurando que la fuente del problema yace en la equipo. En el inicio de la sesión se describe el problema, se pasa un video de la operación para que todos estén familiarizados con el equipo, el grupo debería de aconsejar quizás una solución provisional que ellos observaron: la necesidad de un equipo de monitoreo, la necesidad de mejorar el diseño del equipo o la forma de realizar el mantenimiento. La composición del grupo puede ser variada y debería ser seleccionada acorde con la naturaleza de la maquinaria. Por ejemplo, en el caso de un equipo que fue ensamblado para una procesadora de alimentos, la formación de un equipo multidisciplinario comprenderá: ingenieros mecánicos, electricistas, instrumentistas, científicos en alimentos, personal operador, y un administrador de proyectos.

Cuando se analiza un equipo que excedió un alto costo de mantenimiento, se observará posiblemente un cambio en el proceso de operación, en el diseño de la máquina o por mejoras en las prácticas de mantenimiento (Thompson, 2001). En las sesiones de solución de problemas se requiere, la colaboración estrecha, la destreza y la experiencia de del personal de planta para diagnosticar el problema y restaurar el equipo.

La clasificación de la creatividad se puede presentar acorde con los cambios efectuados en: el producto, el sistema de producción, el proceso, el diseño del equipo y cambios en las nuevas formas de operar el equipo, dando cómo resultado incrementar la efectividad en las empresas.

1.7. La Innovación

La innovación tecnológica constituye una fuente importante de aumento de la productividad y actualmente es considerada sinónimo de modernidad. Además, permite lograr un mayor volumen de bienes y servicios, un perfeccionamiento de la calidad, la introducción de nuevos métodos de comercialización, etcétera; mediante una mayor automatización y tecnología de la información, releva al operario de tareas pesadas y monótonas. La automatización puede, asimismo, mejorar el manejo de los materiales, su

almacenamiento, los sistemas de comunicación y el control de la calidad. Sin embargo, los factores tecnológicos por si solos no conducen a resultados efectivos en el largo plazo si no van acompañados por el desarrollo del factor humano; además, no debe olvidarse que la empresa no es autocontenida y que se halla inmersa en un sistema económico-social-productivo mas amplio (Flores, 1997).

La innovación es un proceso que en muchos de los casos pasa desapercibido debido en parte a los cambios al producto terminado son mínimos, sin embargo, los ahorros en los costos y los incrementos de utilidades provenientes de la preferencia de los consumidores son detectados por la contabilidad del industrial (Whinston,1980), de tal forma que las innovaciones registradas y que aportan tecnologías aplicadas son aquellas que han cambiado notoriamente al producto, ya sea en su constitución o en su velocidad de producción; cuando esto sucede la inversión se recupera con mayor capacidad con mejor respuesta y penetración en el mercado (Mer,1988).

El personal de mantenimiento es un generador de la innovación en los procesos y en los productos dentro de la empresa manufacturera, no únicamente como“reparador de maquinaria y equipo”.

Mer (1988) establece que la innovación puede producirse en dos formas distintas: innovación en pequeña escala o cotidiana. Este tipo es el que tiende a mejorar poco a poco, un proceso, una maquinaria, un sistema, etc. Está clase de innovación se encuentra al alcance de todos los empleados de una empresa y no requiere de muchos conocimientos, ni de especialización y mucho menos de altas inversiones económicas. El tiempo para su implementación es muy corto, la innovación en pequeña escala es la que puede proyectar a una corporación hacia una posición competitiva mejor, si se dirige a la obtención de mejores estándares de calidad, precio, servicio o protección al medio ambiente.

Ejemplos de esta clase de innovación: reciclado de todo tipo de residuos industriales de una empresa, los cuales se perdían anteriormente; un pequeño cambio en el flujo de información de una organización, para que esta sea más fluida; eliminación de papeleo en una compañía; cambio pequeño en algún aditamento de una máquina para que esta produzca más o su operación sea más segura.

Innovación de cambio o gran avance tecnológico. Este tipo de innovación es la que trae consigo una gran transformación o mejora tecnológica considerable. Para llevarla a cabo se requieren grandes inversiones económicas, conocimientos profundos y especializados sobre algún aspecto del ser humano, una infraestructura tecnológica apropiada y un tiempo de espera relativamente largo.

Cuando una empresa logra alcanzar esta clase de innovación, su ventaja competitiva aumenta enormemente. Los clásicos ejemplos de este tipo de innovación son: las computadoras, los modernos equipos de comunicación, las nuevas telas sintéticas, la tecnología espacial, etc.

1.7.1. Conceptualización

La innovación, consiste en la introducción de cambios técnicos o de conformación en el diseño y características de un producto existente, de cambios en los procesos industriales o de nuevas técnicas de gestión o de comercialización que llevados a la práctica producen, o deberían producir, un impacto económico y social. La innovación es hacer cosas nuevas, las ideas son inútiles a menos que sean usadas con la prueba de que su valor está en su implementación (Ramírez, 1998).

Drucker (1989) establece que las personas tienen imaginación, que piensan, son creadoras y portadora de ideas provenientes del estudio y la experiencia. El trabajador intelectual produce conocimientos, ideas, información y el único factor de producción que permite a las sociedades y economías altamente desarrolladas del presente(Estados Unidos, Europa Occidental y Japón) hacer frente a la concepción lineal y acumulativa del cambio tecnológico; hay que contraponer su carácter sistémico y complejo así como el hecho de que las innovaciones tecnológicas no se producen por completo y de inmediato, sí de modo parcial y mediante negociaciones y adaptaciones a los intereses existentes.

Adaptar la innovación implica una búsqueda continua y sistemática del cambio con el propósito de adaptar las estrategias y los planes a la nueva realidad.

La regla constante del progreso y la explicación fundamental de las diferencias del desarrollo de los pueblos es la innovación, principal factor de todo el crecimiento. La National Science Foundation, de Estados Unidos realizó una de las encuestas más completas sobre la cuestión, cuyas condiciones señalaron que desde 1929, la mitad del crecimiento de Estados Unidos se ha debido a la innovación. Los estudios actuales sobre la causa fundamental del elevado número de empleos creados en los últimos 20 años y la reducción de tasas de desempleo han mostrado, que las pequeñas y medianas empresas (pymes) han sido la causa principal del éxito. En el mencionado país se inician en la actualidad unos 600.000 negocios/año y en el período que va de 1963 a 1983 se crearon 40.000.000 de empleos, de 71 445 000 en 1963 se pasó a 111 550 000 en 1983.

La innovación es el elemento fundamental por el que la empresa provoca el cambio, encontrando en él una oportunidad para su beneficio y el de toda la sociedad para lo cual ha de poner en práctica una capacidad superior de gestión de cambio tecnológico.

Un ejemplo concreto del riesgo en optimizar lo existente, en lugar de apuntar hacia las nuevas necesidades, sucede en el mercado de la computación. IBM mantuvo su visión en el hardware y Microsoft apuntó al software. Unos se orientaron a optimizar lo existente el otro a innovar atendiendo el mercado, los grados de competitividad que las empresas se ven obligadas a mantener en unos mercados cada vez más amplios y duros, requieren que la función innovación sea permanente, con la incorporación de todos los elementos tecnológicos, y de la gestión disponible, esto significa constantemente información y actualización profesional cada vez más frecuente.

El enfoque tecnológico de la innovación parte de la creencia en la ciencia y la tecnología como recursos de solución de problemas y satisfacción humana. Elías según De la Torre (1993) fundamenta el cambio, con base en estudios empíricos, apoyo tecnológico y criterio de eficacia. Se parte de la creencia implícita de que el cambio es en sí un valor y la eficacia su mayor expresión, soslayándose cuestiones éticas y axiológicas. Se investiga la eficacia de materiales y métodos para luego difundirlos.

Si alguna nota cabe atribuirle unánimemente a la innovación es su multidimensionalidad y es considerada como un complejo conjunto de procesos y estrategias implicadas en su construcción y desarrollo.

De la Torre (1993) citando a Havelock y Huberman (1980) afirma que estos autores se refieren al proceso de innovación bajo cinco puntos de vista no excluyentes, pudiendo darse simultáneamente hechos, personas cambios, problemas, sistemas: innovación como proceso de sucesión cronológica de hechos, que van desde que se plantea la necesidad o problema, se toma conciencia de ella, se planifica el modo de satisfacerla, terminando con la necesidad cubierta; innovación como conjunto de personas e instituciones que comparten ciertas metas y recursos pero desempeñan roles diferentes; innovación como cambios o transformaciones de programas, materiales, hábitos, etc.; innovación como proceso de solución de problemas y innovación como sistema.

Por su parte Schumpeter (1939) definió a la innovación como el cambio histórico irreversible de hacer las cosas, y a la empresa como la realización de nuevas combinaciones y emprendedores a los que dirigen dicha realización y esto lo expresa como un “cambio en la función de la producción “. Así mismo Garzón (1997) afirma “quien no aplica remedios nuevos tendrá que aceptar nuevos males, porque el tiempo es el máximo innovador”

Drucker (1986) plantea que la innovación es la acción de dotar recursos con una nueva capacidad de producir riqueza y crear un recurso dotando a algo de valor económico.

Garfield (1993) establece que la innovación es el producto del conocimiento de las necesidades del cliente, de las tendencias del mercado, de las ofertas de los competidores, de los intereses de los distribuidores, de las tecnologías cambiantes, entre otros y de la delegación moderna (Empowerment) que es una combinación de autonomía y responsabilidad, por lo tanto la organización innovadora es una entidad de aprendizaje, donde la colección de información y la adquisición del conocimiento son partes integrales y permanentes del trabajo de todos sus empleados.

De la Torre (1993) citando a Pérez Serrano (1990) determina que este autor resume la innovación en: que aporte algo nuevo a la realidad o sistema, sin querer decir que sea enteramente nuevo, sino algo diferente; exige esfuerzo deliberado y duradero; debe poseer constancia en el tiempo; el proceso debe ser evaluable tanto por los datos de entrada como de salida; intenta mejorar la práctica; exige en su constitución y desarrollo componentes integrados de acción y pensamiento.

Ramírez (1998) define innovación como el proceso complejo compuesto por varios sub procesos complejos, todos interrelacionados a un objeto común, cuyo proceso va desde la concepción de una nueva idea, a la solución de un problema y posteriormente a la utilización difundida de un nuevo satisfactor y esta orientado a generar cambios para la organización o la economía.

Broehl (1982) por su parte hace la distinción entre innovación original, transferencia de innovación adaptable así: la innovación puede ser transferida a otras situaciones. Se llama innovación adaptable a la tecnología transferible.

Peter y Waterman (1982) citando a Freeman plantean “que las innovaciones se realizan según las necesidades del mercado”.

Walker (1979) propone que la innovación es crear e introducir soluciones originales a las necesidades existentes y a las nuevas que surjan, deben ser el tema central de la sociedad y para la gerencia durante las próximas décadas. Los retos son nuevos y a una escala nunca antes intentada por el hombre.

Para Martínez (1991) innovar contempla introducir nuevas combinaciones entre factores de la producción para generar un producto mejor, nuevo o diferente, que impacte positivamente en el mercado y en el medio ambiente y conlleve tanto beneficios económicos como sociales, esto teniendo en cuenta que la innovación no es un concepto técnico sino económico según Drucker (1977) cuya aceptación estará determinada por sus efectos en el mercado y estratégicamente como una ventaja competitiva.

Price (1972) define a la innovación como el grado en que una actividad o proceso es un primer usuario o usuario temprano de una idea en un sistema social.

También se destaca el impacto de la innovación en lo que Scharch (1992) aduce, que el ochenta por ciento de los productos que compraremos dentro de diez años, no existen todavía, y en países como Estados Unidos, hasta siete nuevos productos son lanzados por día, por lo tanto el futuro dependerá de la calidad de la innovación y del espíritu emprendedor que lo hace posible.

Por lo tanto la innovación para Adair (1992) tiene como significado el producir o introducir algo nuevo, ya sea una idea, un método o un instrumento para ponerlo en marcha, así la innovación es la concepción de una idea la cual requiere de un proceso para que se lleve a cabo en un uso productivo, entonces la innovación es una actividad humana que se asegura si existe un proceso intencional y planificado para que sea aceptado en el cambio de la organización.

Pero la innovación no aparece, es según Drucker (1992) el resultado de un trabajo arduo y sistemático, esto debido a que conlleva el aprovechamiento sistemático de la oportunidad, de los cambios en la sociedad y la economía, en la estructura demográfica y en la tecnología.

También Porter (1991) considera de vital importancia a la innovación ya que la ventaja competitiva se deriva fundamentalmente de la mejora, la innovación y el cambio. Las empresas consiguen ventajas sobre sus rivales nacionales e internacionales porque perciben una nueva base para la competencia, ya que la innovación en términos estratégicos se define en su sentido más general incluyendo no solamente las nuevas tecnologías sino también nuevos métodos o formas de hacer las cosas.

La innovación se puede materializar en el diseño de un nuevo producto, un nuevo proceso de producción, un nuevo enfoque de mercadotecnia, o una nueva manera de formar u organizar, puede englobar virtualmente cualquier actividad de la cadena de valor y sobre esta parte final aclara que “la ventaja competitiva abarca todo el sistema de valor concebido

como el conjunto de las actividades relacionadas con la creación y uso de un producto y ésta se mantiene solamente gracias a mejoras incesantes” (Porter, 1991).

1.7.2. Tipología

Se definen diferentes clases o tipos de innovación, así Schumpeter (1939) señala cinco tipos de innovación: la producción de una mercancía nueva; un método nuevo de producción; la explotación de una fuente nueva de materias primas; la conquista de un mercado nuevo; la reorganización de un sistema de producción.

El modelo de Mayers-Marquis citado por Ramírez (1998) establece tres tipos de innovaciones: graduales; mayores y de asalto, las primeras están orientadas a mejoras graduales en procesos y productos; las mayores se generan de la sumatoria de un cúmulo de innovaciones graduales y las de asalto generan un nuevo producto o proceso. Ejemplo de innovaciones de asalto: xerografía, transistor, circuito integrado etc., por parte de la innovación gradual: el interruptor fosforescente de corriente eléctrica, aire acondicionado con control de humedad, batería eléctrica de larga duración (Ibid).

Grossman (1992) plantea la siguiente clasificación:

- Según el tipo: innovación de dominio tecnológico, innovación de dominio no material.
- Según el grado: absolutas o radicales, relativas a productos existentes (mejoras) y de primera imitación para mercados diferentes.

Grossman(1992) citando a Teissier du Croos determina otra clasificación: tecnología de punta, tecnología de avanzada, tecnología común y tecnología primitiva. Ramírez (1998) las clasifica además en innovaciones de asalto, aquellas que producen un gran adelanto en el campo tecnológico, un adelanto extraordinario.

Aguilera (1995) clasifica a las innovaciones en: innovaciones mayores y menores; innovaciones radicales; innovaciones de ruptura; e innovaciones de punta.

En este proceso de búsqueda se encontró que Henderson y Clark (1990) hacen la propuesta de una clasificación que contempla: innovación incremental o de cambios menores; innovación modular, por etapas; innovación radical y adiciona la innovación arquitectural cuya esencia radica en que una innovación arquitectural que es la reconfiguración de un sistema establecido, vinculando componentes existentes de una manera nueva, haciendo cambios significativos en la interacción entre componentes. Esto quiere decir que son cambios en el modo en el cual los componentes de un producto se vinculan, para integrarse de manera nueva, más eficiente y eficaz.

Callahan (1997) establece que, lo único constante es el cambio, la administración debe soportar tecnológicamente los cambios, la forma de hacer las cosas habitualmente no es perpetuo. Haciendo las cosas de la misma forma darán el mismo resultado. Las empresas de clase mundial, se deben inclinar por el cambio, evitando costos de mantenimiento innecesarios.

Para fines del presente trabajo se trabajará con el concepto de innovación, propuesto por Henderson y Clark (1990) que contempla innovación incremental o de cambios menores; innovación modular, por etapas; innovación radical y adiciona la innovación arquitectural el cual consiste en el estudio de todos los componentes del producto como un sistema integrado. La innovación consiste en la introducción de cambios técnicos o de conformación en el diseño y características de un producto existente, de cambios en los procesos industriales o de nuevas técnicas de gestión o de comercialización que llevados a la práctica, producen o deberían producir un impacto económico y social (Ramírez, 1998).

1.7.3. Proceso de Innovación.

En el proceso de innovación se consideran las siguientes etapas:

- 1.- Parte de una situación problemática (oportunidad).
- 2.-Se procede al diagnóstico derivado del mantenimiento efectuado.

3.- Se plantean posibles soluciones (ideas)

4.- Se realiza la:

- a) reparación
- b) adaptación o
- c) innovación

5.- Se genera la nueva tecnología

6.- Se implementa la nueva tecnología

7.- y se realiza la evaluación

El proceso es dinámico, por lo que se generarán nuevas innovaciones a medida del desarrollo de las actividades de mantenimiento como parte de sus actividades cotidianas.

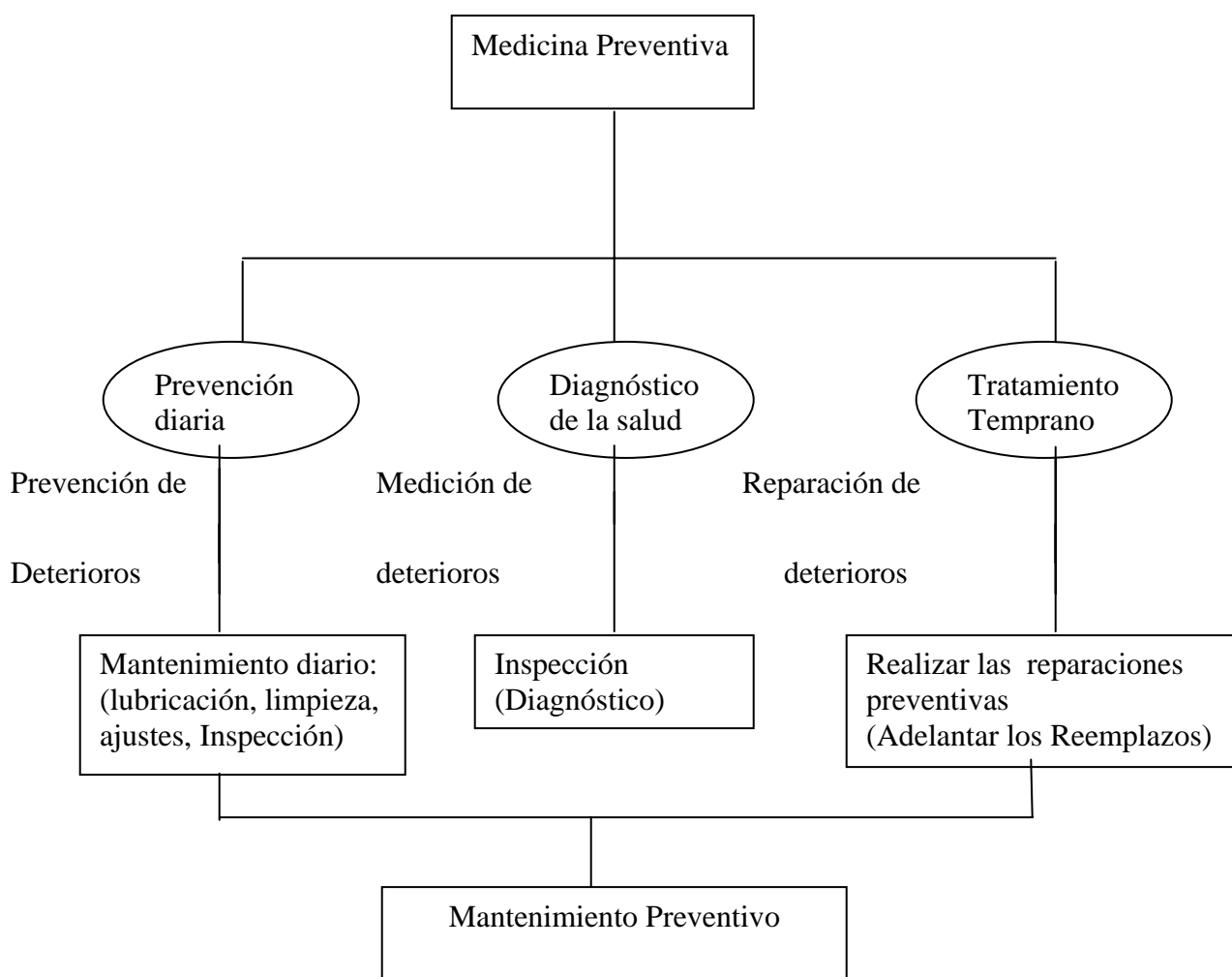
El desarrollo de actividades innovadoras que surgen del mantenimiento, se presenta aún en las Tecnologías de Manufactura Avanzada (AMT) tales como los sistemas de manufactura flexible y la manufactura por computadora, que no únicamente reemplaza el esfuerzo físico humano, sino también el esfuerzo mental. Sin embargo la intervención del personal mantenimiento debe ser necesaria. Los problemas pueden ser complejos y difíciles de solucionar en plantas altamente automatizadas y procesos continuos. Sin embargo la experiencia y habilidad del trabajador de mantenimiento puede dar solución a los problemas y tener el equipo disponible. Los costos potenciales consecuentes de complicaciones con el equipo, significan que se deba dar una rápida respuesta para solucionar los problemas de la maquinaria.

En empresas manufactureras de proceso continuo, sugieren el desarrollo de las prácticas de un mantenimiento preventivo (PM), donde se origina el proceso de innovación tecnológica, evitando paros en la maquinaria y mejorando la eficiencia en la operación de los procesos, reduciendo los costos elevados que surgirían al estar la maquinaria en reposo (Thompson, 2001).

Los procesos aceleran el deterioro de la maquinaria, el mantenimiento significa la salud del equipo. Haciendo una analogía con la salud humana, la medicina preventiva tiende a reducir la incidencia de enfermedades, retardando los decesos e incrementan significativamente la calidad de vida humana. Similarmente, el mantenimiento preventivo es una medicina provisoria y mantiene saludable al equipo, como se puede apreciar en la figura número 5.

Figura número 5.

La Medicina Preventiva del equipo = Mantenimiento preventivo



FUENTE: Nakajima. S. 1998, *Introduction to TPM; Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity .Press.pp34

La Figura número 5 compara la medicina preventiva con el mantenimiento preventivo. La primera hace énfasis en prevenir los males, tal que las enfermedades no contagien a todo el sistema. Una dieta apropiada y básicamente higiénica (ejemplo, lavarse las manos, un enjuague bucal etc.), ayuda a prevenir enfermedades. En suma, un chequeo periódico de la salud elaborado por especialistas favorece tempranamente la detección de problemas y el tratamiento adecuado. Los servicios de mantenimiento, efectuados diariamente a los equipos tienen el mismo propósito.

El cuidado de la lubricación, limpieza y el procedimiento de ajuste de bandas, medición de parámetros de temperatura, humedad, cantidad y calidad del aire y otros, y dirigiendo las inspecciones, pueden prevenir los deterioros y las fallas potenciales de los equipos, (evitando enfermedades). Igual que la salud es responsabilidad de cada gente, la persona que usa un equipo, debería de ser responsable por la salud de éste. El mantenimiento diario, es responsabilidad del operador del equipo, ésta es básicamente la premisa del mantenimiento autónomo por los operadores. Mas allá, el personal de mantenimiento, quien en efecto son “doctores del equipo “, son responsables de las inspecciones periódicas (auditoria del funcionamiento del equipo, como inspecciones de la salud) y reparaciones preventivas (adelantando las funciones del reemplazo, como tratamiento temprano). Así, el mantenimiento preventivo decrece el número de interrupciones (enfermedades del equipo) e incrementa la vida del equipo.

La práctica de la medicina preventiva, es fácilmente alcanzable. El costo de la prevención diaria y el chequeo periódico es mínimo comparado con gastos que incurren cuando el cuidado de la salud es descuidado y cuando la enfermedad conduce a una hospitalización (Nakajima, 1998; Newbrough 1990).

De manera similar, es más económico reparar el equipo, basado en un mantenimiento preventivo, que esperar hasta que este completamente deteriorado. En esta etapa el costo de reparación es exorbitante. Sin embargo, bastante extraño, muchas compañías no cambian a la práctica del mantenimiento preventivo, o practican este únicamente casi angustiosamente, aun cuando ellos entienden la importancia del mismo.

El personal de mantenimiento elimina las fallas antes de la presentación de paros prolongados y realiza innovaciones en los equipos, algunos puntos que contribuyen son:

- El mantenimiento básico en buenas condiciones (limpieza, lubricación y ajustes)
- Sujetarse a los procedimientos de operación.
- La restauración de deterioros
- Perfeccionamiento de las debilidades en el diseño
- Perfeccionamiento de la operación derivada de la experiencia del mantenimiento.
- Diseño de herramientas especiales.

Cada persona involucrada con la operación del equipo o mantenimiento, debe trabajar para disminuir las fallas, un análisis del mantenimiento preventivo consistiría en lo siguiente:

- Definición del problema
- Analizar el problema
- Aislar cada condición que pueda causar el problema
- Evaluar el equipo, materiales y el método
- Planear la investigación.
- Investigar el mal funcionamiento
- Planear y formular las mejoras que se pueden efectuar al equipo o proceso (innovaciones).

Las empresas, han hecho esfuerzos para implantar el mantenimiento autónomo; los operadores y el personal de mantenimiento encuentran dificultad para cambiar el concepto “yo opero, tu arreglas “, los operadores son ocupados todo el tiempo en el proceso, el personal de mantenimiento es ocupado todo el tiempo en responsabilidades de mantenimiento, tales actitudes y expectativas no es posible cambiarlas de la noche a la

mañana, es una de las razones por las cuales el proceso dura de dos a tres años, cambiar la forma de pensar el medio ambiente toma tiempo. Las tecnologías de producción nuevas tienen el potencial para cambiar más que el producto como son producidos éstos, cambian fundamentalmente la función de manufactura, incluyendo el mantenimiento (Swanson, 1999).

El uso de personal es más amplio, para el proceso de tareas simples de mantenimiento y es consistente con la filosofía del justo a tiempo (JIT) con la capacidad del empleado. El operador involucrado provee experiencia técnica para participar en el diagnóstico rápido y corrección de los problemas del equipo, mejorando los métodos de operación, perfeccionando la herramienta y realizando innovaciones (Callahan, 1997; Nakajima, 1998; Newbrough 1990).

Esta necesidad para mejorar la destreza para solucionar problemas podría requerir de trabajadores que cuenten con un alto nivel de innovación, capacitación, motivación y una amplia destreza. Es preciso incrementar el uso de las prácticas para detectar los problemas de funcionamiento de equipo, el mantenimiento del equipo puede llegar a ser más crítico para los operadores productivos. Con un programa de mantenimiento preventivo la probabilidad de interrupción del equipo es reducido; el mantenimiento preventivo fue identificado como uno de los factores críticos en la implementación del justo a tiempo (Nakajima, 1998). Investigaciones previas han propuesto modelos ligando las características de la tecnología de la producción y las prácticas de administración del mantenimiento (Swanson, 1999).

Es absurdo producir productos de calidad continuamente sin un equipo confiable y efectivo. Es la tesis de un mantenimiento productivo total (TPM) y la cultura de trabajo adoptada por varias industrias japonesas. Los tres principales conceptos de un mantenimiento productivo total (TPM) son maximizar el mantenimiento efectivo del equipo, el mantenimiento autónomo del operador y las actividades que realizan pequeños grupos en la compañía. Los cambios para las manufactureras en Estados Unidos sería aprender del modelo japonés y encontrar los caminos para adaptarlo a la cultura de

trabajo americano. Con la dirección adecuada se podría obtener incremento en la productividad y desarrollar ventajas competitivas.

1.7.4. Beneficios.

Los beneficios que arroja la innovación tecnológica son varios, entre ellos se pueden contar con: incrementos en el mantenimiento preventivo (PM) en un 200 %, reducción de emergencias en un 75 %, eliminación de los procesos de compras en un 25 %, mejora en el aseguramiento de producto terminado en el almacén en un 95 %. El mantenimiento es una ciencia avanzada encaminada en la misma dirección de la innovación tecnológica de las máquinas y necesidades de los procesos (Schonberger, 1996; Sivalingam, 1997).

Durante el desarrollo y análisis del trabajo de mantenimiento en el equipo, se corrigen las deficiencias de diseño, restaurándolo a una condición original o mejor, no simplemente realizando remiendos (Moore, 2004, Newbrough, 1990). Dando paso a la innovación desarrollada en mantenimiento con las ventajas de una adecuada utilización de máquina se obtendrá una capacidad de producción más alta. Las empresas están obligadas a una utilización de planta lo más eficaz posible debido al aumento de las demandas complejas del mercado, con tiempo de disposición de máquina y tiempo muerto reducido, esto permitirá la flexibilidad creciente ya que es necesario responder en los mercados globales actuales (Schonberger, 1984).

La operación y disposición de la maquinaria y equipo es una de las actividades típicas en una fábrica que se ha pasado por alto muchos años. Los supervisores y operadores no tenían interés por las funciones de mantenimiento y su larga duración en la reparación era aceptada como forma de vida (Ajala, 1992).

Los resultados del tiempo muerto en la disposición de maquinaria y el alto nivel de inventario, genera un tiempo substancial en la fabricación y este no utiliza al valor agregado del producto, incrementado los costos en la fabricación el cual no puede verse reflejado en el precio de venta del producto.

Debido a la competencia mundial, la disposición rápida de maquinaria es esencial. Si se disminuye el tiempo de indisposición, el inventario y el tiempo de fabricación, permitirá que la fábrica sea bastante flexible y podrá responder a las demandas dinámicas del mercado. Otra ventaja es el hecho de que las prioridades del trabajo, las cuales cambian, pueden ser manejadas correctamente. Las técnicas para la disposición rápida de maquinaria y equipo se deben utilizar para desarrollar un proyecto en la reducción del tiempo de reparación que implica a operadores, supervisores, equipos del mantenimiento y a los ingenieros.

Las actividades de mantenimiento en el equipo se han pensado como responsabilidad única del departamento de mantenimiento. Esto no es verdad en un ambiente justo a tiempo (JIT). Cuando el personal de mantenimiento está desocupado se fijarán en una máquina que está funcionando incorrectamente, esta actividad es reactiva. Si las funciones del mantenimiento no son proactivas, agregaran costo al producto.

Puesto que la Comunidad Económica Europea (EEC) se está conduciendo para hacer un competidor en los mercados globales, es importante que los fabricantes califiquen con clase mundial. Para tener éxito en este nuevo ambiente global, en el cual se incrementa el número de fabricantes, se deben emplear técnicas de fabricación de clase mundial y eliminar prácticas desordenadas en todas las operaciones, esto incluye las actividades de mantenimiento.

Estas ventajas permitirán que un fabricante resuelva demandas del consumidor en calidad, precio y entrega con un bajo costo, armonizando la agenda de producción y mantenimiento (Ajala, 1992; Thompson, 2001).

Un buen servicio de mantenimiento, de conservación de instalaciones y equipo busca reducir al mínimo la suspensión del trabajo productivo, al mismo tiempo que hace más eficaz el empleo de dichos elementos y de recursos, a efecto de conseguir los mejores resultados con el menor costo posible.

2. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.

La relación mantenimiento-innovación sugiere un proceso de estimulación de la creatividad humana aplicada al desarrollo de tecnología en las empresas para ayudar a que estas sean más efectivas y competentes en un mercado cada vez más demandante de calidad y bajo costo de los bienes y servicios. Desafortunadamente, la serie de hallazgos surgidos durante las actividades de mantenimiento no han sido en su mayoría documentados, perdiéndose la riqueza de conocimientos que de ello se genera.

El presente trabajo es el resultado de la combinación estudio-experiencia desarrollada por más de 30 años de labor profesional, en su mayoría en el área de mantenimiento y cuatro de formación como técnico electricista, cinco años en la formación de ingeniero industrial eléctrico y cuatro años en la Maestría de Ciencias Administrativas, en la especialidad de Administración de Negocios en los cuales se ha podido comprobar que el mantenimiento estimula la creatividad, es innovador y es creador de tecnología. Debido al desarrollo de tecnología nueva, las labores de mantenimiento son muy diversas no se centra solo en la función de reparar equipos incluye habilidades implícitas que por su naturaleza parecen comunes, tales como la experiencia y el conocimiento, encaminados a conservar los bienes de la empresa. Al documentar los hallazgos que se dan durante el mantenimiento, hace más enriquecedor las labores de mantenimiento, actividades encaminadas a ser más eficientes los procesos productivos, en una forma más confiable, dando como resultado una empresa más competitiva.

Cuando el personal de mantenimiento, diseña herramientas nuevas y mejora los métodos de trabajo, logra un mejor servicio al cliente interno/externo, sean en las áreas de Producción, compras, control de calidad, almacenes etc. Esto da como resultado contar con instalaciones, maquinarias y equipos operando a tiempo y confiablemente, que redundan en una óptima producción de bienes y servicios y resultando un mejor servicio al cliente final. Al ser la empresa más eficiente y competitiva, da como resultado o debiera de dar una generación de utilidades mayor.

El describir la relación “mantenimiento –innovación “ y el proceso de estimulación de la creatividad humana para la generación de innovación tecnológica en el desarrollo de

maquinaria, equipos y procesos, podrían resultar en ventajas requeridas en un mercado altamente competitivo. Con la ayuda del personal de mantenimiento es posible la adecuación a la nueva tecnología, sin generación de gastos para lograr la operación de equipos más efectiva y segura.

2.1. Situación problemática

La productividad es el elemento vital de toda economía y el fundamento del estándar de vida del ser humano (Torres,1997); en la actualidad, México se encuentra sujeto a un mercado globalizado, las exigencias de manufactura de productos de calidad y costos competitivos son altas, la preocupación de todo gobierno es generar empleos y conservar las plantas productivas, el uso adecuado de maquinaria y equipo forma parte integral de la productividad, el mantenimiento apoya a disminuir costos en la fabricación de bienes realizando innovaciones en; equipos , máquinas y procesos productivos, mejorando en forma considerable la calidad de los productos.

En diversas investigaciones realizadas (Newbrough, 1990; Smith, 1992; Wireman, 2003) se demuestra que el papel que ha desempeñado el mantenimiento a través de la historia es únicamente el de una función de reparar las fallas en los equipos y conservar la infraestructura de la planta; los gerentes tienen aún la idea de que el presupuesto asignado al departamento de mantenimiento es un gasto y no una inversión en sus activos utilizados para transformar la materia prima. No se ha resaltado la función que ejecuta como generador de ideas y el talento creativo que aporta el personal al realizar innovaciones en pequeña, mediana o gran escala al operar el equipo, evitando desperdicios de materiales, en la búsqueda de materiales sustitutos etc. El personal de mantenimiento escasamente deja evidencias de los cambios efectuados y las ventajas que ello produce, perdiéndose el enriquecimiento de conocimientos generados, solo queda la satisfacción al personal al saber que contribuyeron a incrementar la productividad.

Es posible que los gerentes de empresa estén desaprovechando los recursos disponibles al no saber conducir adecuadamente la generación de innovación que tienen a

su alcance ni estar generando la tecnología propia que los haga autosuficientes; falta visión a los empresarios para enfrentar la situación problemática generalizada de la productividad.

2.2. Planteamiento del problema

Las interrupciones en las diversas operaciones de las empresas, sobretodo en las industriales, representa paros en la planta que generan incrementos en:

- Los costos por tiempos muertos
- Desperdicios en la línea de producción
- Pérdida de efectividad en la operación
- Ineficiencia en producción y
- Disminución de la productividad.

El mantenimiento preventivo y correctivo contribuye a reducir estos efectos negativos; simultáneamente constituye desconocimiento de la innovación que genera efectividad, conocimientos y competencia organizacional. Por lo anterior, la investigación estudia los factores que determinan la productividad, planteando de esta manera la siguiente pregunta :

¿Cómo en el área de mantenimiento se da la generación de innovación tecnológica para impulsar la efectividad de la empresa?

2.3. Hipótesis de trabajo.

El mantenimiento preventivo y correctivo genera innovación tecnológica, que incrementa la efectividad de la empresa.

2.4. Objetivos.

2.4.1. Objetivo General.

Determinar la relación entre el área de mantenimiento y la efectividad de la empresa para la generación de tecnología.

2.4.2. Objetivos Específicos.

Describir actividades y hechos donde:

- El mantenimiento estimula la creatividad y la innovación en los procesos fabriles.
- Exponer evidencias empíricas, de que la innovación en las actividades de mantenimiento generan tecnología.
- Evidenciar casos específicos donde el mantenimiento genera innovación tecnológica, aumentando la efectividad en las empresas.
- Determinar la relación entre mantenimiento y la efectividad de la empresa.
- Describir el proceso de innovación tecnológica

2.5. Justificación

El mantenimiento se ha percibido únicamente como una función de servicio, en la cual repara, conserva el equipo y maquinaria, no está visto como un centro de utilidad, ni se trata como una función estratégica; por varios años la administración industrial se ha concentrado en la producción y ha ignorado ampliamente el mantenimiento industrial. No se ha tratado al mantenimiento como una función creativa, capaz de innovar y generar tecnología propia imperiosa en los procesos actuales, ayudando a la efectividad de la empresa y haciendo de esta más competitiva. En este trabajo se muestra que la actividad del personal de mantenimiento a través de su labor y la constante cercanía con las máquinas, los equipos, los procesos y el enriquecimiento de conocimientos técnicos hace que desarrollen destrezas, habilidades, virtudes y, gracias a su inventiva en la solución de

puesta en operación de la maquinaria , tiende a: estimular su creatividad, ésta a su vez genera innovaciones en los procesos, maquinaria o equipos, que pueden ser en pequeña o gran escala. La creación de innovación da como resultado la generación de tecnología nueva, el aprovechamiento de ésta, redundando en resultados para la empresa y su personal, haciendo los procesos más eficientes, con lo cual apoya a la competitividad de la empresa, logrando una generación de utilidades mayor.

2.6. Método de Investigación.

Estudio de caso

El estudio de caso no es una colección de método, sino del objeto de estudio. Mariscal (1974) establece que se deriva de una situación descolante en el desarrollo de las actividades humanas, ya sea en los negocios o en las relaciones profesionales. El caso es la unidad básica de la investigación y puede tratarse de una persona, una pareja, una familia, un objeto (una momia, una pirámide como la Keop, un material radioactivo), un sistema (fiscal, educativo, terapéutico, de capacitación, de trabajo social), una organización (hospital, fábrica, escuela), una comunidad, un municipio, un departamento o estado, una nación, etcétera. El estudio de casos se deriva de una situación descolante en el desarrollo de las actividades humanas, ya sea en los negocios o en las relaciones profesionales. Estas se deben de presentar con absoluta veracidad, aunque la identificación de las personas o de las empresas involucradas se disfrace de tal suerte que no sea posible identificar la situación presentada con personas o empresas existentes, excepto que éstas hayan autorizado expresamente mencionar su nombre. La persona más indicada para redactar un caso es aquella que ha intervenido en él o lo ha visto de cerca. De tal forma que los casos que se citan a continuación son situaciones en las cuales se intervino directamente y en algunos otros se analizaron con la debida autorización de las empresas que intervinieron en esta investigación.

El estudio de caso es tanto de corte cuantitativo (como medir la presión arterial, los niveles de leucocitos en la sangre o el ritmo cardiaco) como de corte cualitativo

(percepciones abiertas sobre el propio estado de salud, la manera como se siente uno) o incluso mixto (cuantitativo-cualitativo). Los estudios, de caso se realizan bajo cualquier diseño: experimental (por ejemplo, para saber si determinado medicamento mejora el estado de salud y nuestra propia percepción de éste), no experimental transeccional (un diagnóstico hoy) o longitudinal (varios diagnósticos mensuales durante un año) (Hernández, 2003). Pueden aplicarse todas las características que se implementan con muestras colectivas o de grupos. Hernández (2003) citando a Stake identifica tres diferentes tipos de estudios de caso: intrínsecos, instrumentales y colectivos. El propósito de los primeros no es construir una teoría, sino que el caso mismo resulte de interés. Los estudios de casos instrumentales se examinan para proveer de insumos de conocimiento a algún tema o problema de investigación, refinar una teoría o aprender a trabajar con otros casos similares. Por su parte, los colectivos sirven para ir construyendo un cuerpo teórico (sumando hallazgos, encontrando elementos comunes y diferencias y acumulando información).

El estudio de caso es una herramienta de análisis para obtener evidencias empíricas sobre los problemas que tiene el área de mantenimiento como insumo para generar innovación, son descripciones detalladas de las complicaciones de mantenimiento que en su momento cada empresa vivió, de entrevistas se obtuvo la información necesaria, y también se empleó la observación de campo (Salkind, 2003).

Los principales pasos en esta investigación para desarrollar el estudio de caso fueron:

- Descripción de la empresa y su giro
- Planteamiento del problema del área de mantenimiento
- Objetivos que el área de mantenimiento definió para dar solución al problema.
- Motivos por los que se eligió el caso. Atienden a los criterios que se emplearon para seleccionar cada una de las empresas
- Propuesta de solución o cursos de acción
- Identificación de la innovación.
- Resultados obtenidos de la innovación

➤ Clasificación de tipo de tecnología e innovación.

(Hernández, 2003)

En el análisis de los estudios de caso, toda la información de las empresas se obtuvo a partir de documentación general y documentación especializada, para analizar la productividad, los factores de innovación, la tecnología y la creatividad en el área de mantenimiento.

Se llega a un análisis y discusión de los casos empíricos tratando de probar que el mantenimiento genera innovación tecnológica, apoyando a la efectividad de la empresa, durante el desarrollo del trabajo diario en esa área, estableciendo un modelo de mantenimiento que se propone para futuras investigaciones.

Se citan veintidós casos de los cuales:

Dos casos corresponden a una empresa metalúrgica, cuatro casos corresponden a una empresa químico farmacéutica, un caso correspondiente a una empresa de envasado de jugos, cuatro casos correspondientes a una empresa metalmecánica, un caso correspondiente a una empresa productora de cerveza, cinco casos correspondientes a una empresa de artículos de limpieza e higiene personal y por último cinco casos correspondientes a una empresa de artículos eléctricos. En los cuales se presentan desarrollos de innovación y generación de tecnología propia que han dado por resultado mejor efectividad en la empresa, al reducir desperdicio de materias primas, reducir los tiempos de proceso, mejorar la operación del equipo y maquinaria entre otros beneficios.

El estudio de casos presentado, muestran que la actividad de mantenimiento genera innovación, es generador de tecnología propia y ayuda a la efectividad de la empresa.

La matriz de congruencia (punto número 3 del presente trabajo, página 89-90) se compone de lo siguiente: la pregunta de investigación, el objetivo general, la hipótesis de trabajo, el método empleado, las variables que se consideraron, las dimensiones de las mismas y el indicador que se trabajó en la investigación.

3. MATRIZ DE CONGRUENCIA

PREGUNTA DE INVESTIGACION	OBJETIVO	HIPOTESIS DE TRABAJO	METODO	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR
¿Cómo en el área de mantenimiento se da la generación de innovación tecnológica para impulsar la efectividad de la empresa?	Determinar la relación entre el área de mantenimiento y la efectividad de la empresa para la generación de tecnología	El mantenimiento preventivo y correctivo genera innovación tecnológica, que incrementa la efectividad de la empresa.	Análisis de estudio de casos	<p>Tecnología Es el cuerpo de conocimientos herramientas y técnicas desarrolladas de la ciencia y experiencia práctica, que son usados en el desarrollo, diseño, producción y aplicación de productos, procesos, sistemas y servicios, para facilitar su manejo. (Abetti, 1998).</p> <p>Mantenimiento Actividad que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas (Dounce, 1997)</p>	<p>Tecnología media</p> <p>Tecnología alta</p> <p>Tecnología intensiva</p> <p>Correctivo</p> <p>Preventivo</p>	<p>Inversión del rango de 1 al 10 % del valor del activo</p> <p>Cuando la inversión es considerable del orden del 11 al 20 % del valor del activo</p> <p>En donde se requiere gran inversión, del orden del 20 % o más</p> <p>Son aquellas actividades destinadas a corregir averías no previstas en primera instancia (Braun, 1998).</p> <p>Es el conjunto de medidas previamente planeadas de carácter técnico y organizativo, mediante las cuales se llevan a cabo el mantenimiento y la reparación de los equipos (Navarrete, 1999).</p>

				<p>Innovación Consiste en la introducción de cambios técnicos o de conformación en el diseño y características de un producto existente y de cambios en los procesos industriales (Henderson y Clark, 1990).</p> <p>Efectividad Se entiende como la combinación de eficiencia, y eficacia y posteriormente, la utilidad de los productos generados en la sociedad y al usuario (Flores, 1997; Pineda, 2003).</p>	<p>Innovación Incremental.</p> <p>Innovación Modular</p> <p>Innovación Arquitectural</p> <p>Eficiencia</p> <p>Eficacia</p>	<p>Debida a cambios menores</p> <p>Se da por etapas</p> <p>Consiste en la reconfiguración de un sistema establecido</p> <p>Hacer más con menos. Reducción de tiempo en los procesos productivos</p> <p>Incremento en la productividad</p> <p>Reducción de accidentes</p> <p>Mayor disponibilidad de máquina</p> <p>Eliminación de desperdicio de materia prima</p> <p>Reducción de mano de obra</p> <p>Obtención de los objetivos en el momento adecuado en tiempo y costo</p>
--	--	--	--	--	---	--

FUENTE: Elaboración propia, teniendo como base. HERNÁNDEZ, R. (2003), *Metodología de la Investigación*.(3a. ed.). México: Mc. Graw Hill.

4. RESULTADO DE INNOVACIONES POR LA ACTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO.

En este capítulo se describen los casos de actividades del área de mantenimiento que han generado innovación tecnológica y la forma en que se ha mejorando la efectividad de las empresas.

4.1 Descripción de casos

Se presentan veintidós casos, los cuales se clasifican de la siguiente forma: el estudio comienza desde 1970 e incluye casos del 2004, en los cuales se describe parte del proceso en donde intervino la innovación tecnológica que se desarrolló en su oportunidad por el área de mantenimiento y los beneficios obtenidos, con lo que se ayudó a la efectividad de la empresa. Se hace énfasis en que en su totalidad de los casos descritos (veintidós) no hay evidencias por escrito.

Los casos descritos contienen:

- Dos casos correspondientes a una empresa Metalúrgica.
- Cuatro casos correspondientes a una empresa químico farmacéutica
- Un caso correspondiente a una empresa de envasado de jugos
- Cuatro casos correspondientes a una empresa metalmecánica
- Un caso correspondiente a una empresa productora de cerveza
- Cinco casos correspondientes a una empresa de artículos de limpieza e higiene personal
- Cinco casos correspondientes a una empresa de artículos eléctricos

Los principales pasos en esta investigación para desarrollar el estudio de caso fueron:

- Descripción de la empresa y su giro

- Planteamiento del problema del área de mantenimiento
- Situación problemática, mantenimiento enuncia el problema.
- Objetivos que el área de mantenimiento definió para dar solución al problema.
- Motivos por los se eligió el caso. Atienden a los criterios que se emplearon para seleccionar cada una de las empresas
- Propuesta de solución o cursos de acción
- Identificación de la innovación
- Resultados obtenidos de la innovación
- Clasificación de tipo de tecnología e innovación.

En la tabla número 3, se presenta un cuadro comparativo de la innovación generada en el área de mantenimiento, se cita el número de caso, el problema, el objetivo la propuesta de solución, el tiempo que tardo su implantación y por último en que consistió la innovación, los resultados obtenidos y la clasificación del caso acorde con la tecnología y el tipo de innovación.

Tabla número 3

Cuadro comparativo de la innovación generada en el área de mantenimiento

CASO	PROBLEMA	OBJETIVO	PROPUESTA DE SOLUCION	IMPLANTACION	¿EN QUE CONSISTIO LA INNOVACION?
1	Máquina de púas. Se quema constantemente el sistema del frenado por cluth magnético	Evitar que el equipo este fuera de servicio por las constantes fallas en el sistema de frenado.	Automatización del sistema de frenado del cluth magnético.	Cuatro meses	Diseño del un tablero de control con relevadores de tiempo. Resultados obtenidos: 50 % más de eficiencia, continuidad en la producción, el equipo no presento problemas en cinco años, la innovación se extendió a cinco equipos. Clasificación: ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: modular
2	Equipo moto reductor. Ruptura de flecha de moto reductor	Optimizar el tiempo de operación del moto reductor.	Manufactura de injerto en la flecha que aún queda en buenas condiciones	Tres días	Reutilizar parte de la flecha en óptimas condiciones. Resultados: 50 % más de eficiencia, reducción en costo y tiempo de reparación de 30 días paso a tres y la innovación se extendió a 42 equipos. Clasificación: ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: modular
3	Maquina llenadora. Demoras en el llenado de jabón antiséptico	Eliminar demoras durante el proceso de llenado	Automatizar sistema de llenado.	Seis meses	Acondicionamiento de tablero con válvulas solenoides, sensores de presencia y relevadores de tiempo. Resultados obtenidos: 50 % más de eficiencia y reducción en mano de obra (50%). Clasificación: ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: modular

CASO	PROBLEMA	OBJETIVO	PROPUESTA DE SOLUCION	IMPLANTACION	¿EN QUE CONSISTIO LA INNOVACION?
4	Máquina blisteadora. Equipo fuera de servicio (obsoleto; con más de 30 años de servicio)	Reacondicionar el equipo.	Automatizar sistema de operación.	Seis meses	Diseño de dispositivos de control y seguridad, modificación del tablero de control de 50 ciclos a 60 ciclos por segundo. Resultados obtenidos: 100 % más de eficiencia al reducir el tiempo de fabricación. Clasificación: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: arquitectural
5	Maquina llenadora. Derrame de líquido anestésico	Evitar el riesgo de derrame de líquido anestésico	Automatizar sistema de llenado de líquido anestésico	Tres meses	Diseño de dispositivo de llenado por resonancia magnética, automatización de la bomba de llenado y cambio de tanque de almacenamiento con mirilla. Resultados obtenidos: 50 % más de eficiencia, en el tiempo de llenado de 4 hrs se redujo a 2 hrs, se redujo el tiempo de fabricación y mejores condiciones de seguridad en el trabajo. Clasificación: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: modular
6	Equipo de lavado Desperdicio de recursos; tiempo y mano de obra en el lavado de garrafas de plástico	Diseño eficiente de un sistema de lavado de garrafas	Dispositivo de regadera de seguridad para lavado de garrafas	Dos semanas	Diseño de mecanismo para lavado, reutilizando un equipo fuera de servicio y que se empleaba para otro fin. Resultados obtenidos: 50 % más de eficiencia en el tiempo de lavado, se redujo el consumo de agua en igual proporción y mejores condiciones de seguridad en el trabajo. Clasificación: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: modular

CASO	PROBLEMA	OBJETIVO	PROPUESTA DE SOLUCION	IMPLANTACION	¿EN QUE CONSISTIO LA INNOVACIÓN?
7	Máquina llenadora Derrame de jugo	Diseño eficiente de un sistema de llenado, que evite el derrame de jugo	Instalación de un sistema de apertura y cierre de válvulas de llenado	Cuatro meses	El diseño de un sistema a base de detectores magnéticos de metal instalados en la línea de producción, que controlen el sistema de llenado. Resultados obtenidos: 50 % más de eficiencia en el sistema de llenado al reducir el tiempo de fabricación, ahorro de materia prima y mejores condiciones de trabajo. Clasificación: ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: modular
8	Reactor químico. Equipo sin protección de sobrecarga	Proteger al equipo cuando existan sobrecargas	Diseño de un sistema de protección al equipo	Un mes	Diseño de dispositivo de control de protección de sobrecalentamiento del motor a base de un termostato en serie con la bobina magnética en el arranque del equipo. Resultados obtenidos: 100 % más de eficiencia en el proceso de mezclado y mejores condiciones de operación del equipo. Clasificación: ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: modular
9	Equipo de pruebas de hermeticidad Sistema ineficiente de pruebas de hermeticidad en válvulas de compuerta.	Diseño de dispositivo eficiente para pruebas de hermeticidad.	Instalación de manómetro en serie con la línea de llenado	Un mes	Diseño de dispositivo de pruebas consistente en colocación de manómetro en serie con la línea de llenado de agua. Resultados obtenidos: 50 % más de eficiencia en el proceso de preparación de pruebas y mejores condiciones de trabajo. Clasificación: ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: incremental

CASO	PROBLEMA	OBJETIVO	PROPUESTA DE SOLUCION	IMPLANTACION	¿EN QUE CONSISTIO LA INNOVACIÓN?
10	Prensa hidráulica La operación del equipo provoca accidentes.	Evitar accidentes en la operación del equipo	Diseñar dispositivos de accionamiento para la prensa hidráulica.	Cuatro meses	El diseño de dispositivo para accionamiento de prensa hidráulica a base de sensores para ambas manos. Resultados obtenidos: 50 % más de eficiencia en el proceso de prensado, mejores condiciones de operación del equipo, se eliminaron los accidentes y la tecnología desarrollada se extiende a diez equipos. Clasificación: ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: modular
11	Prensa hidráulica Demoras en el proceso de prensado de piezas.	Evitar que el equipo este fuera de servicio por las constantes fallas de operación	Automatización del equipo	Seis meses	Diseño de dispositivos de control y seguridad, modificación del tablero de control, substituyendo elementos mecánicos por electrónicos. Resultados obtenidos: 50 % más de eficiencia en el proceso de prensado, continuidad en los procesos al evitar tiempos muertos, mayor seguridad en la operación del equipo y la tecnología desarrollada se extiende a tres equipos. Clasificación: ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: modular
12	Máquina engargoladora Equipo fuera de servicio	Poner en funcionamiento el equipo	Reacondionamiento del transformador de potencia	Tres días	Rediseño de transformador, se le dio una función nueva que originalmente no tenía. Resultados obtenidos: efectividad en la operación de la máquina debido a la puesta en marcha del equipo evitando seis meses de pérdidas en producción. Clasificación: ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: modular

CASO	PROBLEMA	OBJETIVO	PROPUESTA DE SOLUCION	IMPLANTACION	¿EN QUE CONSISTIO LA INNOVACIÓN?
13	Máquina llenadora. Derrame de líquido limpiador	Eliminar derrame de líquido.	Diseño de dispositivo electromecánico para la operación de válvulas de llenado	Seis meses	Diseño de dispositivos a base de cremallera con micro interruptores y sensores de apertura y cierre de electro válvulas. Resultados obtenidos: 40 % más de eficiencia en el proceso de llenado, reducción de mano de obra en un 50 % y mejores condiciones de trabajo Clasificación: ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: modular
14	Máquina de llenado. Equipo sin sistema de alimentación de tapa	Diseñar un sistema de alimentación de tapa	Manufactura de tolva alimentadora, banda transportadora e instalación de sensores	Tres meses	Rediseño del sistema de alimentación y control de alimentación de tapa por medio de sensores. Resultados obtenidos: 40 % más de eficiencia en el proceso de llenado y reducción de mano de obra en un 50 %. Clasificación: ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: modular
15	Máquina de llenado. Deficiencias en el sistema de llenado	Eliminar demoras durante el proceso de llenado	Automatización del sistema de llenado.	Seis meses	Diseño de tanque elevado, sensores de presencia, instalación de válvulas de llenado y mecanismos de pistón neumático y control electrónico de llenado Resultados obtenidos: 150 % más de eficiencia en el proceso de llenado, reducción de mano de obra en un 50 % y áreas más limpias. Clasificación: ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: arquitectural

CASO	PROBLEMA	OBJETIVO	PROPUESTA DE SOLUCION	IMPLANTACION	¿EN QUE CONSISTIO LA INNOVACIÓN?
16	Máquina Romki Equipo sin sistema de alimentación de tapa	Diseñar un sistema de alimentación de tapa	Manufactura de tolva alimentadora, banda transportadora e instalación de tolva con vibrador	Cuatro meses	Rediseño de sistema de alimentación y control de alimentación de tapa. Resultados obtenidos: 150 % más de eficiencia en el proceso de llenado y reducción de mano de obra en un 50 %. Clasificación: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: arquitectural
17	Máquina llenadora Deficiencias en el sistema de llenado, derrame de líquido.	Eliminar demoras durante el proceso de llenado, evitando el derrame de líquido	Rediseño de dispositivo mecánico para la operación de válvulas de llenado	Tres semanas	Rediseño de cremallera para la apertura y cierre de válvulas de llenado. Resultados obtenidos: 150 % más de eficiencia en el proceso de llenado, reducción de mano de obra en un 50 % y áreas más limpias. Clasificación: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: arquitectural
18	Máquina Inyectora Atraso en el proceso de inversión de casquillo de lámpara incandescente	Eliminar demoras durante el proceso de inversión del casquillo.	Diseño de dispositivo para invertir casquillo	Una semana	Diseño de dispositivo para invertir casquillo, a base de una liga trasversal. Resultados obtenidos: 30 % más de eficiencia en el proceso de fabricación Clasificación: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: incremental

CASO	PROBLEMA	OBJETIVO	PROPUESTA DE SOLUCION	IMPLANTACION	¿EN QUE CONSISTIO LA INNOVACIÓN?
19	Máquina aluminizadora Equipo fuera de servicio (obsoleto; con más de 50 años de servicio)	Reacondicionar el equipo.	Automatizar sistema de operación.	Seis meses	Diseño y manufactura de piezas mecánicas y de mecanismos electrónicos para control y operación. Resultados obtenidos: 300 % más de eficiencia en la fabricación de lámparas. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: arquitectural
20	Horno de secado Sistema deficiente de alimentación de lámparas fluorescentes	Eficientar el sistema de alimentación de lámparas.	Diseño de mesa alimentadora de lámparas.	Tres meses	Diseño de mesa alimentadora de lámparas e instalación de vibrador. Resultados obtenidos: 50 % más de eficiencia en la fabricación de lámparas. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: arquitectural
21	Máquina Inyectora Atraso en el proceso de elevación de electrodos de lámpara incandescente	Eliminar demoras durante el proceso de elevación de electrodos de la lámpara	Diseño de dispositivo para elevación de filamento.	Una semana	Diseño de dispositivo para elevar los electrodos de la lámpara incandescente a base de una placa de celoron y alambre de acero trenzado. Resultados obtenidos: 30 % más de eficiencia en el proceso de fabricación Clasificación: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tecnología: media ➤ Tipo de innovación: incremental

CASO	PROBLEMA	OBJETIVO	PROPUESTA DE SOLUCION	IMPLANTACION	¿EN QUE CONSISTIO LA INNOVACIÓN?
22	Remachadora Atraso en el sistema de remachado	Eficientar el sistema de remachado	Automatización del sistema de remachado	Tres meses	Diseño en línea para el remachado en forma automatizada. Resultados obtenidos: 50 % más de eficiencia en el proceso de fabricación y 50 % ahorro en mano de obra. Clasificación: <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología: media • Tipo de innovación: incremental

FUENTE: Elaboración propia, teniendo como base la descripción de los casos citados en el capítulo número 4 del presente trabajo.

4.1.1. Empresa Metalúrgica

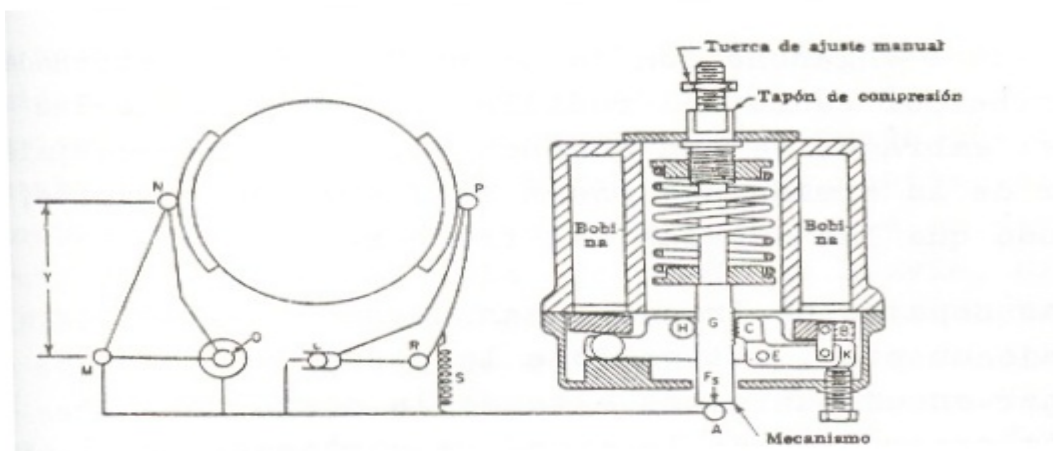
Descripción de la empresa y su giro: empresa metalúrgica, ubicada en el valle de México con más de 40 años en servicio, principales productos: Tratamiento de aceros especiales, alambre de tipo recocido, acero trenzado, de púas, galvanizado, grapas para cercas, varilla corrugada entre otros.

4.1.1.1. Sistema de frenado por Cluth Magnético (Caso 1)

Planteamiento del problema del área de mantenimiento: El caso que se describe a continuación forma parte del proceso del alambre de púas; se tienen dos alambres galvanizados los cuales se van trenzando y se coloca una grapa (púas), se va enrollando el alambre en un carrete hasta llegar el contador a 100 mts. En el paso siguiente se opera un freno por cluth magnético que detiene la operación de la máquina. Por el diseño original del equipo, el freno continúa magnetizado hasta que el operador se percata y desconecta el equipo. En la figura número 6 se muestra un cluth magnético.

Figura número 6.

Cluth magnético



FUENTE: NAVARRETE, P. E. (1999), *Mantenimiento Industrial* (tomo 1y2), México: Facultad de construcción de maquinarias departamento Mecánico Industrial. P.285.

Situación problemática: debido a que se queda magnetizado el equipo el cluth magnético se quema frecuentemente, ocasionando que la máquina quede fuera de servicio hasta tres ocasiones por año, cada reparación tarda en promedio dos meses..

Objetivo: Evitar que el equipo este fuera de servicio por las constantes fallas en el sistema de frenado.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso desarrolla tecnología propia mediante el diseño de un sistema automático de frenado.

Propuesta de solución: Automatización del sistema de frenado del cluth magnético, consistiendo en el diseño de un tablero con base en relevadores de tiempo los cuales están sincronizados con el sistema de freno por cluth magnético, al operar el freno magnético, transcurridos cinco segundos, el cluth magnético se desenergizará evitando el sobrecalentamiento del cluth.

Identificación de la innovación: Diseño del un tablero de control con relevadores de tiempo.

Resultados:

- Se obtuvo mayor eficiencia en las máquinas, del orden del 50 %, eliminando los tiempos muertos debido al atraso en la reparación del cluth magnético.
- Continuidad en la producción.
- En cinco años no se presentaron problemas debido a la quemadura del cluth magnético.
- Al rediseñar el equipo se hizo más flexible la operación del trabajador el cual tiene que atender cinco equipos a la vez.

- Mantenimiento desarrolla innovación y crea tecnología propia en el diseño del sistema de freno por clutch magnético en el equipo; el cual fue factible ponerla en práctica en otros equipos similares (5 equipos)

Clasificación: debido a la inversión realizada 2% del valor del activo y al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación modular.

4.1.1.2 Injerto en flecha de moto reductor (Caso 2)

Planteamiento del problema: El caso que se describe a continuación forma parte del proceso de alambre galvanizado; después de que el alambre se sumerge en tinas de zincado, el alambre se va enrollando en platos devanadores, los cuales están operados por moto reductores, estos están colocados de manera vertical, debido al esfuerzo realizado al estar devanando el alambre y al torque al cual esta sometida la flecha de transmisión, la flecha del moto reductor se rompe al ras de la carcasa del motor, la flecha del moto reductor sigue girando, pero no transmite su movimiento al plato devanador, para que este siga colectando el alambre galvanizado.

Situación problemática: debido al esfuerzo que sufre la flecha del moto reductor, esta se trunca al ras de la carcasa del motor, dejando de operar la transmisión, ocasionando que la máquina quede fuera de servicio por espacio de dos meses, tiempo que tarda el proveedor en manufacturar la flecha.

En la figura número 7 se muestra una flecha de un moto reductor.

Figura número 7

Flecha de moto reductor



FUENTE: NAVARRETE, P. E. (1999), *Mantenimiento Industrial* (tomo 1y2), México: Facultad de construcción de maquinarias departamento Mecánico Industrial. P.290.

Objetivo: Evitar que el equipo este fuera de servicio por las constantes fallas en el moto reductor.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, e innovación se considera factible reacondicionar en forma económica y rápida el moto reductor y solucionar el problema.

Propuesta de solución: Reacondicionamiento de máquina, consistiendo en la manufactura de un injerto en la flecha que aún queda en buenas condiciones.

Identificación de la innovación: Reutilizar parte de la flecha en óptimas condiciones.

Resultados:

- Se obtuvo mayor eficiencia en las máquinas, del orden del 50 %
- Continuidad en la producción
- Reparación en forma rápida, sencilla y económica, el equipo se restaura en un lapso de tres días, comparado con un mes, tiempo que tardaba el proveedor externo en entregar el moto reductor
- El costo por reparación representa un 1 % comparado con el costo de reparación por el proveedor
- La innovación fue factible ponerla en práctica con otros equipos similares (42 equipos)
- En un lapso de un tres años no se contemplaron problemas por transmisión de flecha
- El personal de mantenimiento desarrolla innovación al reutilizar parte de la flecha en óptimas condiciones.

Clasificación: inversión realizada menor del 1% del valor del activo y debido al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación modular.

4.1.2. Empresa Químico Farmacéutica.

Descripción de la empresa: empresa farmacéutica, ubicada en el valle de México con más de 40 años en servicio, principales productos: jabón antiséptico, acondicionamiento de medicamentos cardiovasculares, cáncer de mama, anestésicos y otros.

4.1.2.1. Sistema de llenado de jabón antiséptico (Caso 3)

Planteamiento del problema: El proceso de fabricación de jabón antiséptico se lleva a cabo en un reactor de acero inoxidable con capacidad de 1000 lts, posteriormente se trasvasa a un tanque elevado; el proceso de llenado de garrafas se realiza en forma rudimentaria. El operador toma la garrafa de plástico con capacidad un galón y la presenta en la boquilla de llenado, a continuación el operador abre una llave de paso y cuando el considera que ya llegó al nivel adecuado(la garrafa es de material de plástico translucido) cierra la válvula de paso, a continuación corrobora el peso del líquido en una báscula mecánica, debido al diseño obsoleto de la bascula la aguja tarda tiempo en estabilizarse, en caso de que le falte producto, nuevamente el operador vuelve a abrir la válvula, hasta que llegue al nivel correcto, esta operación la ha realizado el operador por mas de 15 años. Un segundo operador, limpia el líquido que se derrama por fuera de la garrafa y posteriormente coloca el tapón y lo sella; en un lote de 1000 garrafas tardan dos semanas.

Situación problemática:

- Demora en la entrega del producto al cliente, debido al proceso de llenado.
- Ineficiencia en el proceso de llenado

Objetivo: eliminar demoras durante el proceso de llenado de jabón antiséptico.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso desarrolla tecnología propia mediante el diseño de un sistema de automático de llenado.

Propuesta de solución: automatizar el sistema de llenado del líquido (jabón antiséptico) empleando dos líneas de llenado en lugar de una, acondicionando un tablero con dispositivos electrónicos y eléctricos, para el sistema de llenado consistente en, válvulas solenoides colocadas en las boquillas de las tuberías, y al inicio de la boquillas de llenado, sensores de presencia, los cuales al percibir la garrafa, mandarían una señal a la válvula solenoide y ésta abrirá por espacio de un tiempo regulable por relevadores de tiempo hasta alcanzar el nivel adecuado y una bascula electrónica para comprobar el peso, el muestreo se llevo a cabo sin tener desviación en un lote de 1000 garrafas.

Identificación de la innovación: Acondicionamiento de tablero con válvulas solenoides, sensores de presencia y relevadores de tiempo.

Resultados:

- Se incremento la eficiencia en un 50 % en el proceso de llenado, de dos semanas, se redujo el proceso a una semana.
- Mejores condiciones de trabajo áreas limpias
- Disminución en el número de operadores de dos personas a una.
- El personal de mantenimiento desarrolla innovación y crea tecnología propia del sistema de llenado de jabón antiséptico

Clasificación: debido a la inversión menor del 10% del valor del activo y al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación arquitectural.

4.1.2.2. Máquina blisteadora (Caso 4)

Planteamiento del problema: el proceso de blisteadado consiste en lo siguiente: se deposita la materia prima (tabletas) en una tolva elevada y caen por gravedad, posteriormente se deposita la tableta en un blister (película de plástico, y aluminio) y pasa al empacado.

Situación problemática: equipo fuera de servicio con más de 30 años de servicio.

Objetivo: poner en funcionamiento máquina blisteadora, procedente de Argentina, el cual ha estado en servicio veintiocho años, se desinstaló y quedó arrumbada tres años más.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso desarrolla innovación mediante el reacondicionamiento de un equipo obsoleto dando solución al problema de blisteadado.

Propuesta de mantenimiento: Reacondicionamiento de máquina blisteadora, haciendo uso de dispositivos de tecnología avanzada en control y fuerza del equipo. Se considero adquirir un convertidor de frecuencia en primera instancia, debido a la frecuencia con que trabajará la máquina en México (60hz.) dispositivos de seguridad como micro interruptores, detectores de metal y enceres menores, al igual que un mantenimiento correctivo menor.

Identificación de la innovación: Diseño de dispositivos de control y seguridad, modificación del tablero de control de 50 ciclos a 60 ciclos por segundo

Resultados:

- Rehabilitar un equipo obsoleto demás de 30 años de servicio
- Eficiencia del 100% en producción, al contar con un equipo más.

- Efectividad de la empresa, al fabricar más producto en menor tiempo de fabricación
- Mantenimiento con sus conocimientos, experiencia e innovación reacondiciona un equipo obsoleto

Clasificación: La inversión fue menor del 2% del valor de una máquina blisteadora nueva, debido al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación arquitectural.

4.1.2.3. Sistema de llenado de líquido anestésico (Caso 5)

Planteamiento del problema: el proceso es el siguiente, el líquido anestésico llega a planta en tambores de 200 lts. Posteriormente se trasvasa a un tanque elevado de acero inoxidable totalmente hermético, la operación que se realiza es en forma manual, ocupando para ello una bomba eléctrica, el operador mantiene operando la bomba hasta que el considera que ya se lleno el tanque elevado, cuya capacidad es de 100 lts., debido a este método de tanteo que se ha llevado a cabo por espacio de más de quince años, ha ocurrido en la planta tres derrames, poniendo en riesgo la integridad del operador y el proceso de llenado.

Situación problemática: Riesgo de derrame de líquido anestésico, poniendo en riesgo la seguridad del operador.

Objetivo: evitar el derrame del líquido anestésico para evitar riesgos de salud en el operario.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso desarrolla tecnología propia mediante el diseño de un sistema de automático de llenado de líquido anestésico.

Propuesta de solución: Automatización del sistema de llenado de líquido anestésico, consistiendo en la instalación de un dispositivo de llenado por resonancia magnética;

habilitando el tanque de acero inoxidable elevado con una mirrilla de control de llenado, el sistema a su vez se conectaría en forma automática con la bomba de llenado, para que ésta dejará de funcionar al llegar al nivel deseado.

Identificación de la innovación: Diseño de dispositivo de llenado por resonancia magnética, automatización de la bomba de llenado y cambio de tanque de almacenamiento con mirilla.

Resultados:

- Eficiencia en el sistema de llenado del líquido anestésico, de cuatro horas se redujo a 2 hrs.
- Mejores condiciones de seguridad en el trabajo.
- Reducción de tiempos de fabricación
- Mantenimiento con sus conocimientos, experiencia desarrolla innovación y crea tecnología propia en el sistema de llenado de líquido anestésico

Clasificación: debido a la inversión media realizada (2% del valor del activo) y al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación arquitectural.

4.1.2.4. Sistema de lavado de garrafas (Caso 6)

Planteamiento del problema: La garrafa de plástico contiene en su interior rebabas del mismo material, siendo necesaria su limpieza antes de proceder al llenado, la garrafa de plástico es utilizada para el envasado de jabón antiséptico descrito en el punto 4.1.2.1. ; El operador toma la garrafa e introduce en él una escobilla, con jabón, posteriormente lava la garrafa en su interior y exterior, usando para tal fin tarjas con llaves de agua las cuales están abiertas todo el tiempo con la consecuente pérdida de agua y demora en el proceso de lavado.

Situación problemática: debido al método utilizado, se desperdicia agua y tiempo del operador.

Objetivo: diseño eficiente de un sistema de lavado de garrafas.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso desarrolla innovación mediante el diseño de un dispositivo de lavado de garrafa.

Propuesta de solución: diseño e instalación de dispositivo de lavado de garrafa de plástico de un galón, haciendo uso de una regadera obsoleta de lavado de ojos por pedal, adaptando una esfera con perforaciones en su parte superior y aprovechando el mecanismo de pedal para el suministro de agua a presión, se podría tener un “equipo lavador de garrafas”, el operador presentaría la garrafa en la boquilla interior y por la parte externa se estaría lavando la garrafa simultáneamente.

Identificación de la innovación: Diseño de mecanismo para lavado, reutilizando un equipo fuera de servicio y que se empleaba para otro fin.

Resultados:

- Eficiencia en el proceso de lavado al ahorrar tiempo, se redujo al 50 %
- Ahorro en el agua utilizada para el lavado, se redujo al 50 %
- Mejores condiciones de trabajo, áreas limpias.
- El personal de mantenimiento con sus conocimientos, experiencia e innovación diseña un dispositivo para el lavado de garrafas utilizando una regadera de seguridad obsoleta

Clasificación: no se generó gasto alguno y debido al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación modular o por etapas

4.1.3. Empresa de envasado de jugos

Descripción de la empresa: empresa elaboradora y envasadora de jugos, ubicada en el valle de México con más de 40 años en servicio, principales productos: jugos de frutas

4.1.3.1. Máquina llenadora (Caso 7)

Planteamiento del problema: el proceso es el siguiente, la fruta llega a una lavadora y rebanadora, donde se separa el hueso de la pulpa, posteriormente se pasa a las ollas de cocimiento, se agregan los endulzantes y conservadores, posteriormente por medio de una tubería de inoxidable se alimenta a la máquina llenadora, este equipo cuenta con un juego de válvulas de llenado (20 piezas), cuando pasa el bote de lámina con presentación de 355 ml., se va llenando el bote y a la salida se coloca la tapa.

Situación problemática: derrame de jugo debido a que la máquina llenadora sigue operando las válvulas de llenado cuando no hay bote y se están haciendo ajustes en la máquina o existe atoramiento de bote.

Objetivo: diseño de un sistema efectivo de llenado, que evite el derrame de producto.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso desarrolla innovación mediante el diseño de un dispositivo de apertura y cierre de válvulas de llenado.

Propuesta de solución: diseño e instalación de dispositivo de apertura y cierre de válvulas de llenado, por medio de sensores magnéticos de metal.

Identificación de la innovación: El diseño de un sistema a base de detectores magnéticos de metal instalados en la línea de producción, que controlen el sistema de llenado.

Resultados:

- Mayor eficiencia en el proceso de llenado de jugo, del orden de un 50 %, debido al ahorro de la materia prima.
- Mejores condiciones de trabajo, áreas limpias
- Mantenimiento realiza innovación en el diseño de dispositivo de apertura y cierre de válvulas de llenado.

Clasificación: La inversión fue menor del 1% del costo de la máquina llenadora y debido al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación modular o por etapas.

4.1.4. Empresa Metalmecánica.

Descripción de la empresa: empresa metalmecánica ubicada en el Distrito Federal con más de 40 años en servicio, principales productos: fabricación de tanques para la industria cervecera, reactores químicos vidriados, plantas de tratamiento de agua e intercambiadores de calor, partes automotrices y manufactura de válvulas de compuerta entre otros

4.1.4.1. Reactor Químico (Caso 8)

Planteamiento del problema: el proceso es el siguiente, el reactor químico es similar a una licuadora consiste de un envoltente de acero al carbón y su interior es de

acero vidriado, cuenta con una chaqueta exterior para enfriar o calentar el proceso y un alabe para homogenizar el producto cuando está trabajando. Cuando se forza el motor de la transmisión por la mezcla del producto, el motor puede sufrir daños, que podrían ocasionar que el proceso se interrumpiera por completo, ocasionando que se cristalice el producto, perdiéndose el lote y poniendo en riesgo la integridad del equipo al quedarse apelmazado.

Situación problemática: en caso de atoramiento de la flecha del motor debido al forzamiento de la mezcla del producto, el motor estaría sin protección dañando el equipo y perdiéndose el lote de fabricación.

Objetivo: diseñar un sistema de protección al motor para garantizar el óptimo funcionamiento del equipo.

Propuesta de solución: diseño e instalación de dispositivo de protección de sobrecalentamiento del motor, basado en un termostato instalado en serie con la bobina magnética del arrancador del motor.

Motivos por los que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso desarrolla innovación mediante el diseño de un dispositivo de protección de sobrecalentamiento del motor.

Identificación de la innovación: Diseño de dispositivo de control de protección de sobrecalentamiento del motor a base de un termostato en serie con la bobina magnética en el arranque del equipo.

Resultados:

- Eficiencia en un 100% en el proceso de mezclado, evitando interrupciones en el proceso de mezclado.
- Mejores condiciones de operación del equipo
- Mantenimiento realiza innovación en el diseño de dispositivo de protección de sobrecalentamiento del motor.

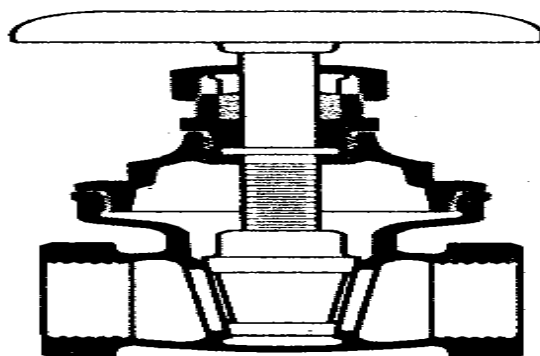
Clasificación: La inversión fue menor del 1% del costo del reactor químico y debido al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación modular o por etapas.

4.1.4.2. Pruebas en válvulas de compuerta (Caso 9)

Planteamiento del problema: descripción del proceso de pruebas de hermeticidad de válvulas de compuerta, las partes de las válvulas de compuerta de “8 a 20” llegan de forja, se arman y posteriormente se realizan pruebas hidrostáticas, para comprobar la hermeticidad de la válvula, la prueba consiste en alimentar agua a presión por un orificio de inspección, el personal continuamente observa el llenado de cámara o espera a que se derrame el agua para comprobar que esta lleno el deposito y salga el aire de las compuertas, posteriormente se procede a colocar el tapón y el manómetro; dejando reposar la válvula por espacio de ocho horas, la presión se deberá mantener, en caso contrario indicará que existe fuga por alguna compuerta y se procederá a su reparación. En la figura número 8 se muestra una válvula de compuerta.

Figura número 8.

Válvula de compuerta



FUENTE: INTERNET, *válvulas de compuerta*. 2005

Situación problemática: el personal de control de producción pierde tiempo en las pruebas de válvulas de compuerta debido a que desconoce si la cámara esta completamente llena de agua, tiene que desconectar la alimentación de agua y observar continuamente el llenado en su totalidad de la cámara, posteriormente colocar el manómetro.

Objetivo: diseño de dispositivo eficiente para pruebas hidrostáticas de válvulas de compuerta.

Motivos por los que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso desarrolla innovación mediante el diseño de un dispositivo de pruebas hidrostáticas para válvulas de compuerta.

Propuesta de solución: diseño e instalación de dispositivo para pruebas de válvulas de compuerta. Consistiendo en conectar un manómetro en serie con la alimentación del agua, al momento de llegar a la presión requerida, el manómetro indicaría el llenado de la cámara y se procedería a realizar la prueba hidrostática sin perder tiempo.

Identificación de la innovación: Diseño de dispositivo de pruebas consistente en colocación de manómetro en serie con la línea de llenado de agua.

Resultados:

- Mayor eficiencia del orden de un 50 % en el proceso de pruebas de hermeticidad de válvulas de compuerta, ahorrando en el tiempo de preparación de dos horas paso a una hora.
- Mejores condiciones de trabajo, al mantener el área de trabajo más limpias sin derrame de líquido
- Mantenimiento realiza innovación en el diseño de dispositivo de pruebas hidrostáticas para válvulas de compuerta

Clasificación: La inversión fue nula y debido al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación incremental.

4.1.4.3. Sensor para accionamiento de Troqueladora (Caso 10)

Planteamiento del problema: descripción del proceso de prensado de partes automotrices, la prensa hidráulica ejerce una presión hidráulica de más de 3000kg/cm², su medio de accionamiento es por pedal. El operador inserta la lámina que va a procesar, acciona el sistema hidráulico, bajan los pistones, troquea la pieza y suben a su posición normal los pistones, el operario retira la pieza y vuelve a repetir el proceso. En la figura número 9 se muestra el equipo de accionamiento con pedal, antes de su innovación.

Figura número 9

Máquina Troqueladora



Situación problemática: Debido al esfuerzo físico y a la monotonía del trabajo a que esta sujeto el operador, repite la acción del sistema hidráulico por medio del pedal, sin antes retirar las manos ocasionando mutilaciones en sus miembros.

Objetivo: diseñar dispositivos de accionamiento de prensa hidráulica resguardando la seguridad del operario

Motivos por los que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso desarrolla tecnología propia al innovar un dispositivo de operación para prensa hidráulica, salvaguardando la seguridad del operador.

Propuesta de solución: diseño e instalación de dispositivos de operación para prensa hidráulica, consistiendo en la instalación de sensores de ambas manos para el accionamiento del sistema hidráulico de la prensa. En la figura número 10 se muestra el equipo de accionamiento con sensores, donde es necesario que el operador ocupe ambas manos una en cada sensor.

Figura número 10.

Máquina Troqueladora operada con sensores



Identificación de la innovación: Diseño de dispositivo para accionamiento de prensa hidráulica a base de sensores para ambas manos.

Resultados:

- Se obtuvo mayor eficiencia en las máquinas, del orden del 50 %
- Se eliminaron los accidentes en su totalidad.
- Mantenimiento realiza innovación y crea tecnología propia en el diseño de dispositivo de operación en prensa hidráulica
- La tecnología desarrollada se extendió a 10 equipos más

Clasificación: debido a la inversión realizada prácticamente 1% del valor del activo y al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación modular.

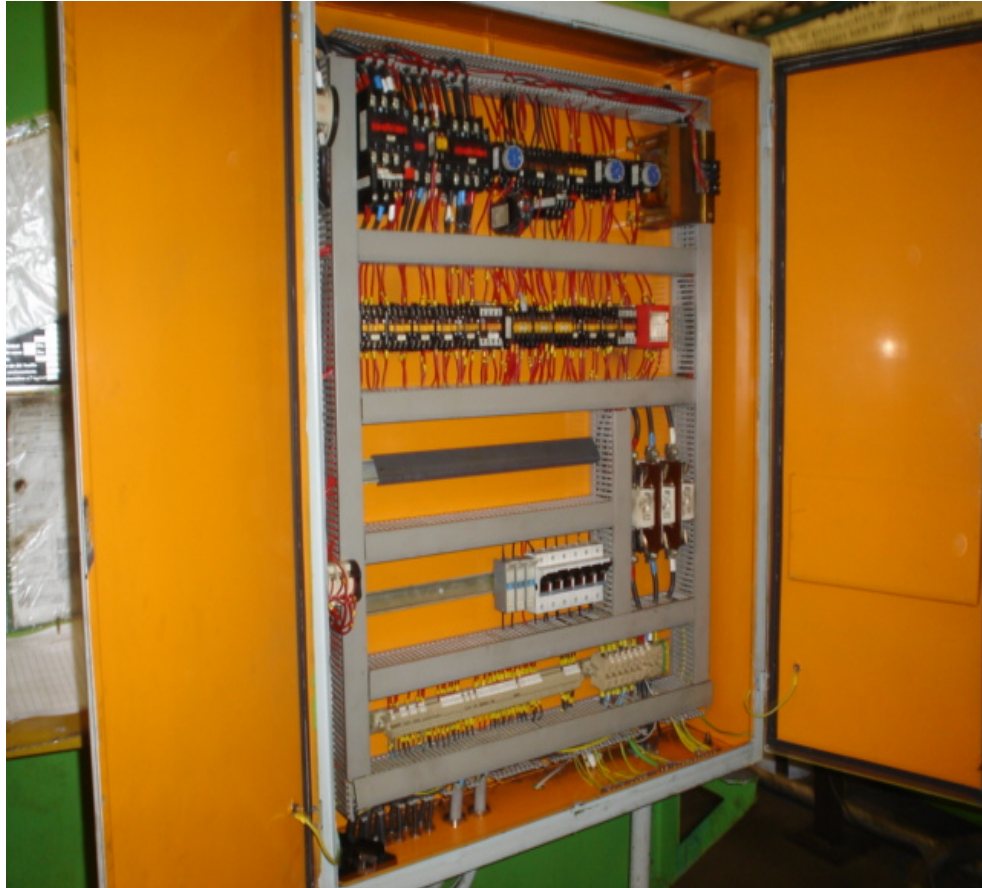
4.1.4.4. Sistema de control de máquina Troqueladora (Caso 11)

Planteamiento del problema: descripción del proceso de prensado de partes automotrices, la prensa hidráulica ejerce una presión hidráulica de más de 3000kg/cm², su medio de accionamiento es por pedal. El operador inserta la lámina que va a procesar, acciona el sistema hidráulico, bajan los pistones, troquela la pieza y suben a su posición normal los pistones, el operario retira la pieza y vuelve a repetir el proceso. La operación del sistema hidráulico es ineficiente debido a los componentes del tablero control.

Situación problemática: El equipo constantemente esta en reparación debido a las anomalías de operación en el tablero de control de la troqueladora. En la figura número 11 se muestra el tablero de un equipo antes de modificarlo.

Figura número 11

Tablero de Máquina Troqueladora antes de modificarlo



Objetivo: Evitar que el equipo este fuera de servicio por las constantes fallas de operación.

Motivos por los que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso desarrolla tecnología propia al innovar un sistema de operación automático para prensa hidráulica.

Propuesta de solución: automatización de equipo sustituyendo elementos del tablero de control para que el equipo sea más eficiente. En la figura número 12 se muestra el tablero de un equipo después de modificarlo.

Figura número 12.

Tablero de Máquina Troqueladora después de modificarlo



Identificación de la innovación: Diseño de dispositivos de control y seguridad, modificación del tablero de control, substituyendo elementos mecánicos por electrónicos.

Resultados:

- Se obtuvo mayor eficiencia en las máquinas, del orden del 50 %
- Continuidad en los procesos de prensado al evitar tiempos muertos de máquina.
- Mayor seguridad del operario en su trabajo.
- Mantenimiento realiza innovación y crea tecnología propia en el diseño del sistema automático de operación de la prensa hidráulica
- La tecnología desarrollada se extendió a 3 equipos más

Clasificación: debido a la inversión realizada 5% del valor del activo y al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación modular.

4.1.5. Empresa de producción de cerveza

Descripción de la empresa: empresa dedicada a la elaboración y envasado de cerveza en lata y botella de vidrio ubicada en el Distrito Federal con más de 50 años en servicio.

4.1.5.1. Máquina engargoladora (Caso 12)

Planteamiento del problema: después de la elaboración de la cerveza, ésta se transporta a los cuartos fríos, posteriormente por medio de tuberías de acero inoxidable se traslada a la máquina llenadora, la cual llena de cerveza la lata de aluminio, paso siguiente es colocada la tapa de aluminio, el equipo que se encarga de esta operación es la máquina engargoladora.

Situación problemática: no es posible poner en funcionamiento la máquina engargoladora recientemente adquirida, debido a una falla del diseño del equipo. El equipo

llegó procedente de los Ángeles California con una falla en el diseño del dispositivo de alimentación eléctrica, originalmente se solicitó al proveedor un transformador de alimentación trifásica de 440 volts primario /220 volts secundario, alimentación necesaria para el funcionamiento del equipo; el transformador llegó de 220 volts primario / 440 volts secundario.

Objetivo: poner en funcionamiento el equipo, evitando su devolución, puesto que se tardarían seis meses en restituirla con el transformador adecuado, con la consecuente pérdida de producción.

Motivos por los que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos, innovación, experiencia del proceso y del equipo, reacondiciona el transformador para el óptimo funcionamiento del equipo.

Objetivo: Evitar que el equipo sea devuelto a su lugar de origen y ponerlo en funcionamiento a la brevedad.

Propuesta de solución: reacondicionamiento de transformador de potencia para alimentación de máquina engargoladora. Mantenimiento hizo una evaluación y recomendó el uso del transformador, cambiando las alimentaciones de voltaje: se utilizaría el devanado secundario como primario y viceversa.

Identificación de la innovación: Rediseño de transformador, se le dio una función nueva que originalmente no tenía.

Resultados:

- Efectividad en la operación de la máquina engargoladora, fue factible ponerla en funcionamiento en un término de tres días, evitando seis meses de pérdida de producción.
- Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos, innovación, experiencia del proceso y del equipo logró reacondicionar el transformador de potencia de la máquina engargoladora.

Clasificación: En este caso, no hubo inversión, únicamente fue la experiencia y el conocimiento del personal de mantenimiento, que logró darle otro uso al sistema de alimentación del transformador, por los resultados obtenidos, este caso se clasificaría como: tecnología media e innovación modular o por etapas.

4.1.6. Empresa de artículos de higiene y limpieza.

Descripción de la empresa: dedicada a la elaboración y envasado de artículos de limpieza e higiene personal tales como aromatizantes líquidos, jabón líquido, líquido limpiador entre otros, ubicada en el valle de México con más de 40 años en servicio.

4.1.6.1. Máquina llenadora de líquido limpiador (Caso 13)

Planteamiento del problema: descripción del proceso, el líquido limpiador es depositado en la máquina y ésta se encarga del llenado de las botellas de plástico, en ausencia de la botella de plástico se continúa tirando el líquido. En la figura número 13 se muestra el equipo.

Figura número 13.

Máquina llenadora de líquido limpiador



Situación problemática: La máquina tiene un juego de cremalleras (20 piezas), para depositar botellas de plástico con presentación de un litro, si llegase a faltar el envase o cuando se realizan los ajustes para otra presentación (½ lt.), el equipo sigue funcionando “derramando el líquido limpiador” por las veinte boquillas.

Objetivo: diseñar un sistema de llenado eficiente, para evitar derrame de producto

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso realiza la innovación consistente en el desarrollo de un dispositivo de apertura y cierre de válvulas de llenado.

Propuesta de solución: diseño e instalación de dispositivo de apertura y cierre de válvulas de llenado, colocando microinterruptores; en conjunto con una cremallera en la parte superior de las válvulas de llenado; al momento de que se agotarán las botellas o al realizar el cambio de presentación y ajustes en el equipo, el operador únicamente procede a desplazar la cremallera de la parte superior (en pocos segundos), y evitaría el derrame de líquido en las veinte boquillas.

Identificación de la innovación: Diseño de dispositivos a base de cremallera con micro interruptores y sensores de apertura y cierre de electro válvulas.

Resultados:

- Eficiencia en el proceso de llenado de líquido limpiador, se incrementó en un 40 %, y se redujo la mano de obra de un 50 %, de 10 operadores pasaron a ser 5.
- Mejores condiciones de trabajo, áreas limpias
- Mantenimiento realiza la innovación en el diseño de dispositivo de apertura y cierre de válvulas de llenado.

Clasificación: La inversión fue menor del 1% del costo de la máquina llenadora, debido al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación arquitectural

4.1.6.2. Alimentador de tapa presentación en aerosol (Caso 14)

Planteamiento del problema: descripción del proceso, se coloca el bote de lámina para el llenado del aromatizante en aerosol en la banda transportadora, posteriormente se instala la tapa del bote y paso siguiente la válvula de llenado, se carga a presión el aromatizante, y se comprueba que no existan fugas sumergiendo el bote en una tina con agua. En la figura número 14 se muestra el equipo.

Figura número 14.

Máquina llenadora de aerosol



Situación problemática: La máquina, llegó a la planta sin alimentador de tapa, (equipo con quince años de servicio), los operadores van colocando la tapa en forma individual.

Objetivo: diseñar un sistema de alimentación de tapa eficiente para el bote de lámina de líquido aromatizante en aerosol.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso realiza la innovación consistente en desarrollar un dispositivo de alimentación de tapa.

Propuesta de solución: diseño e instalación de dispositivo de alimentación de tapa consistente en la manufactura de tolva alimentadora, banda con escantillones para elevar la tapa, diseño de banda transportadora vertical para alimentación a la máquina por gravedad, colocación de sensor de presencia en caso de falta de tapa ó atoramiento, el equipo procede a su paro.

Identificación de la innovación: Rediseño del sistema de alimentación y control de alimentación de tapa por medio de sensores.

Resultados:

- Eficiencia en el proceso de llenado de líquido aromatizante, se incrementó en un 40 %, y se redujo la mano de obra de un 50 %, de 4 operadores pasaron a ser 2
- Mantenimiento realiza la innovación en el diseño de dispositivos de alimentador de tapa.

Clasificación: La inversión fue menor del 2% del valor del activo y debido al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación modular o por etapas.

4.1.6.3. Línea de llenado de brasso múltiple (Caso 15)

Planteamiento del problema: descripción del proceso: el líquido limpiador es depositado en un tanque elevado, posteriormente se acomodan las botellas de plástico el operario pisa un pedal con el que bajan las válvulas de llenado. La operación de llenado se realiza en forma manual. En la figura número 15 se muestra el equipo aún sin automatizar.

Figura número 15.

Máquina llenadora manual de Brasso



Situación problemática: la operación de llenado es ineficiente debido a la operación manual de llenado demanda más mano de obra y tiempo.

Objetivo: Eliminar demoras durante el proceso de llenado.

Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso realiza innovación y crea tecnología propia en el diseño del sistema automático de llenado de líquido limpiador.

Propuesta de solución: automatización de sistema de llenado de líquido limpiador consistente en la manufactura de un tanque elevado de llenado y una torre de control automatizada para el llenado de las botellas de plástico, modificando las boquillas, cambiando el sistema de pedal de llenado a un sistema operado con válvulas de llenado automático, utilizando sensores de presencia y pistones neumáticos, En la figura número 16 se muestra un sistema automatizado de llenado.

Figura número 16.

Máquina llenadora automatizada de Brasso



Identificación de la innovación: Diseño de tanque elevado, sensores de presencia, instalación de válvulas de llenado y mecanismos de pistón neumático y control electrónico de llenado.

Resultados:

- Eficiencia en el proceso de llenado de líquido limpiador, se incrementó en un 150 %, y se redujo la mano de obra de un 50 %, de 20 operadores pasaron a ser 10.
- Mantenimiento realiza innovación y crea tecnología propia en el diseño del sistema automático de llenado de líquido limpiador.
- La tecnología desarrollada se extendió a tres equipos más

Clasificación: La inversión fue menor del 5% del valor del activo y debido al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación arquitectural o reconfiguración de un sistema establecido.

4.1.6.4. Alimentador y transportador de tapa máquina Romki (Caso 16)

Planteamiento del problema: descripción del proceso, se coloca a granel la tapa de plástico para el llenado de la botella de líquido aromatizante, la tapa se eleva por medio de un transportador de escantillones, posteriormente se va separando la tapa en forma individual hasta que se ensambla con la botella, en la figura número 17 se muestra el equipo.

Figura número 17.
Máquina llenadora Romki



Situación problemática: La máquina, arribó a la planta sin alimentador de tapa y transportador (equipo con 20 años de servicio), la alimentación de tapa se hace en forma manual.

Objetivo: diseño eficiente de un sistema alimentador de tapa

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso realiza la innovación y diseña dispositivo para alimentación de tapa.

Propuesta de solución: diseño e instalación de dispositivo de alimentación y transportador de tapa, manufactura de tolva alimentadora y banda con escantillones para elevar la tapa, diseño de tolva con vibrador, para el deslizamiento de tapa a la banda transportadora de forma horizontal hacia la alimentación de la máquina.

Identificación de la innovación: Rediseño de sistema de alimentación y control de alimentación de tapa.

Resultados:

- Eficiencia en el proceso de llenado de líquido aromatizante, se incrementó en un 150 %, y se redujo la mano de obra de un 50 %, de 4 operadores pasaron a ser 2.
- Mantenimiento realiza la innovación en el diseño de dispositivos de alimentador de tapa.
- Es factible aplicar la innovación a otros equipos (tres)

Clasificación: inversión menor del 5% del valor del activo y debido al beneficio de la tecnología que se obtuvo, se ubicaría en tecnología media e innovación arquitectural.

4.1.6.5. Boquilla de llenado de líquido aromatizante (Caso 17)

Planteamiento del problema: descripción del proceso, el líquido aromatizante es depositado en la máquina y esta se encarga del llenado en las botellas de vidrio, debido al cambio de presentación del envase la boquilla de llenado no llega al ras del envase, ocasionando que el producto se derrame, en la figura número 18 se muestra el equipo.

Figura número 18.

Máquina llenadora de líquido aromatizante



Situación problemática: Las cremalleras de llenado, no alcanzan a llegar a la botella por el cambio de presentación del líquido aromatizante, derramando el líquido aromatizante teniendo problemas de limpieza y desperdicio de producto.

Objetivo: mejorar el sistema de llenado de líquido aromatizante, para evitar derrame de líquido.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso realiza la innovación y diseña dispositivo para el sistema de llenado de líquido aromatizante.

Propuesta de solución: diseño e instalación de correderas para facilitar el llenado de las boquillas, sin pérdida de líquido aromatizante.

Identificación de la innovación: Rediseño de cremallera para la apertura y cierre de válvulas de llenado.

Resultados:

- Eficiencia en el proceso de llenado de líquido aromatizante, se incrementó en un 150 %, y se redujo la mano de obra de un 50 %, de 4 operadores pasaron a ser 2.
- Mejores condiciones de trabajo, áreas limpias.
- Mantenimiento realiza la innovación en el diseño de dispositivos de llenado de líquido aromatizante.

Clasificación: La inversión fue menor del 1% del costo de la máquina llenadora, debido al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación, se ubicaría en tecnología media e innovación modular o por etapas.

4.1.7. Empresa de artículos eléctricos.

Descripción de la empresa: compañía dedicada a la fabricación de lámparas fluorescentes, incandescentes, aditivos metálicos y spot entre otros otros, ubicada en el valle de México con más de 50 años en servicio.

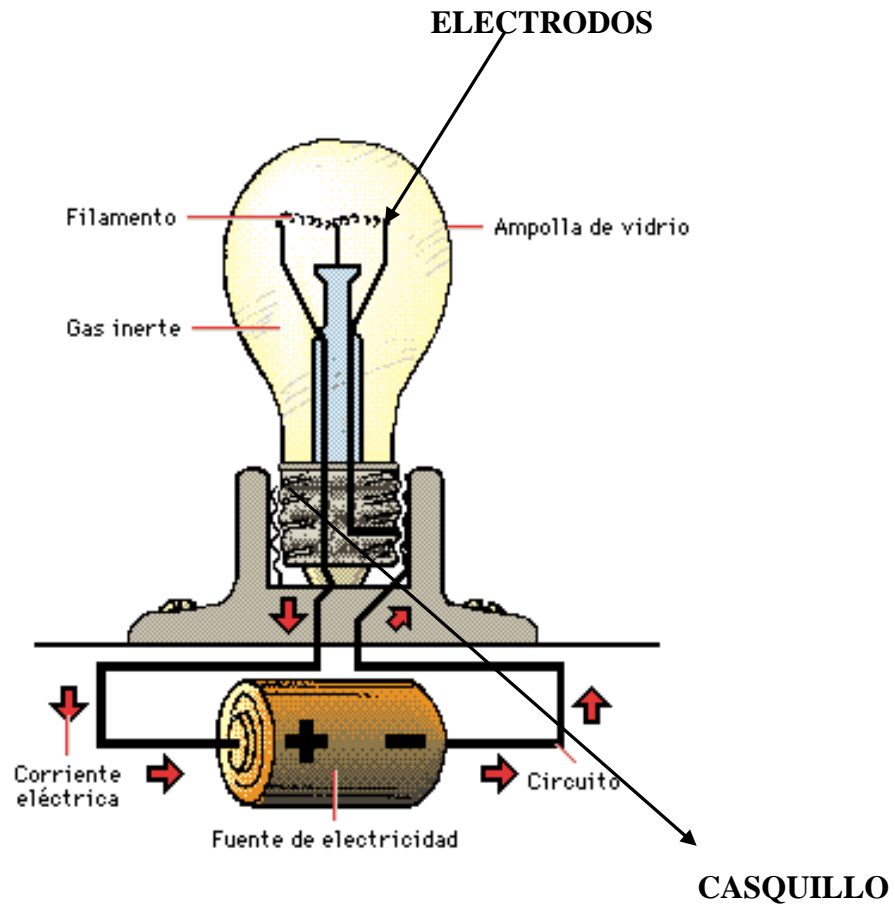
4.1.7.1. Casquillo de lámpara incandescente (Caso 18)

Planteamiento del problema: Al aplicar soldadura interna en el casquillo de la lámpara incandescente, existe la necesidad de voltear el mismo para el siguiente proceso.

Situación problemática: atraso en el proceso de fabricación de lámpara incandescente al no invertir adecuadamente el casquillo, en la figura número 19 se muestra una lámpara incandescente.

Figura número 19.

Lámpara incandescente



Objetivo: Eliminar demoras durante el proceso de inversión del casquillo.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso realiza la innovación y diseña dispositivo para invertir el casquillo de la lámpara.

Propuesta de solución: diseño e instalación de dispositivo para inversión de casquillo, consistente en colocación de un tensor transversal (liga) en la banda transportadora de la salida de la máquina, con suficiente tensión para invertir el casquillo.

Identificación de la innovación: Diseño de dispositivo para invertir casquillo, a base de una liga transversal.

Resultados:

- Eficiencia en el proceso de fabricación de lámparas incandescentes se incremento en un 30 %.
- Mantenimiento realiza la innovación en el diseño de dispositivos de inversión de casquillo de lámpara incandescente.

Clasificación: La inversión fue nula, debido al beneficio de la tecnología que se desarrolló con esta innovación; se ubicaría en tecnología media e innovación incremental.

4.1.7.2. Rehabilitación de máquina aluminizadora (Caso 19)

Planteamiento del problema: debido a la demanda del producto (spots), se hace necesario contar con equipo adicional; descripción del proceso, se coloca en las cremalleras los reflectores (spots) la máquina aluminizadora, se encarga de fundir en su interior las laminillas de aluminio, con alto voltaje.

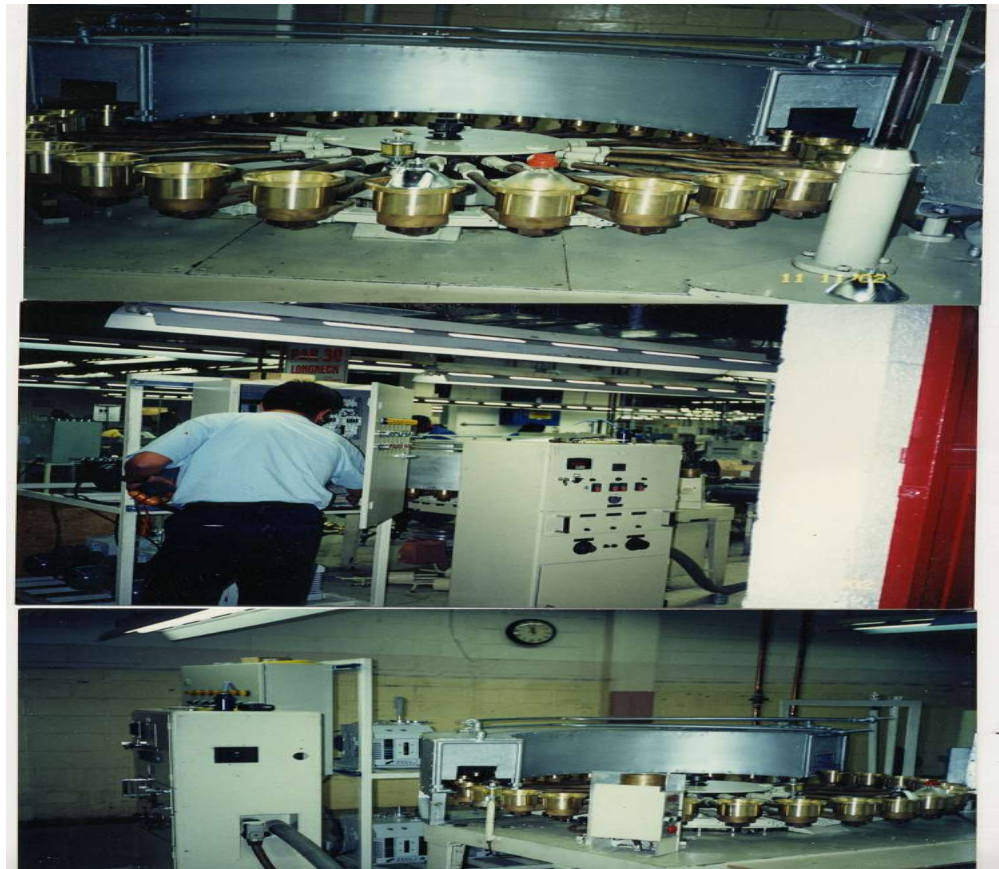
Situación problemática: Equipo fuera de servicio, no se tienen el capital necesario para la adquisición de otro equipo (aluminizadora), lo que trae como consecuencia pérdidas en la producción.

Objetivo: reacondicionar máquina aluminizadora con más de 50 años de servicio, el equipo ha estado en la chatarra, por necesidades de una planta filial, se considero su rehabilitación.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso realiza la innovación consistente en el reacondicionamiento de la máquina aluminizadora, en la figura número 20 se muestra el equipo.

Figura número 20.

Máquina Aluminizadora



Propuesta de solución: Automatizar el sistema de operación mediante el reacondicionamiento de la máquina aluminizadora consistente en el diseño y la manufactura de piezas mecánicas, para su adecuación y mecanismos electrónicos, al igual que un mantenimiento correctivo mayor.

Identificación de la innovación: Diseño y manufactura de piezas mecánicas y de mecanismos electrónicos para control y operación.

Resultados:

- Eficiencia en el proceso de fabricación de reflectores (spot) en un 300%, de 500 lámparas por minuto, finalmente se obtuvo 1,500 reflectores por minuto.
- Mantenimiento realiza la innovación en el reacondicionamiento de máquina aluminizadora.

Clasificación: En este caso, la inversión fue menos del menor del 10 % del valor de una máquina similar, este caso se clasificaría como, tecnología media e innovación arquitectural.

4.1.7.3. Dispositivo alimentador de lámparas fluorescentes t-12 (Caso 20)

Planteamiento del problema: En la fabricación de la lámpara tipo t-12 es necesario depositarlas en un riel transportador para introducirlas al horno de secado, después de aplicar en el interior del tubo de vidrio el polvo fluorescente, la operación se realiza en forma manual lámpara por lámpara.

Situación problemática: atraso en el proceso de alimentación al horno de secado debido a la operación en forma manual.

Objetivo: diseño eficiente del mecanismo de carga al horno de secado de lámparas fluorescentes t-12

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso realiza la innovación consistente en el diseño e instalación de dispositivo alimentador de lámparas fluorescentes.

Propuesta de solución: diseño y manufactura de un alimentador de lámparas fluorescente t-12, consistente en una mesa para acumular y alimentar lámparas y colocación de un vibrador.

Identificación de la innovación: Diseño de mesa alimentadora de lámparas e instalación de vibrador.

Resultados:

- Eficiencia en el proceso de secado de lámparas fluorescentes en 50 %, de ocho horas, se redujo a 4 hrs.
- Mantenimiento realiza la innovación consistente en el diseño e instalación de dispositivo alimentador de lámparas fluorescentes.

Clasificación: La inversión fue menor del menos del 1 % del valor del activo, este caso se clasificaría como, tecnología media e innovación modular o por etapas.

4.1.7.3. Filamento de lámpara incandescente (Caso 21)

Planteamiento del problema: En la fabricación de la lámpara incandescente, al colocar el filamento de tungsteno, es necesario, elevar los electrodos de la lámpara para el siguiente proceso (figura 19)

Situación problemática: Existe la necesidad de colocar un dispositivo elevador de filamentos de lámpara incandescente para la continuación del siguiente proceso, para evitar atraso en la producción.

Objetivo: eliminar demoras durante el proceso de elevación de electrodos de la lámpara.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso realiza la innovación consistente en el diseño e instalación de dispositivo elevador de electrodos de lámpara incandescente.

Propuesta de solución: diseño y construcción de un elevador transversal realizado, a base de dos placas de celoron y un tramo de 5 cm de alambre acerado trenzado en la banda transportadora de salida de la máquina.

Identificación de la innovación: Diseño de dispositivo para elevar los electrodos de la lámpara incandescente a base de una placa de celoron y alambre de acero trenzado.

Resultados:

- Eficiencia en el proceso de fabricación de lámparas incandescentes, se incremento en un 30 %.
- Mantenimiento realiza la innovación consistente en el diseño e instalación de dispositivo elevador de electrodos de lámpara incandescente.

Clasificación: En este caso, la inversión fue nula. Este caso se clasificaría como, tecnología media e innovación incremental.

4.1.7.4. Remachadora de lámpara fluorescente t-5 (Caso 22)

Planteamiento del problema: En la fabricación de la lámpara fluorescente t-5, se hace necesario el remachado de electrodos por ambos extremos del tubo de vidrio, este tipo de lámpara se utiliza como luz de emergencia y equipos de fotocopiado, requiere para su funcionamiento un par de terminales para energizar la lámpara una en cada extremo.

Situación problemática: se requiere una línea paralela en el proceso de remachado de terminales de lámpara fluorescente t-5, ocasionando atraso en la línea de producción.

Objetivo: diseño de un sistema eficiente de remachado.

Motivo por el que se eligió el caso: Mantenimiento mediante su creatividad, conocimientos y experiencia del proceso realiza la innovación y desarrollo de tecnología propia al diseñar un sistema automatizado de remachado.

Propuesta de mantenimiento: automatización de sistema de remachado automático, en línea de lámparas fluorescentes tubo t-5.

Identificación de la innovación: Diseño en línea para el remachado en forma automatizada.

Resultados:

- Eficiencia en el proceso de fabricación de lámparas fluorescentes, se incremento en un 50 % y se elimino mano de obra de un 50 %, de cuatro operadores, pasaron a 2.
- Eliminación de una línea de remachado.
- Mantenimiento realiza la innovación y desarrollo de tecnología propia al diseñar un sistema automatizado de remachado.

Clasificación: En este caso, la inversión fue menor del 1 % del valor del activo, logrando cambios en el proceso de fabricación, eliminando una línea manual y reduciendo el número de operadores. Este caso se clasificaría como, tecnología media e innovación incremental.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE INNOVACIÓN.

Mostrar evidencias en las que se prueba que en todos ellos se obtuvo generación de innovación tecnológica, se mejoró la efectividad en las empresas; adicionalmente, las innovaciones tecnológicas son factibles de aplicarla a otros equipos; la efectividad consistió en la disminución de costos debido al mejor tiempo en los procesos productivos, reducción de la mano de obra y de materia prima con lo que la empresa aumento su competitividad.

5.1. Clasificación de casos empíricos, tecnología versus innovación.

Con los casos empíricos expuestos en el punto 4.1 se diseño una clasificación que se muestra en la tabla número 4, empleando la categorización de innovación que establece Henderson. R. Clark (1990) que refiere a innovación incremental, debida a cambios menores y tipo modular; por etapas e innovación arquitectural, que consiste en la reconfiguración de un sistema establecido; y la clasificación de tecnología que establece Osborn R. N (1980) que consiste en tecnología media donde se requiere poca inversión del rango de 1 al 10 % del valor del activo; alta cuando la inversión es considerable del orden del 11 al 20 % del valor del activo y, por último, tecnología intensiva en donde se requiere gran inversión, del orden del 20 % o más del valor del activo.

De los veinte dos casos descritos se encontró lo siguiente: en seis casos se automatizo el equipo, cuatro más sé reacondiciono la maquinaria, en los doce casos restantes sé diseñaron dispositivos a la maquinaria y equipo.

Cabe señalar que de los casos descritos no rebasaron el 10 % del valor del activo, lo que indica que se puede llevar a cabo innovación y generar tecnología propia con poca inversión.

La información obtenida se hizo basándose en, la intervención directa en el desarrollo de innovaciones y generación de tecnología y por otra parte con entrevistas al personal involucrado en la innovación y generación de tecnología de las empresas.

Tabla número 4

Clasificación de casos empíricos, tecnología versus innovación

TECNOLOGÍA / INNOVACIÓN	MEDIA POCA INVERSIÓN DEL 1- 10 % DEL VALOR DEL ACTIVO	ALTA INVERSIÓN CONSIDERABLE DEL 11-20% DEL VALOR DEL ACTIVO	INTENSIVA GRAN INVERSIÓN DEL 21-50% O MAS DEL VALOR DEL ACTIVO
INCREMENTAL (CAMBIOS MENORES)	CASOS: 9,18,21 y 22 (4)	NO APLICA	NO APLICA
MODULAR (POR ETAPAS)	CASOS: 1,2,6,7,8,10,11,12,14,17 Y 20 (11)	NO APLICA	NO APLICA
RADICAL (ASALTO)	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
ARQUITECTURAL (RECONFIGURACION DE UN SISTEMA ESTABLECIDO)	CASOS: 3,4,5,13,15,16 Y 19 (7)	NO APLICA	NO APLICA

FUENTE: Elaboración propia, con base a la clasificación de la tecnología de OSBORN R. N. (1980). *Organization theory an integrated approach* . New York: Johnwiley & sons, y a la clasificación de innovación por HENDERSON.R.,CLARK.K.(1990), *Architectural Innovation, The reconfiguration of existing product, Technologies and the failure of established firms in administrative*. Science Quarterly. no.35.pp. 9-30

Con base en base en la tabla número 4, se observa que los casos descritos en su totalidad se clasifican en tecnología media que requieren nula o mínima inversión para obtener eficiencia en sus procesos productivos; en lo que respecta a innovación, cuatro casos se clasificación de innovación incremental, once más en innovación modular o por etapas y siete casos en innovación arquitectural o reconfiguración de un sistema establecido.

5.2. Cambio en la efectividad en los costos.

En los casos descritos se obtuvo una mayor efectividad debida a las actividades de mantenimiento, al reducir costos en la fabricación aumentando la eficiencia en los procesos productivos por ahorro en mano de obra y ahorro en materia prima al evitar desperdicios, lo que se puede apreciarse en la tabla número 5.

Tabla número 5

Efectividad en las empresas derivada de la innovación tecnológica en mantenimiento

EFFECTIVIDAD DEBIDO A:

EMPRESA	REDUCCIÓN EN MANO DE OBRA	INCREMENTO DE EFECTIVIDAD EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS	ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS	ELIMINACION DE ACCIDENTES
METALURGICA		50 %		
QUÍMICO –FARM.	50 %	50 % al 100%	50 %	
ELAB.Y ENVAS. DE JUGOS		50 %	50 %	
METALMECANICA		50 %	50 %	100 %
PRODUCCIÓN DE CERVEZA		100 %		
ARTICULOS DE HIGIENE Y ASEO PERSONAL	50 %	30 % al 150%	50 %	
ARTICULOS ELECTRICOS	50 %	30 % al 300 %		

FUENTE: Elaboración propia, con base en PINEDA, D.(2003), *La Administración de tecnología de Proceso y la Efectividad de las Empresas*. México: E.S.C.A. Tesis doctoral.

En la tabla número 5 se puede observar que de los casos presentados se obtuvo una disminución en la mano de obra 50 %, efectividad en los procesos productivos del orden de un 30 % hasta un 300 % y mejores condiciones en el medio ambiente laboral, eliminando las fuentes de accidentes del orden de 100%.

Tabla número 6

Cumplimiento de objetivos planteados en la investigación

OBJETIVOS ESPECIFICOS	EVIDENCIAS DE LOGRO
Mostrar que el mantenimiento estimula la creatividad y la innovación e los procesos fabriles.	La investigación bibliográfica que se desarrolló reveló que el mantenimiento es creativo y genera innovación en los procesos productivo. El objetivo se cumplió.
Exponer evidencias empíricas, de que la innovación en las actividades de mantenimiento genera tecnología.	Mediante la investigación de los veintidós casos citados, se muestran evidencias, de la generación de innovación que se desarrollaron en las actividades de mantenimiento. El objetivo se cumplió
Evidenciar casos específicos donde el mantenimiento genera innovación tecnológica, aumentando la efectividad en las empresas.	Mediante la investigación de los veintidós casos citados, se muestran evidencias, de la generación de innovación tecnológica que aumento la efectividad en las empresas, de un 30 % a un 300% de efectividad. El objetivo se cumplió.
Determinar la relación entre mantenimiento y la efectividad de la empresa.	Mediante la investigación de los veintidós casos citados, se muestran evidencias, de la efectividad lograda en las empresas (tabla 4) El objetivo se cumplió.
Describir el proceso de innovación tecnológica	El modelo de competitividad basado en el mantenimiento (fig.21), muestra el proceso de innovación tecnológica planteado. El objetivo se cumplió.

FUENTE: Elaboración propia, con base a la tabla número 4 y con base en PINEDA, D.(2003), *La Administración de tecnología de Proceso y la Efectividad de las Empresas*. México: E.S.C.A. Tesis doctoral.

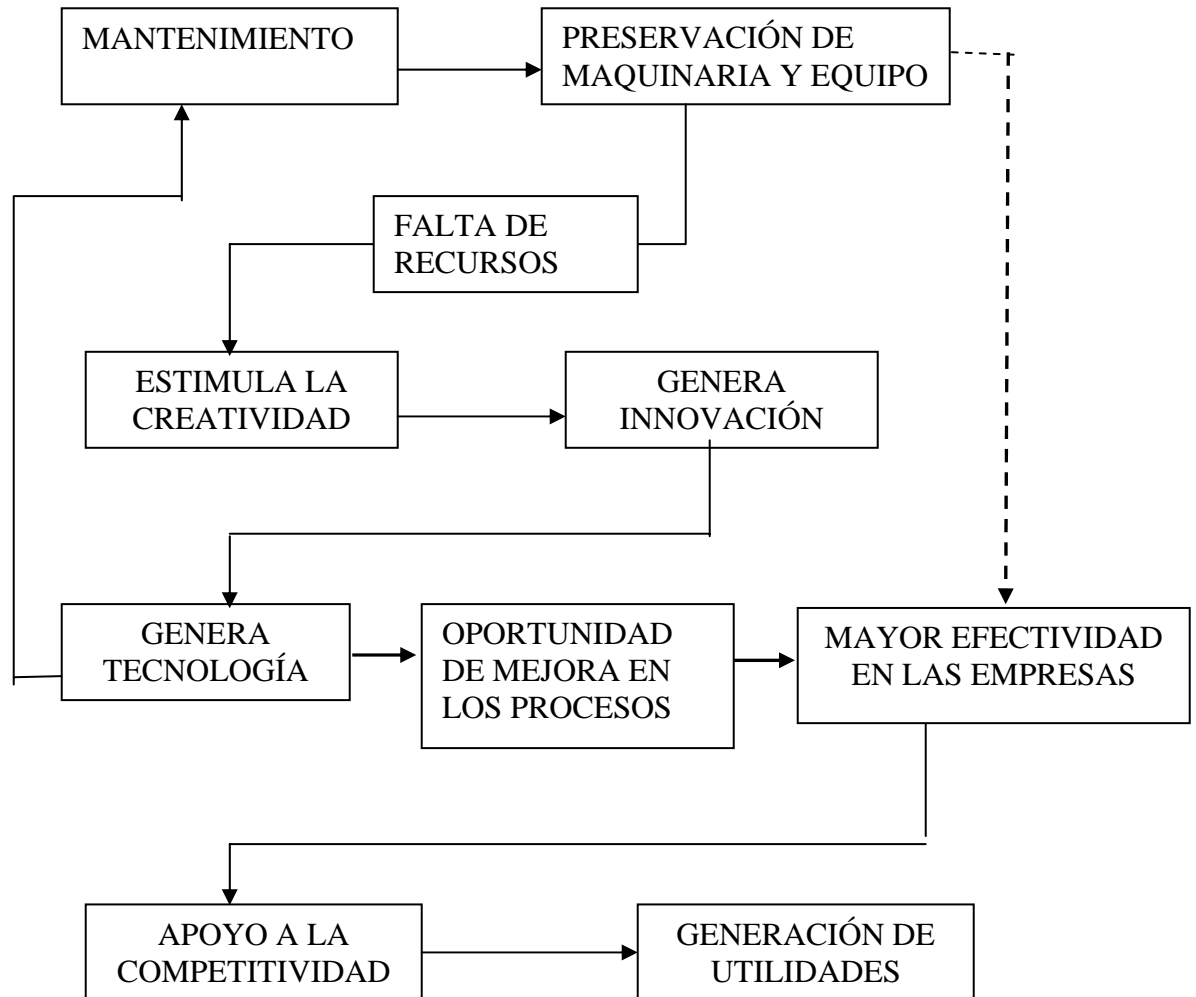
En la tabla número 6 se puede observar que los objetivos específicos planteados, se cumplieron satisfactoriamente con base a la investigación de casos mostrados.

5.3. Modelo de competitividad basado en el mantenimiento

Un modelo es la representación abstracta de un hecho real. El modelo que se propone como resultado de esta investigación y con base en los casos empíricos citados, se presenta en la figura número 21. Allí se muestra con el inicio de la actividad de mantenimiento que parte de la necesidad de reparar o mantener un equipo; cuando se presenta la falla de alguna maquinaria, mejora del método de trabajo o del proceso, el operador de mantenimiento se ve estimulado a utilizar su creatividad “ aportando una solución novedosa que no se conocía con anterioridad y que soluciona dichos problemas de una forma apropiada (Oropeza, 1994)” si es requerido la manufactura de algún dispositivo para mejorar la operación del equipo se dará pauta la generación de innovación “ la cual consiste en la introducción de cambios técnicos o de conformación en el diseño y características de un producto existente o de cambios en los procesos industriales (Ramírez, 1998) “. Al generar innovación y ponerla en práctica en la maquinaria o equipo, y al conocer los resultados, es factible generar tecnología propia, que es factible aplicarla a otros conjuntos de maquinarias, existiendo una retroalimentación constante en las actividades de mantenimiento, “la tecnología consiste en el cuerpo de conocimientos, herramientas y técnicas desarrolladas de la ciencia y experiencia practica, que son usados en el desarrollo, diseño, producción y aplicación de productos, procesos, sistemas y servicios para facilitar su manejo (Abbetti, 1998)”. Al contar con mejor tecnología la empresa tendrá mayor efectividad y podrá ser más competitiva en el mercado en el que se encuentre, generando utilidades, que es el objetivo de todo negocio.

Figura número 21.

Modelo de competitividad basado en el mantenimiento



FUENTE: Elaboración Propia, con base en NEWBROUGH, E.R (1990) *Administración de Mantenimiento Industrial, Organización y Control en el Mantenimiento*. México: Alberto Ramona .pp. 17- 402; SWANSON,L. (1999), *The Impact of New Production Technologies on The Maintenance Function : an empirical study*. International Journal of Production Research, Vol, 37. pp. 849- 869.

En la figura número 21 se puede apreciar que en el modelo propuesto de mantenimiento, sus actividades no solamente se refieren a la actividad de reparar equipos y maquinarias, sino a la generación de innovación tecnológica que ayuda a mejorar la efectividad en las empresas al desarrollar su propia tecnología e implementarse en los procesos productivos, disminuyendo los costos de operación.

Conclusiones.

Después de describir los casos y basado en las observaciones directas y entrevistas estructuradas con el personal involucrado con la innovación y generación de tecnología se puede concluir lo siguiente:

El objetivo general el cual fue determinar: cómo en el área de mantenimiento se da la generación tecnológica para impulsar la efectividad de la empresa, el objetivo se cumplió (tabla número 3)

Los objetivos específicos los cuales fueron, describir actividades y hechos donde:

- El mantenimiento estimula la creatividad y la innovación en los procesos fabriles.
- Exponer evidencias empíricas, de que la innovación en las actividades de mantenimiento generan tecnología.
- Evidenciar casos específicos donde el mantenimiento genera innovación tecnológica, aumentando la efectividad en las empresas.
- Determinar la relación entre mantenimiento y la efectividad de la empresa.
- Describir el proceso de innovación tecnológica

Se cumplieron (tabla número 4 y 5).

El desarrollo de las actividades realizado en mantenimiento son altamente creativas e innovadoras entendiendo como creativas, las formas nuevas de solucionar problemas.

Las innovaciones descubiertas en mantenimiento, entendiendo como innovación a los pequeños o grandes cambios generados en las maquinarias y procesos productivos incrementan la efectividad de la empresa al disminuir los costos de producción utilizando menor; tiempo, esfuerzo y materiales, y recursos humanos (tabla número 4).

El grado de automatización generado permite obtener productos estándares con innovaciones sincronizadas, a través de la tecnología de manufactura.

La efectividad en el costo se ve afectado por la reducción en costo derivada de innovaciones realizadas en la maquinaria o equipo que le permitió a las compañías ser más efectivas hacia sus clientes y ser más competitivas en su ramo, la medición que se realizó por observación, entrevista y la intervención directa con el desarrollo de la innovación fue a través de los siguientes puntos: uso de equipo de una forma más eficiente, menor tiempo muerto de máquinas en mantenimiento, condiciones de operación que requieren menor cantidad de energía o material entre otros, condiciones de operación más seguras, eliminación de desperdicios y ambiente laboral higiénico.

El personal con mayor experiencia y conocimientos (Capital Intelectual) da por resultado el desarrollo de sus habilidades y destrezas para conservar los equipos en una forma más eficiente, y dar cumplimiento con las metas de la empresa.

La tecnología nueva, exige la capacitación continua en el personal de mantenimiento basándose en la maquinaria adquirida y evolución de los procesos productivos, para poder brindar un mejor servicio.

La creatividad e innovación que desarrolla el personal de mantenimiento, se deberá de evidenciar, ya que representa un gran valor que se aporta a la empresa, existiendo la viabilidad de poderlo patentar, de los casos descritos no existen evidencias por escrito, en el anexo del presente trabajo, se adjunta una posible forma de registro para la innovación realizada en la empresa la cual se deberá ajustar a las condiciones particulares de cada industria.

La generación de tecnología derivada de las actividades de mantenimiento, proporciona conocimientos y experiencias nuevas que deberán aplicarse a otros equipos y procesos.

De acuerdo a los casos descritos se probó que el proceso de mantenimiento genera innovación tecnológica, aunque ésta se presente en una escala mediada, sin representar una inversión mayor del 10 % del valor del activo, de acuerdo con los datos de las entrevistas llevadas a cabo, de las observaciones de las innovaciones y desarrollo de tecnología

aplicadas a los equipos y maquinaria y de las evidencias fotográficas que se muestran en los casos tratados.

Este estudio sobre el proceso del mantenimiento ha permitido, considerar una forma diferente de visualizar el mantenimiento no únicamente como función de reparación o de conservación, sino además, y tal vez lo más importante por las implicaciones que se han comentado en los casos estudiados como generador de innovación, proporcionan evidencias de carácter probatorio de los principales supuestos o hipótesis abordados, así como elementos necesarios para derivar el modelo de mantenimiento que se ofrece en este documento. Queda pendiente para futuros trabajos de investigación, los esfuerzos de medición para evaluaciones, cuantificaciones y comprobaciones de hipótesis científicas o de desarrollos tecnológicos.

La motivación es parte integral del desempeño del personal de mantenimiento, con lo que se propone reforzarla para que el personal sea más creativo y se creen estímulos por las innovaciones realizadas a los procesos, equipos y maquinaria para ser eficientes.

En las actividades de mantenimiento se resalta el uso de equipos de diagnóstico, con el uso de detectores de temperatura infrarrojos es posible disminuir las averías en las instalaciones. En la empresa donde se requieren equipos sujetos a presión es factible hacer uso de instrumentos de diagnóstico para evitar posibles fallas de desgaste de las paredes de los recipientes.

Es necesario el cambio del enfoque del mantenimiento por parte de los empresarios no verlo desde el punto de vista como gasto se deberá presentarlo como creador de tecnología propia.

Recomendaciones generales.

Realizar un estudio de campo por áreas industriales, para verificar la aplicabilidad del modelo.

Realizar un estudio de campo, para verificar el grado de afectación o beneficio del uso de nueva tecnología en maquinaria y equipo.

Realizar un estudio de campo, para verificar el grado de creatividad e innovación y su impacto en la efectividad de la empresa.

Realizar un estudio de campo en donde se establezca el papel del mantenimiento en las pequeñas, medianas y grandes empresas, tanto nacionales como extranjeras, de una manera más extensa y formal

Realizar un estudio de campo, para analizar el grado de impacto económico y social con el crecimiento o decremento de las empresas industriales en nuestro país, debido al impacto de la automatización industrial.

Índice de Figuras	Página.
Figura núm.1. Desarrollo del mantenimiento respecto al tiempo.....	5
Figura núm.2. Importancia del instrumento de diagnóstico en mantenimiento.....	10
Figura núm.3. Modelo de Producción y Mantenimiento.....	47
Figura núm.4. Estructura de un problema.....	65
Figura núm.5. La Medicina Preventiva del equipo = Mantenimiento preventivo.....	76
Figura núm.6. Cluth magnético.....	101
Figura núm.7. Flecha de moto reductor.....	104
Figura núm.8. Válvula de compuerta.....	115
Figura núm.9. Máquina Troqueladora.....	117
Figura núm.10 Máquina Troqueladora operada con sensores.....	118
Figura núm.11 Tablero de Máquina Troqueladora antes de modificarlo.....	120
Figura núm.12. Tablero de Máquina Troqueladora después de modificarlo.....	121
Figura núm.13. Máquina llenadora de líquido limpiador.....	124
Figura núm.14. Máquina llenadora de aerosol.....	126
Figura núm.15.Máquina llenadora manual de Brasso.....	128
Figura núm.16. Máquina llenadora automatizada de Brasso.....	129
Figura núm.17. Máquina llenadora Romki	131
Figura núm.18. Máquina llenadora de líquido aromatizante.....	133

	Página.
Figura núm.19. Lámpara incandescente.....	135
Figura núm.20. Máquina Aluminizadora.....	137
Figura núm.21. Modelo de competitividad basado en el mantenimiento.....	147

Índice de Tablas

Tabla núm. 1. Evolución de las características de los sistemas de producción para adaptarse a las condiciones del entorno.....	3
Tabla núm. 2. Evolución del Mantenimiento Industrial.....	58
Tabla núm.3. Cuadro comparativo de la innovación generada en el área de Mantenimiento	93
Tabla núm.4. Clasificación de casos empíricos, tecnología versus innovación.....	143
Tabla núm.5. Efectividad en las empresas derivada de la innovación tecnológica en Mantenimiento.....	144
Tabla núm.6. Cumplimiento de objetivos planteados en la investigación.....	145

Índice de evidencias empíricas	Página.
4.1 Descripción de casos.....	91
4.1.1. Empresa Metalúrgica	91
4.1.1.1. Sistema de frenado por Cluth Magnético (Caso 1).....	101
4.1.1.2. Injerto en flecha de moto reductor (Caso 2).....	103
4.1.2. Empresa Químico Farmacéutica.....	106
4.1.2.1. Sistema de llenado de jabón antiséptico (Caso 3).....	106
4.1.2.2. Máquina blisteadora (Caso 4).....	108
4.1.2.3. Sistema de llenado de líquido anestésico (Caso 5).....	109
4.1.2.4. Sistema de lavado de garrafas (Caso 6).....	110
4.1.3. Empresa de envasado de jugos.....	112
4.1.3.1. Máquina llenadora (Caso7).....	112
4.1.4. Empresa Metalmecánica.....	113
4.1.4.1. Reactor Químico (Caso 8).....	113
4.1.4.2. Pruebas en válvulas de compuerta (Caso 9).....	115
4.1.4.3. Sensor para accionamiento de Troqueladora (Caso 10).....	117
4.1.4.4. Sistema de control de máquina Troqueladora (Caso 11).....	119
4.1.5. Empresa de producción de cerveza.....	122
4.1.5.1. Máquina engargoladora (Caso 12).....	122
4.1.6. Empresa de artículos de higiene y limpieza.....	124
4.1.6.1. Máquina llenadora de líquido limpiador (Caso 13).....	124
4.1.6.2. Alimentador de tapa presentación en aerosol (Caso 14).....	126
4.1.6.3. Línea de llenado de brassó múltiple (Caso 15).....	128
4.1.6.4. Alimentador y trasportador de tapa máquina Romki (Caso 16).....	130
4.1.6.5. Boquilla de llenado de líquido aromatizante (Caso 17).....	132
4.1.7. Empresa de artículos eléctricos.....	134
4.1.7.1. Casquillo de lámpara incandescente (Caso 18).....	134
4.1.7.2. Rehabilitación de máquina aluminizadora (Caso 19).....	136
4.1.7.3. Dispositivo alimentador de lámparas fluorescentes t-12 (Caso 20).....	138
4.1.7.4. Filamento de lámpara incandescente (Caso 21).....	139
4.1.7.5. Remachadora de lámpara fluorescente t-5 (Caso 22).....	140

Glosario.

Avería. Deterioro o desperfecto en cualquiera de los órganos de un aparato que impide el funcionamiento normal de éste (Navarro, 1997).

Calidad de un equipo. Se entiende por calidad de un equipo tecnológico, a todo aquel conjunto de propiedades que posibilitan su utilización óptima para el uso o designación requerida (Navarrete, 1999).

Capacidad de trabajo. Propiedad del artículo o elemento, para lo cual este tiene aptitud de cumplir las funciones prefijadas con parámetros establecidos en la documentación técnica (Navarrete, 1999).

Confiabilidad. Es la probabilidad de que se descomponga una máquina, que funcione mal o que requieran reparaciones en un periodo dado de tiempo o después de un número dado de horas de uso (Gaither, 2000)

Defecto. Cualquier deterioro o desajuste del artículo que no conlleva pérdida de la capacidad de trabajo (Navarrete, 1999).

Durabilidad. Es la cualidad de un artículo de conservar la capacidad de trabajo mientras no llegue el momento en que resulte técnicamente inadecuado o económicamente inconveniente su ulterior explotación (Navarrete, 1999).

Efectividad. La efectividad real de una organización específica viene determinada por el grado en que realiza sus fines, una compañía eficiente puede no obtener lucro, quizás a causa de un mercado declinante, y una ineficiente puede sacar un provecho elevado a causa de un mercado ascendente (Etzioni, 1979).

Elemento. Es cualquier artículo cuya fiabilidad se estudia independientemente de su estructura y de la fiabilidad de sus componentes (Navarrete, 1999).

Eficiencia. La eficiencia de una organización se mide por el monto de los recursos empleados para producir una unidad de producción, la eficiencia aumenta al decrecer los costos (Etzioni, 1979).

Fallo. Es cualquier pérdida de la capacidad de trabajo más allá de lo permisible por las normas, o sea, es la alteración de la capacidad de trabajo de un artículo (Navarrete,1999).

Fiabilidad. Es la cualidad de un artículo de mantener sus características funcionales dentro de determinado límites durante un periodo establecido de tiempo (Navarrete, 1999).

Mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento engloba principalmente las actividades destinadas a corregir fallas no previstas o averías no contempladas en primera instancia (Braun, 1998).

Mantenimiento predictivo (PdM). Consiste de un monitoreo constante o intermitente, del grado de desgaste de un equipo, unidad o componente, para que en base a estas mediciones se pueda predecir el tiempo de funcionalidad que queda antes de un paro o avería inevitable (Braun, 1998).

Mantenimiento de emergencia. En este tipo de mantenimiento, la intervención al equipo se efectúa únicamente cuando se producen reclamaciones o quejas sobre la interrupción del servicio que presta el equipo, y la labor se concreta a reparar el daño, restaurando el servicio (Braun,1998).

Mantenimiento preventivo (PM). Puede ser definido como la conservación planeada de fabricas y equipo, producto de inspecciones periódicas que descubren condiciones defectuosas (Newbrough, 1990).

Mantenimiento periódico. En este tipo de mantenimiento se le da servicio a todo el equipo en conjunto, una vez que ha cumplido un lapso, según calendario a un número determinado de horas trabajadas. Esto es, el equipo se desarma, limpia inspecciona y repara en una forma periódica (Braun, 1998).

Mantenimiento progresivo. En este tipo de mantenimiento preventivo, no se da todo el servicio al equipo en forma integral, sino que se subdivide racionalmente en partes para irle dando servicio al equipo en forma progresiva. Este tipo de mantenimiento aprovecha los tiempos en que el equipo esta ocioso, para su intervención (Braun, 1998).

Mantenimiento productivo total (TPM). El mantenimiento productivo total, está dirigido a maximizar la efectividad del equipo durante toda la vida útil del equipo. El TPM, involucra a todos los empleados de un departamento y de todos los empleados de un departamento y de todos los niveles; motiva a las personas para el mantenimiento de la planta a través de pequeños grupos y actividades voluntarias, comprende elementos básicos como el desarrollo de un sistema de mantenimiento, educación de mantenimiento básico, habilidades para la solución de problemas y actividades para evitar las interrupciones. La alta administración debe crear un sistema que reconozca y recompense la habilidad y responsabilidad de todos para el TPM (Nakajima, 1998).

Máquina. Conjunto de aparatos combinados para recibir ciertas formas de energía y trasformarla en otra más adecuada, o para producir un efecto determinado.*

Planeación del mantenimiento. Consiste básicamente en identificar las tareas y actividades a desarrollar, determinado los recursos y la secuencia general para su realización (Espinosa, 1994).

Productividad. Cantidad de productos o servicios producidos con los recursos utilizados (Gaither, 2000).

Reparación. Entendemos como reparación el conjunto de acciones para eliminar cualquier degradación que impida el funcionamiento normal de un equipo (Navarro, 1997).

Seguridad del personal. Se define como la responsabilidad de prevenir a los empleados de la empresa de riesgos de salud y accidentes (Braun, 1998).

Terotecnología. Se define como la relación de habilidades administrativas, financieras y de ingeniería, para alargar la vida operativa y aumentar la eficiencia del equipo y maquinaria. Cubre la instalación, arranque y mantenimiento de los procesos, reemplazo y eliminación de equipo, y retroalimentación de su operación y diseño (Zairi, 1993).

* Término que no corresponde a una definición fiel de algún autor, sino más bien es el significado que se utiliza en el contexto del presente trabajo.

Bibliografía:

ABETTI, P.A. (1998), *Linking technology and Business Strategy*. New York: American Management Association.

ADAIR, J. (1992), *El reto gerencial de la innovación*. Colombia: Legis.

ADLER, H.(1993), *The right brain manager*. Trainening tomorrow, february.

AGUILERA, J. (1995), *La innovación y la transferencia Tecnológica*, Centro de desarrollo Tecnológico: México: UNAM.

AJALA, C. (1992), *Prácticas derrochadoras: Desventajas al proceso JIT*. Industrial Engineering, vol. 46.

AMABILE, M. T. (2000), *Creatividad e Innovación*. España: Harvard Business Review.

AYRES, ROBERT. U. (1991), *Computer Integrated Manufacturing. Vol. 1: Revolution in Progress*. Great Britain: Champan and Hall.

BARRY, T. (1980), *Empresa de consultaría norteamericana de 1974-1980*. Industrial Engineering, Nov.

BADAWAY, M.C. (1993), *Management as a new technology*. U.S.A.: Mc. Graw Hill.

BRAUN, W.(1998), *Introducción al mantenimiento industrial*. México: sistemas integrados de operación y mantenimiento.

BROHEL, W. (1992), *Entrepreneurship in the developed, world*. USA: Prentice Hall.

CALLAHAN, M. (1997), *10 Hidden Features of a CMS*. Plant Engineering, vol. 51.

CAUBANG, T. (1972), *Readings on Production Planning and Control*. Tokyo: Asian Productivity Organization.

CHIAVENATO, I. (1995). *Introducción a la teoría de la administración* (4^a.ed.). México: Mc. Graw Hill.

CROZIER, M. (1962), *El fenómeno Burocrático: Ensayo sobre las tendencias burocráticas de los sistemas de organización modernos y sus relaciones con el sistema social y cultural*. vol. I y II. Buenos Aires: Amorrortu.

DE BONO, E. (1982), *Lateral thinking for manager* (Harmondsworth, Pelican Books).

DE LA TORRE, S. (1993), *El proceso innovador* .España: Universidad de Barcelona.

DOUNCE, E. (1987), *La Administración del Mantenimiento* (2^a. Ed.), México: CECSA.

DOUNCE, E. (2000), *La Productividad en el Mantenimiento Industrial*. México: CECSA.

DRUCKER, P. F. (1986), *La innovación y el empresario innovador, principios y practicas*. Buenos Aires: Sudamérica.

DRUCKER, P. F. (1977), *El empresario de la nueva era*. México: Continental

DRUCKER, P. F. (1989), *El Ejecutivo Eficaz*. (5^a. ed.), México: Hermes.

DRUCKER, P. F. (1992), *Gerencia para el futuro, el decenio de los noventa y más allá*. Colombia: Norma

DUNN, R. (1990), *Maintenance of Continuous Processes*. Plant Engineering, vol, 44.

ESPINOZA, E. (1970). *Mantenimiento industrial*. México: c.e.c.s.a.

ETZIONI, A. (1979), *Ciencias Sociales Organizaciones Modernas*, México: Hispano Americana.

FENSKE, RW (1967), *An Analysis of the meaning of productivity*. Madison, University of Wisconsin: Reprint series by the center for the study of productivity motivation.

FERRÉ, R. (1988), *La fábrica flexible*. España: Productica.

FLORES, R. C. F. (1997), *Propuesta de un modelo para la implantación de la manufactura integrada por computadora (CIM), que permita mejorar los niveles de productividad en las empresas mexicanas*. Tesis de doctorado. México: ESCA.

FOSZCZ, J. L. (2003), *El Mantenimiento Desarrolla Ganadores*. Plant Engineering, vol.57.

FRITZ, R.(1989), *The Panth of Least Resistance: Learningto become the creativity*.

GAITHER, N. (2000), *Administración de Producción y operaciones*, (8ª. ed.), México : Soluciones Empresariales.

GARAVAN, T.N. (1995), *Discontinuos Change in organizations. Using training and developmet interventions to develop creativity*. Industrial ad Commercial Training.

GARETH, R.J. (2003), *Contemporary Management*. New York: Mc. Graw Hill.

GARFIELD, C. (1993), *Los Empleados son Primero*. México: Mc. Graw. Hill.

GARZON, C. M. A. (1997), *El programa intraemprendedor una opción para impulsar la innovaciones estudio experimental en una gran empresa de energía en México*. Tesis de doctorado. México: ESCA.

GROSSMAN, S (1992), *Innovación S.A*. México: Panorama.

HABERMAS, J. (1993), *Teoría de la acción comunicativa, complementos y estudios previos*. México: Rei

HERNÁNDEZ, R. (2003), *Metodología de la Investigación*.(3a. ed.). México: Mc. Graw Hill.

HENDERSON, R.(1990), *Architectural Innovation, The reconfiguration of existing product, Technologies and the failure of established firms in administrative*. Science Quarterly. no.35.

HIGGINS, M.(1997), *Work- Based Learning in Planing Education: A Good Practice Guide*. London, University of Westminster Press.

HIGGINS,M.(2000), *The Role of Creativity in Planning: The Creative Practitioner*.Planning practice & Research; Feb-may, vol.15 Issue 1-2.

KEPNER, C. Y TREGOE, B. (1989). *El Nuevo directivo racional*. Mexico: Mc. Graw Hill.

KOONTZ, O. D.(1985). *Administración*. (8a. ed.) México: Mc. Graw Hill.

KUATKO, D. (1992), *Entrepreneurship a Contemporary Approach*, (2a.ed.). USA: Driven press. Cap.4

LEWIS, P.S. (2001),*Management. Challenges in the 21,st Century*. (3a.ed.),Massachusetts: South-Western Thompson Learning.

LUSSIER, R. N. (2003), *Management Fundamentals*. (2da.ed.), Massachusetts: South-Western Thompson Learning.

MACHORRO, R. A. (1999), *La adquisición de tecnología y el logro de fines empresariales*. México: ESCA.

MADURA, J.(2001), *Introduction to business*. Water Engineering and Management. Vol.5.

MANNING, A. L. (2002), *Los seis puntos de la tecnología*. Water Engineering and Management. Vol. 149.

MARISCAL, T. J. (1974), *El método de casos*. México: E.S.C.A. Tesis doctoral.

MARTINEZ, V. F. (1991), *Planificación Estratégica Creativa*. México: Pac.

MEDNICK, S.(1964), The associate basis of the creative process, in: Human learning. New york: A.W.Staats ed.

MERCADO, G. A. (1980), *Estructura y dinamismo del mercado de tecnología industrial en México*. México: Colegio de México.

MOORE, R. (1997), *Combining TPM and Reliability - Focused*. Maintenance Plant Engineering, vol. 51.

MOORE, R. (2004), *The little and big innovations* . Plant Engineering, vol. 58.

MÁRQUEZ, L. (1988), *La cultura organizacional en la empresa mexicana*. Tesis de licenciatura en administración ITAM. México.

NAKAJIMA, S. (1998), *Introduction to TPM; Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press.

NAVARRETE, P. E. (1999), *Mantenimiento Industrial* (tomo 1y2), México: Facultad de construcción de maquinarias departamento Mecánico Industrial.

NAVARRO, L. (1997), *Gestión Integral de Mantenimiento*. España: Productica.

NEWBROUGH, E.R (1983), *Ingeniería de planta y administración Industrial*. México: CECSA (1ª.ed.) .

NEWBROUGH, E.R (1990) *Administración de Mantenimiento Industrial, Organización y Control en el Mantenimiento*. México: Alberto Ramona.

NIEBEL, B. W. (1989). *Modern manufacturing process engineering*. Ney York: Mc. Graw Hill.

OROPEZA, M. R. (1994), *Creatividad e Innovación Empresarial*. México.: Panorama.

OSBORN, R. N. (1980). *Organization theory an integrated approach* . New York: Johnwiley & sons

PINCHOT, G. III (1985), *Intrapreneuring: Why you don't to leave the corporation to become an entrepreneur*. Cambridge. USA: Harper & Row.

PINEDA, D.(2003), *La Administración de tecnología de Proceso y la Efectividad de las Empresas*. México: E.S.C.A. Tesis doctoral.

PETER T, WATERMAN R. (1982), *In investigation of Excellence*. New York: Warner.

PORTER, PM.(1991), *La ventaja Competitiva de las Naciones*. Argentina: Bergara.

PRICE, J. (1972), *Hand Book*. USA: Mc. Graw. Hill

PROKOPENKO, J. (1991), *La gestión de la productividad*. México: Limusa.

RAMÍREZ, B. J. (1998), *Desarrollo Tecnológico, una posibilidad al alcance de su Empresa*, MEXICO: Fonei.

RAMO, S. (1981). “*American’s technology slip*”. Manufacturing productivity. Frontier. Marzo.

ROBINSON, C. (1987). *Changing trends and new challenges in maintenance due to technology*. Maintenance managment. New York:Industrial engineering managment.

SALKIND, N.(2003). *Métodos de investigación*.(3ra.edición)México: Prentice Hall Hispanoamérica

SCHARCH, A. (1992), *Nuevo Producto, Estrategias para su creación, desarrollo y lanzamiento*. Colombia : Mc. Graw Hill.

SCHONBERGER, R.J. (1984), *Just in Time : A comparison of Japanese and American Manufacturing Techniques*. Atlanta: Industrial Engineering and Management.

SCHONBERGER, R.J. (1996), *Manufactura de Clase Mundial para el Próximo Siglo*. New Jersey: Prince Hall.

SCHUMPETER, J.(1939), *Business Cicles a Theorical Historical and Stadistical, Analysis of capital list Process*. New York: Mc. Graw. Hill.

SELIVANOV, A. I. (1972), *Fundamentos de la teoría de envejecimiento de las maquinas*. México: Mir.

SIVALINGAM, Y. C. (1997). *Applying best practices to maintenance: a 12 step program for moving dow the road to recovery*. Plant Engineering, jun. vol. 44.

SLACK, R.(1993). *La ventaja manufacturera (como desarrollar operaciones de manufactura competitiva)*. México: Panorama.

SMOLENSKI, E.D.(1995), *How to train people to think more creatively*. Management Development Review.

STEPHEN, P. R. (2002), *Fundamentos de Administración* (3^a. ed.), New Jersey : Prentice Hall.

STEWART, J. (1983). *Tecnología y subdesarrollo*. México: Fondo de cultura económica.

SMITH, P. (1992), *what´s wrong with the “new maintenance organization”*.Plant Engineering. May,vol. 46.

SULLIVAN, P. (2002), *Técnicas para optimizar el valor de la información: En busca de un paradigma*. Barcelona: Paidos.

SUMANTH, D. J. (1992), *Ingeniería y administración de la productividad*. Mexico: Mc. Graw Hill.

SWANSON, L. (1999), *The Impact of New Production Technologies on The Maintenance Function : an empirical study*. International Journal of Production Research, Vol, 37.

THOMSON, G. (2001), *the reduction in plant maintenance costs using creative problem-solving principles*, proceeding of the institution of mechanical engineering, oct, vol.215.

TORRES, Z. (1997), *La Productividad en las Industrias Micro y Pequeñas de Dulces y Chocolates, ubicadas en el D.F. y área Metropolitana*. México: E.S.C.A. Tesis Doctoral.

TOSHIO, Y. J. (1996), *Desarrollo de un modelo de calidad para la administración del mantenimiento industrial*. Tesis de maestría. México: ESCA.

VARMA, V. (1996), *Maintenance training reduce human errors*, power engineering, aug, vol.100.

WALKER, J. (1979), *Human Resource Planning : Managerial concerns and practices* Business Horizon, vol. 19.no. 3.

WIREMAN, F. (2003), *Manejo adecuado del mantenimiento*, plant engineering, oct, vol. 57.

WILLAMSON, R. (1992), *Improve organizational performance with total productive maintenance*, plant engineering, jun, vol.46.

WRAY. I. (2003), *EAM Y PdM que integran la productividad del mantenimiento*. Plant Engineering, oct. Vol.57.

YOUNG, SON. K. (1990), "A performance Measurement Method Which remedies the productivity paradox", Production and Inventory Management journal (2o.trim.).

ZAIRI, M.(1993), *Administración de la calidad total para ingenieros* (1ª. ed.) México: Panorama.

ANEXOS

REGISTRO DE INNOVACION TECNOLÓGICA

FOLIO NÚMERO_____

FECHA_____

A) NOMBRE DE LA EMPRESA O RAZON SOCIAL.

B) GIRO DE LA EMPRESA

C) PRINCIPALES PRODUCTOS

D) PRINCIPALES PROCESOS

F) PLANTEAMIENTO DE LA OPORTUNIDAD O PROBLEMA Y UBICACIÓN
(DEPARTAMENTO, AREA ,ETC.)

G) SITUACIÓN PROBLEMÁTICA, ENUNCIAR LA OPORTUNIDAD O
PROBLEMA.

H) OBJETIVOS PARA DAR SOLUCIÓN AL PROBLEMA

I) MOTIVOS POR LOS SE ELIGIÓ EL CASO

J) PROPUESTA DE SOLUCIÓN O CURSOS DE ACCIÓN

K) IDENTIFICACIÓN DE LA INNOVACIÓN

L) RESULTADOS OBTENIDOS DE LA INNOVACIÓN(EL ANTES Y EL DESPUÉS)

OBSERVACIONES FINALES

Fuente: Elaboración propia teniendo como base, HERNÁNDEZ, R. (2003), *Metodología de la Investigación*.(3a. ed.). México: Mc. Graw Hill.