



Ministerio de Educación Superior
Universidad de Granma
Facultad de Ciencias Técnicas



*Estudio de la posibilidad de implementación del
mantenimiento productivo total (TPM) para el
manejo eficiente de la fábrica de helados de
Bayamo.*

**Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero
Electromecánico**

Autor: Andrés Isaias Castro Pichucho

**Tutores: Ing. Joao L. Bázaga Quesada
M.Sc. Roberto F. Beltrán Reyna**

**Bayamo, M. N.
2012**

Pensamientos

“Las ideas son el arma esencial en la lucha de la humanidad por su propia salvación”

Fidel Castro

“Nuestro mayor aporte a la economía es eliminar el derroche”

Raúl Castro

“La gente todo los días se arregla el cabello, por qué no el corazón”

Ernesto “El Che” Guevara

Agradecimientos

A Dios, por estar en cada instante de mi vida siempre presente de manera espiritual y a la Virgen de Agua Santa, a quien le he depositado estos últimos años toda mi fe para poder alcanzar mis sueños.

A mi Madre, por no abandonarme aun cuando me lo merecía, por ser la mujer más fiel que ha estado a mi lado y supo guiarme por caminos de sabiduría.

A mi Abuela Elvira por ser quien ha despertado esas ganas de cada día ser mejores personas.

A mis hermanos, Santiago y Gladys Elvira por siempre creer en mí y nunca negarme una palabra, un consejo.

A mi primo Freddy Miranda y toda mi familia por siempre darme su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos.

A mis tutores Ing. Joao L. Bálezaga Quesada y M.Sc. Roberto F. Beltrán Reyna por brindarme su amistad y apoyarme constantemente en la realización de mi trabajo de diploma.

A todos mi grupo de compañeros de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por brindarme su amistad y respeto.

Mucha Gracias.

Dedicatoria

A mi madre, por ser la persona más importante en mi vida, pues ha sido quien me ha enseñado valores primordiales para poder salir adelante, por ser la única que me brindó su apoyo incondicional y por saber dar sus consejos en el momento ideal.

A mi hermano Santiago ya que es y seguirá siendo un gran ejemplo de superación, uno de mis mayores conceptos de responsabilidad, dedicación y sacrificio.

A mi hermana Gladys Elvira por brindarme el apoyo moral, en el transcurso de mi vida estudiantil ya que lo supo dar de la mejor manera.

A mis sobrinos Ariel, Danilo, Fabricio y Fátima.

A toda mi gran familia.

Resumen

El presente trabajo de diploma es una recopilación de información para tratar sobre el Mantenimiento Productivo Total, así como también analizar los diferentes sistemas de mantenimiento, que han ayudado a fortalecer a una gran cantidad de industrias alrededor del mundo y han sido ellas quienes aportan de manera indirecta para la aparición de nuevas estrategias, que dan un enfoque en cuanto al control de accidentes en el trabajo y así ayudar a determinar las causas que lo produjeron, como también las medidas que deberíamos tomar para erradicar los mismos.

Se pondrá énfasis en el estudio de ¿Cómo?, ¿Cuándo? y ¿Dónde? actuar si se pretende prevenir problemas relacionados con la producción, partiendo de la necesidad de evitar pérdidas de materia prima y producto terminado, a su vez comprender la estrecha relación que existe entre la maquinaria y el obrero que si bien es cierto va aumentando con el pasar de los días.

Con la compilación de datos, sobre la realidad existente en la Fábrica de Helados de Bayamo, sobre su sistema de mantenimiento implantado, podremos deducir cuáles son sus principales problemas, ya sean estos en el área laboral o administrativa, con ello lograremos tener una idea más clara de cómo proceder frente a los trabajadores, para lograr una concientización de que la labor del mantenimiento es de todos y tener resultados eficientes en el manejo las funciones que sean encomendadas.

Abstract

The present diploma work is an information's research about Total Productive Maintenance, as well as to analyze the different maintenance systems that have helped to strengthen to a great quantity of industries around the world and they have been them who contribute in an indirect way for the appearance of new strategies that give a focus as for the control of accidents in the work and this way to help to determine the causes that produced it, as well as the measures that we should take to eradicate the same ones.

Will put on emphasis in the study of How? When? and Where? to act if it is sought to prevent problems related with the production, leaving of the necessity of avoiding matter losses prevails and finished product, in turn to understand the narrow relationship that exists between the machinery and the worker that although it is certain goes increasing with spending of the days.

With the compilation of data, about the existent reality in the Factory of Ice creams of Bayamo, on their system of implanted maintenance, we will be able to deduce which their main problems are, be already these in the labor or administrative area, with we will achieve it to have a clearer idea of how to proceed in front of the workers, to achieve the taking of conscience that the work of the maintenance is of all and to have efficient results in the handling the functions that are commended.

| | |
|---|----|
| 3.2.3- Esquema de implementación del MPT..... | 51 |
| CONCLUSIONES..... | 54 |
| RECOMENDACIONES | 55 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 56 |
| Anexos | 1 |

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos el hombre se preocupó por tener sus propios medios para hacer más fácil la vida, con el transcurso de los años fue desarrollando y logrando avances cada vez más notables, realizando no solo armas para la caza, sino edificaciones y vehículos para transportarse por agua o por tierra, todos de forma rústica por lo que muchos no tenían una vida útil larga, obteniéndose así gastos mayores de materias primas aunque vale decir que las exigencias eran pocas.

Entre los siglos XVII y XVIII con el desarrollo de los materiales metálicos y de algunos procesos químicos se va modernizando cada vez más el mundo, pues surge la máquina de vapor, capaz de accionar otros mecanismos, en aquellos momentos los medios de transporte seguían siendo los coches de tracción animal aunque los mismos habían tenido sus avances pues los ejes ya eran lubricados aunque con grasa animal o vegetal que eran las utilizadas en ese entonces, ya a finales del siglo XVIII se moderniza la máquina de vapor siendo capaz de mover cualquier vehículo o máquina.

A principio del XIX aparecieron las primeras turbinas de vapor las cuales estaban compuestas por diversos mecanismos que tenían cierto grado de complejidad lo cual dio paso al surgimiento a los primeros operadores, denominados con el tiempo “mecánicos” los cuales debían revisar, ajustar y engrasar los mecanismos de transmisión para lograr un buen funcionamiento, de esta forma se fueron dando los primeros pasos del mantenimiento.

Con el desarrollo de la gran industria mecanizada durante los siglos XVII y XVIII, se puede considerar que se inicia realmente la necesidad sistemática de mantener en buen estado técnico la maquinaria y es el cimiento conceptual del mantenimiento empresarial, para lograr la continuidad del proceso productivo, basado en acciones correctivas que respondían a la sencillez estructural y funcional de las máquinas. **[21]**

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico industrial de la humanidad. A fines del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo

INTRODUCCIÓN

grupo de operación, varios autores han señalado este año donde se establecen las premisas del MPP (Mantenimiento Preventivo Planificado) por la firma Ford. [27]

Con la llegada de la Primera Guerra Mundial y con la implantación de la producción en serie, instituida por Ford, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y como consecuencia de esto, sintieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor tiempo posible. Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como “Mantenimiento Correctivo”. [27]

Esta situación se mantuvo hasta la década de 1930, cuando, en función de la Segunda Guerra Mundial y la necesidad de aumentar la rapidez de producción, la alta administración pasó a preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que las mismas ocurriesen, razón por la cual el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso de Prevención de averías que, juntamente con la Corrección, completaban el cuadro general de Mantenimiento, formando una estructura tan importante como la de Operación. [27]

En los años siguientes entre los años 1960 y 1970 con el desarrollo tecnológico surgen técnicas avanzadas del mantenimiento las cuales iban dirigidas no solo a prevenir sino mediante equipamiento avanzado predecir las posibles fallas que pudieran ocurrir y con ello trabajar para alargar el tiempo de trabajo del equipo.

Al desarrollarse la informática y la electrónica surgen técnicas como la Gestión del mantenimiento asistida por computadora (GMAC), el Mantenimiento centrado en la fiabilidad o confiabilidad (RCM), el Mantenimiento basado en la calidad total (TQM), Análisis de causa raíz (ACR) y el Mantenimiento productivo total (TPM), el cual surge basado en los conceptos del Mantenimiento Planificado (PM), en Japón por el año 1969 y desarrollado por Seichi Nakajima en la firma Toyota pero no fue hasta finales de los 80 que se

INTRODUCCIÓN

llevara a cabo en Europa, este tipo de sistema recoge lo mejor de los anteriores a él y los aplica al sector productivo para elevar la eficiencia de los equipos y la productividad de las empresas.

En Cuba se introduce experimentalmente en 1964 el MPP el cual iba dirigido a las pocas industrias que contaba el país en ese entonces, con la fabricación de varias industrias en la década siguiente se implementó este sistema como vía para lograr el buen estado técnico, en los últimos años se han introducido al país equipos que permiten llevar a cabo las técnicas modernas del mantenimiento, pero esto no se ha generalizado debido a que el país cuenta todavía con equipamiento obsoleto.

La fábrica de helado de Bayamo comienza a producir en el año 1976 y la misma ha sufrido cambios en la planta productiva introduciéndose equipamiento moderno, así como la creación de nuevas líneas, desde su comienzo se implementa el sistema de mantenimiento preventivo planificado, que si bien estuvo funcionando antes del derrumbe del Campo Socialista, en la actualidad ha dejado de ser preventivo para ser más correctivo obteniéndose como consecuencia grandes paradas debido a fallas y hasta la pérdida de funcionalidad de los equipos y por ende incumplimiento con los planes de producción. Se puede decir que con el sistema de mantenimiento actual la fábrica no cumple un buen desempeño.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto se plantea como **problema** de la presente investigación: ¿Cómo determinar un sistema de mantenimiento en la fábrica de helados de Bayamo que logre un rendimiento óptimo en el equipamiento y mejore los resultados en la producción?

Surge así la **necesidad** del estudio de la posibilidad de implementación del mantenimiento productivo total como política para erradicar incumplimientos con el plan de producción.

Se define como **objeto** de la presente investigación el sistema de mantenimiento de la fábrica de helados de Bayamo.

INTRODUCCIÓN

El **campo de acción** es, la posibilidad de implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

El **objetivo general** de la investigación es determinar la posibilidad de implementación de la técnica de mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

Se plantea como **hipótesis** que si se implementa el mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo determinará un mejor funcionamiento así como establecerá un sistema organizativo mejor y llevará la producción a planos superiores.

Para dar solución a esta tarea se establecieron los **objetivos específicos** siguientes:

- 1- Estudiar los sistemas y técnicas de mantenimiento existentes a nivel mundial.
- 2- Estudiar la política utilizada en la fábrica de helados de Bayamo que permita conocer la funcionabilidad de la misma.
- 3- Realizar un estudio en la fábrica de helado para determinar las posibilidades de implementación del mantenimiento productivo total que responda a los requerimientos de precisión establecidos y atendiendo a las condiciones de la empresa.
- 4- Establecer las bases para la implementación del estudio realizado como sistema de mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los **métodos de investigación** utilizados se tienen:

Empíricos:

- Consulta a expertos
- Observación científica

Teóricos:

- Revisión bibliográfica
- Histórico lógico
- Inducción-deducción
- Análisis y síntesis: Durante la evaluación del estado del arte de las políticas de mantenimiento utilizadas a nivel mundial y en las condiciones de Cuba.
- Enfoque sistémico: Durante el estudio del sistema de mayor envergadura al cual pertenece la política de mantenimiento estudiada y durante la concepción de integración del mantenimiento productivo total a la fábrica de helados de Bayamo.

Los resultados esperados con el presente trabajo es lograr en un futuro la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

1.1- Consideraciones generales de sistemas de mantenimiento.

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral ya que estas son acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada, ya que en el aspecto de organización de empresas, se puede definir a un sistema de mantenimiento como un conjunto de procesos que interactúan y se relacionan para alcanzar objetivos definidos. [3-23]



Figura 1.1 -Representación de un sistema de información aplicado al mantenimiento

El mantenimiento asegura la competitividad de la empresa por medio de:

- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada,
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa,
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
- Maximizar el beneficio global.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

El trabajo del departamento de mantenimiento es delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces. [3] [23]

1.1.1- Mantenimiento correctivo

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo)

Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla.

Mantenimiento curativo (de reparación)

Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla.

Suelen tener un almacén de recambio, sin control, de algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de mayor influencia no hay piezas, por lo tanto es caro y con un alto riesgo de falla. Mientras se prioriza la reparación sobre la gestión, no se puede prever, analizar, planificar, controlar, rebajar costos.

La principal función de una gestión adecuada del mantenimiento consiste en rebajar el correctivo hasta el nivel óptimo de rentabilidad para la empresa.

El correctivo no se puede eliminar en su totalidad por lo tanto una gestión correcta extraerá conclusiones de cada parada e intentará realizar la reparación de manera definitiva ya sea en el mismo momento o programado un paro, para que esa falla no se repita.

Es importante tener en cuenta en el análisis de la política de mantenimiento a implementar, que en algunas máquinas o instalaciones el correctivo será el sistema más rentable.

Ventajas

- Si el equipo está preparado la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.
- No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente, por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo, será más prioritaria la experiencia y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.[21]

Desventajas

- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.
- Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia. [21]

1.1.2- Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento se encuentra entre los más usados en simultaneidad con otros tipos de sistemas y consiste en la realización de rondas de supervisión o de sustitución en periodos fijos de tiempo.

Se puede definir como la programación de una serie de inspecciones (de funcionamiento y de seguridad), ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan y no a una demanda del operario o usuario, por lo que se identifica realmente como “Mantenimiento Preventivo Planificado” (MPP).

El mantenimiento preventivo realizado a intervalos de tiempo regulares es un avance comparado con el mantenimiento correctivo respecto a la prevención de fallas inesperadas. Sin embargo, no es el método óptimo para obtener una máxima seguridad y confiabilidad de las Plantas o del objeto. Fundamentalmente porque a Intervalos de tiempo de acuerdo a una distribución. De aquí que el intervalo de tiempo entre intervenciones reelija como un valor de compromiso entre un intervalo corto (sobre-mantenimiento) que resulta seguro, pero muy caro, y un intervalo largo (sub-mantenimiento) que es barato, pero hay riesgo de que ocurran muchos fallos durante dicho intervalo. El intervalo de tiempo entre intervenciones se determina a menudo estadísticamente como el período de tiempo durante el cual el fabricante espera que menos del 2% de los objetos nuevos o totalmente revisados fallen,

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

es decir, una confiabilidad del 98%. Este intervalo de intervenciones debe ser revisado continuamente, ya que estudios demuestran que dicho valor cambia a lo largo de la vida de objeto. [24]

El mantenimiento preventivo con relación al mantenimiento correctivo o contra avería tiene entre sus ventajas las siguientes:

- Con una buena organización del Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencia en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un objeto y se llega a conocer puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.
- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución de tiempo muerto, reduce el tiempo de fuera de uso de equipos.
- Aumenta la disponibilidad y seguridad de funcionamiento del objeto y con ello la frecuencia de paradas por mantenimiento.
- Permite preparar las condiciones para la reparación con tiempo y con la correcta organización y coordinación de todos los elementos y con el completamiento necesario de piezas, herramientas y necesidad de personal.

Las desventajas fundamentales del mantenimiento preventivo son:

- Ocurrirá fallos de todas formas entre los intervalos de las atenciones o acciones técnicas de reparación previstas, y esto puede ser inesperado e inconveniente.
- Durante la detección muchos componentes en buenas condiciones serán desmontados, inspeccionados y hasta serán cambiados innecesariamente, algunos elementos constructivos aun en buen estado pueden resultar dañados en el desarme o arme siendo necesario entonces su sustitución, y si se comete algún error en el reensamblaje, la condición final con que queda la máquina puede ser peor que antes de realizarse la intervención.
- Como en una reparación general se requiere examinar gran número de elementos, ella puede tomar un tiempo considerable y puede resultar en una gran pérdida de producción.
- Son necesarios modelos de optimización para mejorar la programación.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

- Con el sub-mantenimiento se determinan tiempos medios entre averías inadecuadamente con retraso de la programación preventiva respecto a la avería, dando lugar al mantenimiento correctivo por el preventivo.

El mantenimiento preventivo se desarrolla en dos formas: [24]

- Mantenimiento Preventivo por Tiempo.
- Mantenimiento Preventivo por Estado.

Mantenimiento Preventivo por Tiempo: Cuando los servicios preventivos son preestablecidos y se desarrollan a través de una programación (preventiva sistemática, lubricación, inspección o rutina), definidos en unidades calendario (día, semana) o en unidades no calendario (horas de funcionamiento, toneladas de productos, cantidad de artículos, kilómetros recorridos, hectáreas laboradas, etc.)

Mantenimiento Preventivo por Estado. Cuando los servicios preventivos son ejecutados en función de la condición operativa del equipo (reparación de defectos, predictivo, reforma o revisión general, etc.). [24]

1.1.3- Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo es considerado por muchos, más una filosofía que un método de trabajo. Se basa fundamentalmente en el análisis de parámetros de funcionamiento cuya evolución permite detectar un fallo antes de que suceda y tenga consecuencias más graves dando tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio; se usan para ello instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas.

En general el Mantenimiento predictivo, consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evaluación de fallos, para así determinar en qué período de tiempo, ese fallo va a tomar una relevancia importante, para así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente, para que ese fallo nunca tenga consecuencias graves.

Una de las características de este tipo de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal de la planta mientras se está aplicando. Por ello el principio de mantenimiento predictivo es que la intervención del objeto se realiza únicamente cuando las mediciones indican que es necesario.

A diferencia del Mantenimiento Preventivo, que debe aplicarse en conjunto, el Mantenimiento Predictivo puede aplicarse por pasos. Sin embargo es necesario tener presente que este tipo de mantenimiento constituye en sí una forma

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

racionalizada de mantenimiento preventivo, pues la actividad predictiva no constituye en sí un mantenimiento completo, sino un complemento de las formas de mantenimiento preventivo u otras.

La inspección de los parámetros puede aplicarse de forma periódica o de forma continua, dependiendo de diversos factores tales como: el tipo de planta, los tipos de fallos a diagnosticar y la inversión que se quiera realizar.

Otro factor importante para determinar las conveniencias de aplicar el sistema de Mantenimiento Predictivo, es el estado de conservación del equipo, pues es evidente que resultaría un desperdicio de tiempo y de dinero aplicar técnicas modernas a equipos que deberían haber tenido una reparación general hace mucho tiempo.

Ventajas del Mantenimiento Predictivo: [3] [5]

- Minimizar o eliminar las costosas paradas improductivas y elevar los beneficios del tiempo productivo.
- Minimizar o eliminar las catastróficas fallas de máquinas, que usualmente son mucho más grandes que cualquier otra.
- Reduce el mantenimiento no programado, ya que todas las reparaciones pueden realizarse en el momento de menor incidencia en la producción.
- Reduce la cantidad de repuestos en pañol - Muchas partes pueden comprarse justo a tiempo para las reparaciones a realizarse durante las paradas programadas.
- Reduce la necesidad de equipos Standby o espacio adicional en depósitos para cubrir las excesivas paradas – Menos capital e inversión requerida en equipos y en infraestructura.
- Reduce la reparación innecesaria de equipos – Solo debe repararse aquellos en los cuales disminuye su desempeño óptimo.
- Reduce horas extras generadas para recuperar la pérdida de producción debido a fallas inesperadas o pobre desempeño en los equipos.

Son desventajas del mantenimiento predictivo:

- Necesidad de elevadas inversiones en la compra de equipos e instrumentos.
- Preparación del personal para tomar medidas de rutina, así como la instrucción a los ingenieros para evaluar las medidas. **[3] [5]**

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

1.1.4 Técnicas modernas de mantenimiento

El análisis de las técnicas modernas de mantenimiento es muy variado y extenso a la vez, por ello vamos a tratar las de mayor importancia como detallamos a continuación:

- Estrategia de las 5 S.
- El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).
- Análisis de Causa Raíz.
- El Mantenimiento Total Productivo.

Estrategia de las 5 S

Se llama estrategia de las 5S porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con S. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Estas cinco palabras son:

- Clasificar (Seiri)
- Orden (Seiton)
- Limpieza (Seiso)
- Limpieza Estandarizada (Seiketsu)
- Disciplina (Shitsuke)

Las cinco "S" son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales. **[10] [18] [21] [35]**

El siguiente es un diagrama que muestra la relación de las 5S y sus beneficios

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO



Figura 1.2 Relación entre las 5 S [21]

Seiri - Clasificar

Seiri o clasificar significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor. DISCIPLINA

La primera "S" de esta estrategia aporta métodos y recomendaciones para evitar la presencia de elementos innecesarios. El Seiri consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo.
- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar información innecesaria y que nos puede conducir a errores de interpretación o de actuación.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

Beneficios del Seiri:

La práctica del Seiri además de los beneficios en seguridad permite:

- Liberar espacio útil en planta y oficinas.
- Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos de trabajo.
- Mejorar el control visual de stocks de repuestos y elementos de producción, carpetas con información, planos, etc.
- Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuesto en un ambiente no adecuado.
- Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo, ya que se puede apreciar con facilidad los escapes, fugas y contaminaciones existentes en los equipos.

Seiton - Ordenar

Seiton consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Una vez que hemos eliminado los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que necesitamos con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados.

Seiton permite:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de la maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

Beneficios del Seiton para el trabajador

- Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo.
- Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.

Beneficios organizativos

- La empresa puede contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas en stock de proceso.
- Eliminación de pérdidas por errores.
- Mayor cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- Mejora de la productividad global de la planta.

Seiso - Limpiar

Seiso significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del TPM, Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de fuga. Esta palabra japonesa significa defecto o problema existente en el sistema productivo.

Exige que se realice un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo. Se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo.

Para aplicar Seiso se debe:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumirse la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: "la limpieza es inspección".
- Eliminar la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de Mantenimiento.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

Beneficios del Seiso

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza.
- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo.
- Se reducen los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes.

Seiketsu - Estandarizar

Seiketsu es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Seiketsu implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente.

Seiketsu o estandarización pretende:

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S.
- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.
- Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del mantenimiento autónomo (Jishu Hozen).

Beneficios del Seiketsu

- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios aprenden a conocer en profundidad el equipo.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

Shitsuke-Disciplina

Convierte en hábito, el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras "S" por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.

Shitsuke implica un desarrollo de la cultura del autocontrol dentro de la empresa. Si la dirección de la empresa estimula que cada uno de los integrantes aplique el Ciclo Deming en cada una de las actividades diarias, es muy seguro que la práctica del Shitsuke no tenga ninguna dificultad.

Shitsuke implica:

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.

Beneficios del Shitsuke

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos.
- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- La moral en el trabajo se incrementa.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegar cada día.

Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). [12] [13]

El objetivo primario del RCM es conservar la función de sistema, antes que la función del equipo. La metodología lógica del RCM, que se deriva de múltiples investigaciones, se puede resumir en seis pasos:

- Identificar los principales sistemas de la planta y definir sus funciones.
- Identificar los modos de falla que puedan producir cualquier falla funcional.
- Jerarquizar las necesidades funcionales de los equipos usando Análisis de Criticidad.
- Determinar la criticidad de los efectos de las fallas funcionales.
- Emplear el diagrama de árbol lógico para establecer la estrategia de mantenimiento.
- Seleccionar las actividades preventivas u otras acciones que conserven la función del sistema.

El RCM es un enfoque sistémico para diseñar programas que aumenten la Confiabilidad de los equipos con un mínimo costo y riesgo; para ello combina aplicaciones técnicas de Mantenimiento Autónomo, Preventivo, Predictivo y Proactivo, mediante estrategias justificadas técnica y económicamente. La información almacenada en las hojas de trabajo de RCM minimiza los efectos de rotación de personal y de falta de experiencia.

Las premisas básicas para el diseño de cualquier proyecto de RCM que propenda por la optimización del mantenimiento, deben ser:

- Lo fundamental es la disponibilidad de los Equipos.
- El interés principal debe ser la función que estos desempeñan.
- Se debe cuestionar todo plan no sustentado por Análisis de Confiabilidad.
- El análisis debe ser sistemático, tanto en extensión como en profundidad.

De acuerdo con la norma SAE-JA1011 editada en agosto de 1999, un programa de RCM debe asegurar que las siete preguntas básicas sean contestadas satisfactoriamente en la secuencia mostrada:

- ¿Cuáles son las funciones asociadas al activo en su actual contexto operacional (funciones)?
- ¿De qué manera puede no satisfacer sus funciones (fallas funcionales)?

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional (modos de fallo)?
- ¿Qué sucede cuando ocurren las diferentes fallas (efectos de las fallas)?
- ¿De qué manera afecta cada tipo de fallas (consecuencias de las fallas)?
- ¿Qué puede hacerse para prevenir / predecir cada falla (tareas probables e intervalos de las tareas)?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada (acciones preestablecidas)?

El resultado de cada análisis de RCM, de un equipo, es una lista de responsabilidades de mantenimiento que permiten aumentar la Disponibilidad, Confiabilidad y rendimiento operativo del equipo, con un alto nivel de eficiencia en costos. [23]

Análisis de causa raíz (ACR) [27]

Es una aplicación que se inició, en forma sistemática, desde los 70's y se han producido mejoras en el tiempo, la última versión es la utilización del ACR proactivo, que consiste en identificar los fallos antes de que ocurran y tomar acción antes de que falle el equipo. Sin embargo, no se han producido, ni se espera que se produzcan cambios sustanciales en la forma de ejecutar la herramienta, aún cuando pueda sufrir ciertas variaciones por el acoplamiento con otras metodologías de confiabilidad.

Dónde y cuando se debe aplicar ACR

- En forma proactiva para evitar fallos recurrentes de alto impacto en costes de operación y mantenimiento.
- En forma reactiva para resolver problemas complejos que afectan la organización.
- Equipos/sistemas con un alto coste de mantenimiento correctivo.
- Particularmente, si existe una data de fallos de equipos con alto impacto en costes de mantenimiento o pérdidas de producción.
- Análisis de fallos repetitivos de equipos o procesos críticos.
- Análisis de errores humanos en el proceso de diseño y aplicación de procedimientos y de supervisión.

Beneficios generados por el ACR.

- Reducción del número de incidentes, fallos y desperdicios.
- Reducción de gastos y de la producción diferida, asociada a fallos.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

- Mejoramiento de la confiabilidad, la seguridad y la protección ambiental.
- Mejoramiento de la eficiencia, rentabilidad y productividad de los procesos.

Pasos para la aplicación del ACR.

El Reliability Center Inc. Desarrolló una metodología de cinco (5) pasos llamada PROACT por sus siglas en inglés:

Preserving Failure Data (Recolectar datos del fallo)

Ordering the Analysis (Ordenar el Análisis)

Analyzing the Data (Analizar los datos)

Commucating Findings and Recommendations (Comunicar hallazgos y recomendar)

Tracking to Ensure Success (En vías de asegurar el éxito).

1.2- Consideraciones sobre una fábrica de helados.

El helado alimento tan gustado en todo el mundo surge por la iniciativa de varias zonas del mundo no se sabe a ciencia cierta quienes iniciaron la creación de esta mezcla, se dice que los chinos, romanos, árabes fueron los primeros que mezclando frutas, miel y nieve obtenían a lo más parecido al helado de hoy, algo que se hacía solo en zonas donde ocurría el invierno de esta forma pues en países tropicales la nieve es nula. Poco a poco en los siglos XVI, XVII y XVIII se fue expandiendo hacia las grandes potencias europeas donde era de privilegio el consumo del refrescante alimento, siendo tal que solo era servido a reyes y demás cercanos a este.

Variadas fueron las inventivas para lograr fabricar esta mezcla pero no fue hasta 1846 cuando Nancy Jhonson, una norteamericana, inventó la primera heladora automática, con lo que puso la base para el surgimiento del helado industrial. Unos años después, en 1851, Jacobo Fussel fundó la primera empresa productora de helados, de los Estados Unidos.

Con el desarrollo tecnológico experimentado por la humanidad las producciones de helados se hicieron industriales, como la que posee nuestro país, aunque es bueno decir que en otras latitudes con las modernas máquinas heladeras no es necesario tener todo el equipamiento que lleva una fábrica.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

1.2.1- Clasificación de los helados.

La clasificación de los helados viene dada principalmente por el contenido que presente cada tipo y en dependencia de ellos pues está la calidad y por supuesto el precio que debe tener.

Según su forma básica se clasifica en:

- 1- Helado de Leche
- 2- Helado de agua

Según los ingredientes que contiene se clasifica en:

- 1- Helados de crema.
- 2- Helados de leche.
- 3- Helados de leche desnatada.
- 4- Helados con grasa no láctea.
- 5- Helados de agua.
- 6- Helados de Frutas.
- 7- Sorbetes

Helados que produce la fábrica de Bayamo:

- 1.- Helado de Leche
- 2.- Helado de Leche con Arroz
- 3.- Helado Sorbete
- 4.- Helado Base Soya
- 5.- Helado de Crema
- 6.- Helado Especial Bayamo
- 7.- Helado Especial Coppelia

1.2.2- Procesos de producción de helado.

Los procesos de producción helados han variado con el desarrollo tecnológico pues desde los primeros pasos se hacía de forma manual en las casas o palacios hasta que surgen las máquinas heladeras automatizando la producción.

De acuerdo a los procesos de producción utilizados en fábricas de helado de nuestro país y en algunas regiones del mundo se pueden definir de la siguiente forma:

- 1- Proceso de producción industrial a gran escala.**
- 2- Proceso de producción industrial a mediana escala.**

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

3- Proceso de producción a pequeña escala.

Proceso de producción industrial a gran escala:

Este proceso ha sido utilizado desde los primeros tiempos en que fue automatizada la producción de helados, para este se debe constar con equipamiento de gran tamaño debido a la demanda que se genera.

Para la implementación de este proceso se debe analizar la competencia que pueda haber así como la capacidad de mercado.

Ventajas:

1. Permite una alta capacidad de producción.

Desventajas:

1. Requiere de gran cantidad de equipamiento.
2. El mantenimiento se hace más difícil.
3. Requiere de un sistema de refrigeración de alta capacidad.

Proceso de producción industrial a mediana escala:

Este proceso denominado así o generalizado de paquetería, se utiliza para producciones empaquetadas, es decir, en recipientes pequeños como vasos y otros de diseños variados. La producción a mediana escala se ha generalizado en el mundo actual debido a la facilidad de montaje de este tipo de plantas y la gran competencia existente en los países del primer mundo.

Ventajas:

1. Se obtienen producciones de alta calidad.
2. Genera mayores ganancias por concepto de ventas.
3. El mantenimiento se realiza de forma fácil.

Desventajas:

1. Requiere de equipamiento de alta tecnología.
2. Requiere de personal calificado para su funcionamiento.

Proceso de producción a pequeña escala:

Por lo general este proceso se lleva a cabo en pequeñas empresas particulares o simplemente de forma individual debido a que los mismos funcionan autónomamente. La creación de heladeras con funcionamiento individual dio paso a la formación de pequeñas industrias pues las mismas pueden producir el helado y entregarlo de forma directa al cliente.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

Ventajas:

1. Se puede emplazar en lugares pequeños.
2. El equipo consta de auto-suministro de refrigeración.
3. Posee gran fiabilidad.

Desventajas:

1. Aumento del precio del equipo.
2. Se encarece el proceso de calidad.

1.2.3- Proceso de producción de la fábrica de helados de Bayamo.

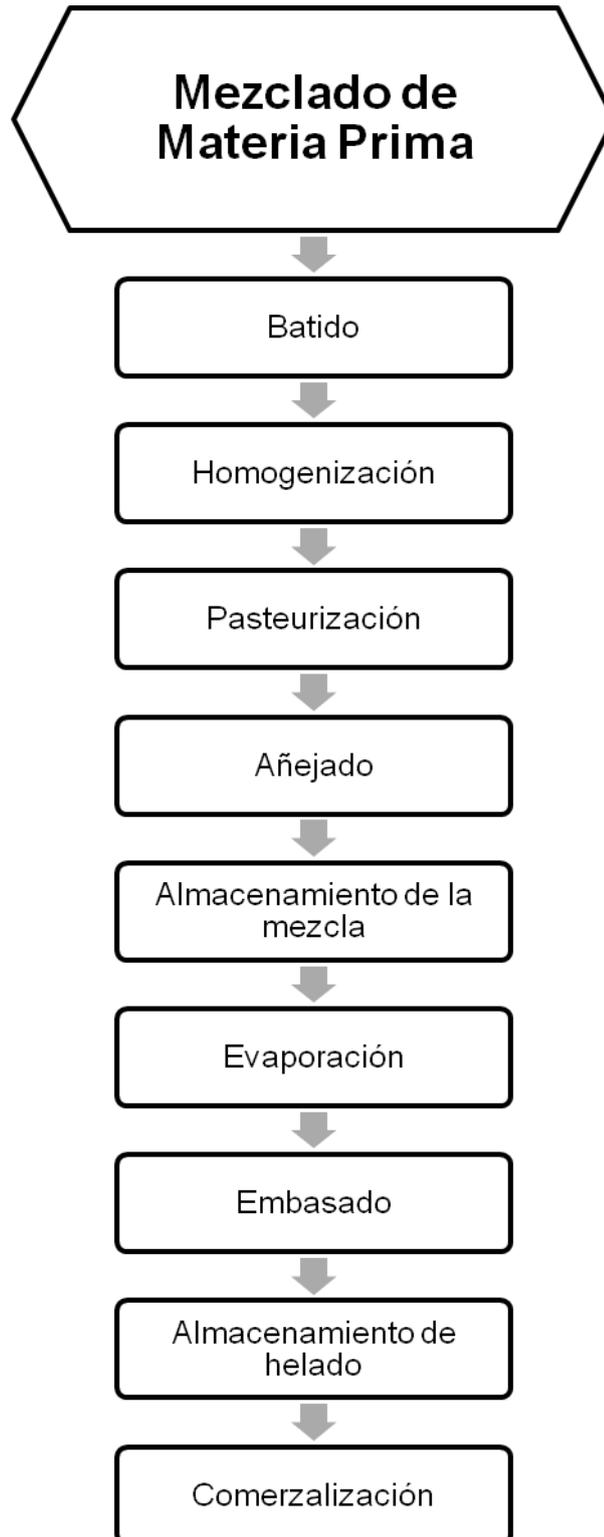


Figura 1.3 Estructura de producción de la fábrica de helados de Bayamo.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

1.3- Estado actual del mantenimiento productivo total

1.3.1- Precedentes del MPT [2] [4] [25]

En realidad el Mantenimiento Productivo Total es una evolución de la Manufactura de Calidad Total, derivada de los conceptos de calidad con que el Dr. W. Edwards Deming influyó tan positivamente en la industria Japonesa.

El Dr. Deming inició sus trabajos en Japón a poco de terminar la 2a. Guerra Mundial. Como experto en estadística, Deming comenzó por mostrar a los japoneses cómo podían controlar la calidad de sus productos durante la manufactura mediante análisis estadísticos y secuenciales de todos los procesos de producción. De ahí surgió TQM, " Manufactura de Calidad Total " un nuevo estilo de manejar la industria.

Usando las técnicas del Mantenimiento Productivo Total, se desarrollaron horarios especiales para mantener el equipo en operación continua y no sufra paradas inesperadas. Sin embargo, esta forma de mantenimiento resultó costosa y a menudo se daba a los equipos un mantenimiento excesivo en el intento de mejorar la producción esto causaba gasto y pérdida de tiempo.

La necesidad de ir más allá que sólo programar el mantenimiento de conformidad a las instrucciones o recomendaciones del fabricante como método de mejoramiento de la productividad y la calidad del producto, se puso pronto de manifiesto en todas las fábricas, especialmente entre aquellas empresas que estaban comprometiéndose en los programas de Calidad Total.

El origen del término "Mantenimiento Productivo Total" (MPT) se ha discutido en diversos escenarios a nivel nacional e internacional. Mientras algunos afirman que fue iniciado por los manufactureros americanos hace más de cuarenta años, otros lo asocian al plan que se usaba en la planta Nippodenso, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón a fines de los 1960's. Seiichi Nakajima un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de MPT y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

1.3.2- Nociones generales del MPT. [25]

Mantenimiento Productivo Total, (MPT) por sus siglas en inglés letra M representa acciones de MANAGEMENT y Mantenimiento. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra "Productivo" o "Productividad" de equipos pero hemos considerado que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "Perfeccionamiento" la letra T de la palabra "Total" se interpreta como "Todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa", es un concepto nuevo en cuanto al involucramiento del personal productivo en el mantenimiento de plantas y equipos. La meta del MPT es incrementar notablemente la productividad y al mismo tiempo levantar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado

¿Qué es Mantenimiento Productivo Total?

Filosóficamente, el MPT recuerda como se dijo antes, algunos aspectos valiosos del TQM "Manufactura de Calidad Total" o también Gerencia de Calidad Total entre ellos:

- A) El compromiso total por parte de los altos mandos, es indispensable.
- B) El personal debe tener la suficiente delegación de autoridad para implementar los cambios que se requieran.
- C) Se debe tener un panorama a largo plazo, ya que su implementación puede tomar desde uno hasta varios años.
- D) También deberá tener lugar un cambio en la mentalidad y actitud de toda la gente involucrada en lo que respecta a sus nuevas responsabilidades.

El MPT da un nuevo enfoque al mantenimiento como una parte necesaria y vital dentro del negocio es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa "El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos".

La meta es reducir los paros de emergencia, los servicios de mantenimiento inesperados se reducirán a un mínimo, para esto requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

1.3.3- Significado y Objetivos del MPT [1] [2]

Para Nakajima la palabra “total” en MPT tiene tres significados principales:

- 1- Efectividad total: indica que el MPT busca ser eficientes económicamente, ser rentables.
2. Sistema de mantenimiento total: que incluye:
 - Prevención del mantenimiento: Hacer cualquier cosa a la máquina para que necesite menos mantenimiento. Se busca disminuir costos y tiempo de mantenimiento.
 - Mejoras de mantenibilidad: Hacer cualquier cosa a la máquina para que el mantenimiento se haga más fácil y rápidamente.
 - Mantenimiento preventivo
3. Participación total de todos los empleados: Mantenimiento autónomo hecho por los operarios por medio de la actividad de pequeños grupos.

Objetivos del mantenimiento productivo total. [18] [19]

El TPM combina las prácticas habituales de mantenimiento preventivo y predictivo con el sistema japonés de involucrar profundamente a todo el personal de la Empresa, siendo el resultado un sistema innovador que busca la máxima eficiencia y la eliminación de las roturas durante la el funcionamiento de los equipos, aprovechando las actividades día a día de un grupo de obreros. Este TPM tiene los siguientes objetivos:

1. Maximizar la efectividad de los equipos.
2. Establecer, a través de un sistema de mantenimiento preventivo/predictivo, una larga vida y disponibilidad del equipo, máquina o instalación productiva.
3. Asumir el concepto de TPM teniendo en cuenta a todos los departamentos (operación, mantenimiento, ingeniería, investigación y desarrollo, comercial, logística, etc.).
4. Involucrar en este proceso desde la dirección hasta el último trabajador.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

5. Promover el TPM a través de una acción de dirección para crear los grupos de pequeñas actividades e ideas.

1.3.4- Pilares del mantenimiento productivo total [1] [18] [19]

El desarrollo del MPT se basa entre otras cosas en 6 pilares fundamentales que son herramientas para llevar a cabo la aplicación del mismo:

- 1- Mejoras enfocadas: Es la detección de las pérdidas a través de los equipos Kaizen o de la mejora enfocada.
- 2- Mantenimiento autónomo: Es el trabajo de mantenimiento realizado por el personal de producción.
- 3- Mantenimiento planeado: Mantenimiento correctivo, preventivo o predictivo. Se apoya en los datos generados en (1) y (2) para aumentar el tiempo medio entre fallas.
- 4- Mantenimiento de calidad: Da herramientas para que se controle la calidad del producto a través del control del equipo. El nivel de fallas del equipo debe ser muy bajo, su fiabilidad debe ser muy alta. El TMEF debe ser muy alto, el equipo no debe fallar.
- 5- Mantenimiento temprano: Hacer que los equipos estén a prueba de mantenimiento, es prevenir el mantenimiento, es modificar el diseño para que el equipo no falle.
- 6- Mantenimiento de áreas administrativas: Es involucrar toda la organización en el proceso MPT.

1.3.5- Ventajas del MPT. [2]

El MPT consta de grandes ventajas en diferentes campos como se detalla a continuación:

En el Productivo:

- Aumento de la productividad laboral.
- Aumento del valor agregado por persona.
- Aumento de la tasa de operación.
- Reducción de paradas.

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

En la Calidad:

- Reducción de defectos en los procesos.
- Menos quejas del cliente.

En Costos:

- Reducción de contenido laboral.
- Reducción de costes de mantenimiento.
- Reducción del consumo de energía.

En Entregas:

- Reducción de tiempo de entrega.
- Reducción de inventario.

En Seguridad:

- Reducción de accidentes.
- Cero polución contaminación.

En la Moral

- Mejor medio ambiente laboral.
- Aumento de ideas sugeridas.
- Aumento de actividades en grupo.

Así también hay aspectos que son de gran importancia detallar en cuanto al MPT y que algunos de los sistemas anteriormente expuestos carecen:

- Desarrolla el compañerismo y el trabajo en equipo, la participación y el involucramiento.
- Potenciación del personal, desarrollando habilidades y conocimientos.
- Mejora la efectividad gerencial y supervisoria, generando tiempo para actividades preventivas, creativas y proyectos de mantenimiento.
- Activa el descubrimiento y ataque de los grandes enemigos: deterioro y desperdicios.
- Organiza y ordena áreas, información, herramientas.
- Genera calidad de vida en el trabajo.
- Produce motivación por el logro de objetivos y metas reales tangibles.

Desventajas

- Se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el

CAPITULO I: ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.

- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años.

Conclusiones del capítulo

Se puede decir que el MPT es una técnica moderna de mucha importancia con la cual los beneficios productivos son muchos, también engrandece el capital humano además hace de la empresa un lugar avanzado.

Capítulo II: Materiales y métodos utilizados para la implementación del mantenimiento productivo total.

Capítulo II: Materiales y métodos utilizados para la implementación del mantenimiento productivo total.

2.1- Caracterización de la fábrica de helados de Bayamo.

La Empresa de Productos Lácteos de Bayamo, se funda en 1976 con la nueva división político-administrativa integrada en esa primera fase por 3 fábricas, Combinado Dietéticos, Fábrica de Quesos y Mantequilla, y la Fábrica de Helados. Posteriormente, con la desaparición de la Empresa de Pasteurizadoras de Manzanillo en 1981 se le suman las Pasteurizadoras de Manzanillo y el Alba, en años siguientes se le suman otra Fábrica de Quesos, la Pasteurizadora de Media Luna.

La Fábrica de Helados de Bayamo se encuentra ubicada en la avenida Jimmy Hirzell final y su objeto social es la producción industrial de helado a granel y otros empaquetados como son paletas, cubitos, recipientes pequeños y bocaditos de helado, la misma cuenta además con una línea de dulce de leche. Las producciones de la fábrica se comercializan en la provincia Granma – Cuba y algunas tienen alcance en lugares de la región.

2.1.1- Sistema de mantenimiento implantado.

El sistema de mantenimiento implantado en la fábrica desde sus comienzos fue el Preventivo Planificado pues en los años de su fundación este tipo de sistema era el más factible de acuerdo a las condiciones existentes.

Para lograr un mayor entendimiento del mismo se analizará su estructura:

La estructura de la dirección de mantenimiento de la fábrica de helado está compuesta por varias brigadas:

- 1- Brigada de mantenimiento de la fábrica: Se encarga del mantenimiento del equipamiento de producción.
- 2- Brigada de refrigeración: Se encarga del mantenimiento de los sistemas refrigerantes.
- 3- Brigada de energía: Se encarga de los portadores energéticos.

Capítulo II: Materiales y métodos utilizados para la implementación del mantenimiento productivo total.

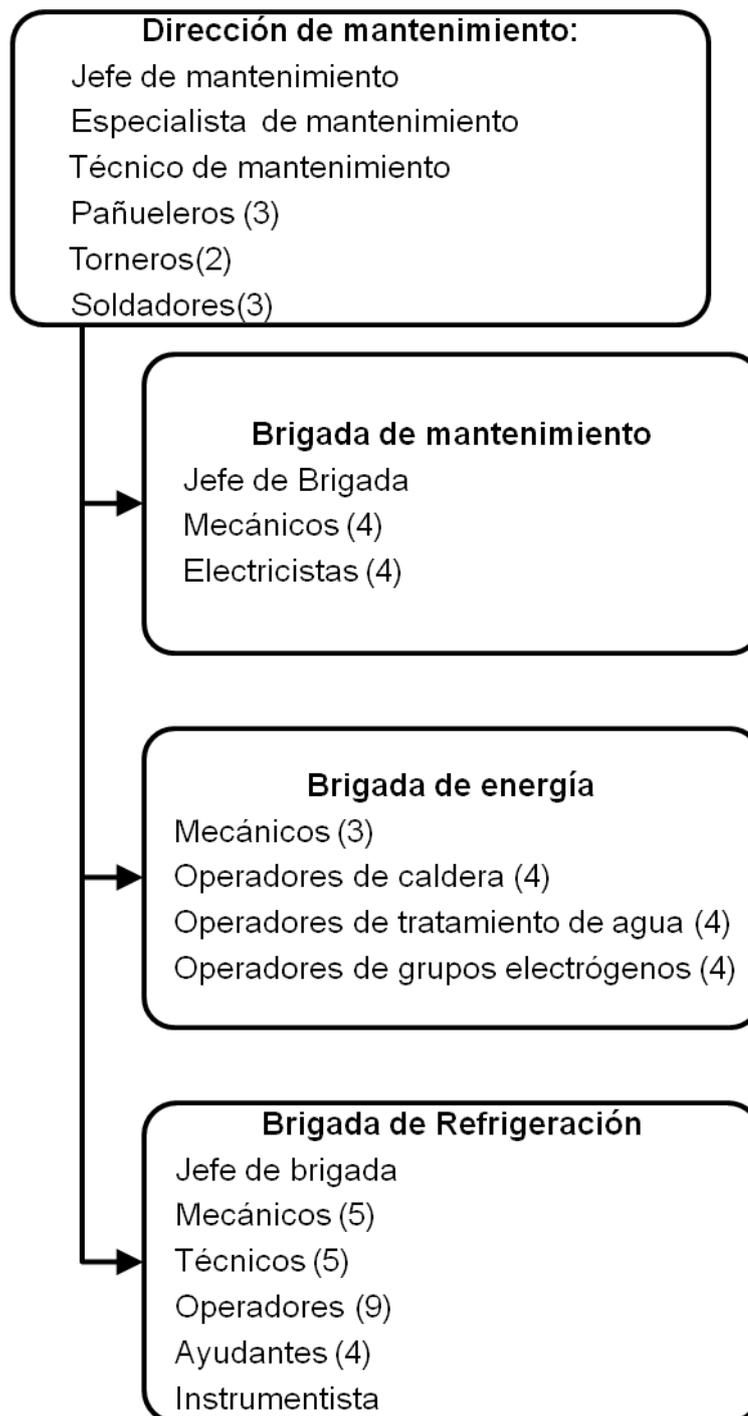


Figura 2.1 Estructura de la dirección de mantenimiento de la fábrica de helados de Bayamo.

Capítulo II: Materiales y métodos utilizados para la implementación del mantenimiento productivo total.

2.1.2- Estructura de dirección de la Empresa.

La estructura de la fábrica de helados está compuesta por el director y algunos departamentos que conforman todo el sistema que logra que la misma funcione cada año.

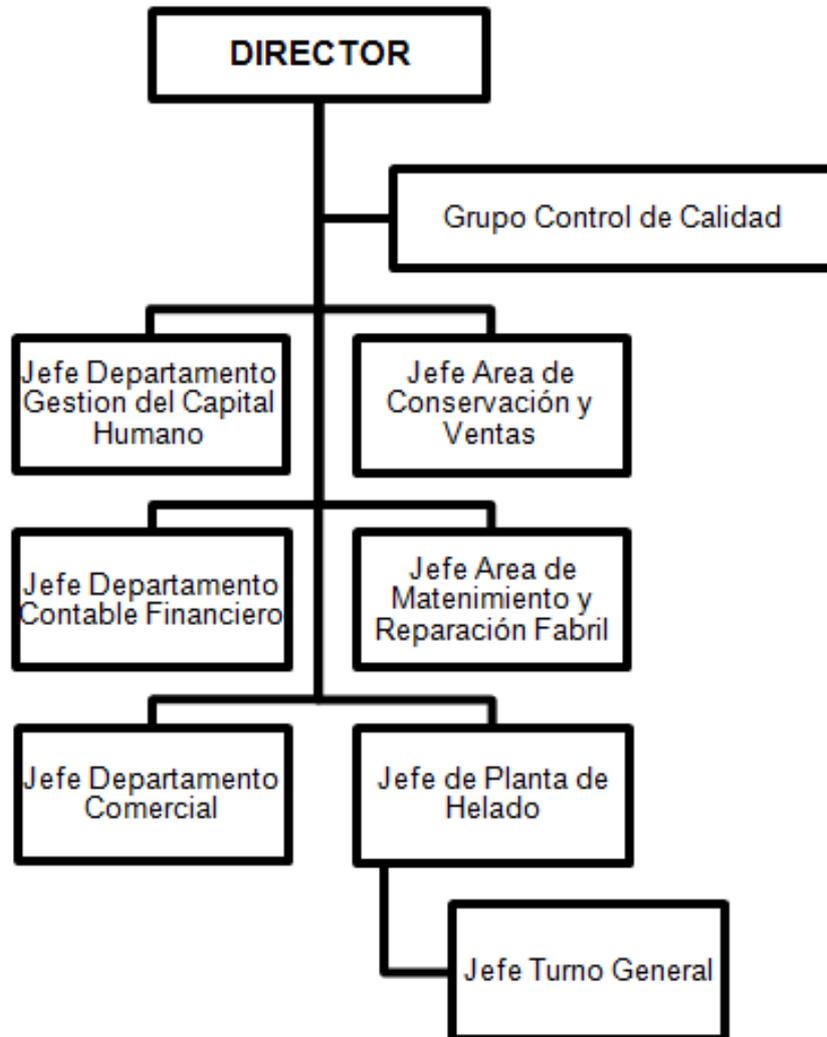


Figura 2.2 Estructura de la fábrica de helados de Bayamo.

Capítulo II: Materiales y métodos utilizados para la implementación del mantenimiento productivo total.

2.2- Análisis de la producción en la fábrica de helados.

La producción de helados se hace cada vez se hace más difícil pues la tecnología que presenta la entidad en parte es obsoleta la cual genera pérdidas al fallar los equipos debido a la sobre explotación que tienen.

Para realizar este análisis nos basaremos en los datos obtenidos de los últimos 5 años en los cuales se trabajará con los datos siguientes:

1. Plan de Producción.
2. Producción Real.
3. Por ciento de cumplimiento.

2.2.1- Funcionabilidad del plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento de la fábrica de helados está implementado para que funcione entre los meses de febrero y abril pues estos son los llamados meses de seca en esta zona del país pues durante el cambio de estación de año las lluvias son escasas generando esto poca producción de leche.

Para obtener la capacidad de funcionamiento del sistema de mantenimiento se realiza el siguiente análisis a través de algunos parámetros.

- 1- Plan de mantenimiento anual.
- 2- Cumplimiento del plan.
- 3- Imprevistos.
- 4- Funcionamiento del equipamiento.

2.3- Pasos fundamentales para la implementación del mantenimiento productivo total.

Para la implementación del mantenimiento productivo total se deben tener varios factores en cuenta dentro de ellos están las herramientas utilizadas para llevar a cabo esta tarea, el proceso de implementación como tal a través de etapas. Para ello debe haber algunos factores organizativos y requerimientos tecnológicos para su logro.

Capítulo II: Materiales y métodos utilizados para la implementación del mantenimiento productivo total.

2.3.1- Herramientas a tener en cuenta para la implantación del mantenimiento productivo total.

Herramienta No. 1 Mejoras Enfocadas:

Se basa en estos principios:

- 1. Trabajo en equipo:** Establecer grupos interfuncionales. Se seleccionan después de saber cuál es el que mayor pérdida tiene en la eficacia global del equipo (Trabajar sobre las seis grandes pérdidas). El grupo debe estar conformado por: el jefe de la línea de producción, operarios y mecánicos, inspector de control y supervisor.
- 2. Planificación de la mejora:** A través de la aplicación del ciclo Deming y del círculo de control de Ishikawa. Consiste en:
 - Planear las mejoras determinando objetivos, metas y estrategias
 - Llevarlas a la práctica con educación, capacitación, entrenamiento y con la ejecución del trabajo.
 - Establecer controles visuales para verificar los efectos de la implementación.
 - Actuar para hacer ajustes o asegurar la mejora.

La aplicación de este ciclo debe ser continua.

- 3. Utilizar herramientas adecuadas:** En general son técnicas estadísticas para llegar a la causa origen de la falla.

Efectividad global del Equipo

Para obtener un dato real de la efectividad total del equipo, se calculan tres variables separadas: disponibilidad, eficiencia del desempeño y tasa de calidad de los productos:

1- Disponibilidad (pérdidas de tiempo)

Capítulo II: Materiales y métodos utilizados para la implementación del mantenimiento productivo total.

La disponibilidad del equipo o tasa de operación se calcula como la relación entre el tiempo de operación y el tiempo total.

$$D = \frac{T_{OP}}{T_{Tot}}$$

Donde:

T_{OP} : Tiempo de operación

T_{Tot} : Tiempo total

$$T_{OP} = T_{Tot} - T_{Perd}$$

Donde:

T_{Perd} : Tiempo perdido

Eficiencia del desempeño (pérdidas de velocidad)

La eficiencia del desempeño o del rendimiento es el producto de la tasa de operación real y la tasa neta de operación.

$$EF_{Des} = T_{OR} * T_{NO}$$

Donde:

EF_{Des} : Eficiencia del desempeño

T_{OR} : Tasa de operación real

T_{NO} : Tasa neta de operación

El tiempo de ciclo teórico es el tiempo por cada pieza previsto en el diseño y el tiempo de ciclo real es el tiempo por cada pieza obtenido en la práctica.

$$T_{OR} = \frac{t_{CT}}{t_{CR}} \text{ Donde:}$$

t_{CT} : Tiempo de ciclo teórico

t_{CR} : Tiempo de ciclo real

La tasa neta de operación da una idea de cómo se mantiene una velocidad en un período dado.

Capítulo II: Materiales y métodos utilizados para la implementación del

$$T_{NO} = \frac{t_{PR}}{I_{OP}} \text{ mantenimiento productivo total.}$$

Donde:

t_{PR} : Tiempo proceso real

$$t_{PR} = C_{pro} * t_{CR}$$

Donde:

C_{pro} : Cantidad procesada total

Los valores que a continuación son los ideales para el funcionamiento de un sistema:

Disponibilidad: mayor del 90%

Eficiencia del desempeño: mayor del 95%

Tasa de calidad: mayor del 99%

Cálculo de la efectividad global del equipo:

$$OEE = D * EF_{Des} * T_{Cal}$$

Donde:

T_{Cal} : Tasa de calidad de la producción, se refiere a las pérdidas por defectos

Herramienta No. 2 Mantenimiento autónomo

Mantenimiento autónomo es transferir el mantenimiento liviano o de primer nivel a los operarios de los equipos: limpieza, lubricación y ajustes.

Para lograr la implantación del mantenimiento autónomo, muy importante para llevar a cabo desde la base el mantenimiento productivo total, se deben seguir algunos pasos.

El efecto de las mejoras enfocadas es detectar dónde están las fallas, el tiempo medio entre fallas (TMEF) y aumentarlo. Salen a flote los problemas ocultos.

Es fácil de aplicar y no encuentra resistencia para su aplicación.

A partir de la aplicación del mantenimiento autónomo, las actividades de producción y mantenimiento se definen así:

Capítulo II: Materiales y métodos utilizados para la implementación del mantenimiento productivo total.

- Actividades básicas de producción

1. Chequear el equipo al momento de la puesta en marcha, revisando los niveles de fluido en los sistemas hidráulicos, observando la potencia y atendiendo las vibraciones extrañas u otras anomalías.
2. Chequear periódicamente la temperatura y velocidad y continuar atento a vibraciones o ruidos anormales.
3. Observar regularmente el panel de control y controlar la potencia absorbida y los otros indicadores.
4. Asegurar que el equipo esté bien lubricado reponiendo aceite o grasa cuando sea necesario.
5. Operación correcta, set -ups y ajustes, controlando la calidad del producto
6. Detección inmediata, atención rápida y confiable y reporte de las condiciones anormales (fallas, defectos de calidad, seguridad, etc.).
7. Registro de datos sobre operación, calidad y condiciones del proceso.
8. Servicio menor de máquinas, matrices, moldes y herramientas.

- Actividades básicas de mantenimiento

1. Realizar la planeación del mantenimiento.
2. Medición periódica (predictivo/preventivo).
3. Estimación del tiempo óptimo entre reemplazos y mantenimiento.
4. Planear y elegir los lubricantes, materiales y repuestos óptimos.
5. Corregir las debilidades de diseño.
6. Restablecer las condiciones estándar rápidamente (fallas).
7. Establecer estándares de mantenimiento.
8. Mantener historiales de los equipos.
9. Evaluar resultados de los trabajos de mantenimiento.
10. Dar capacitación y entrenamiento a los operarios de producción.
11. Preparar el material necesario para la capacitación.
12. Mejorar la propia capacitación en mantenimiento y aprender nuevas tecnologías.
13. Cooperar con los departamentos de ingeniería y de diseño del equipo.

Capítulo II: Materiales y métodos utilizados para la implementación del mantenimiento productivo total.

Herramienta No. 3 Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado es un programa de mantenimiento programado para el departamento de mantenimiento.

El desarrollo de un programa de mantenimiento periódico debe comenzar antes que el procedimiento de inspección general por los operarios se haya completado.

El departamento de mantenimiento debe desarrollar, independientemente, estándares para el equipo con el fin de compararlos contra los estándares fijados por el departamento de operaciones durante el paso de inspección autónoma.

Existen tres clases de mantenimiento planificado.

MBT - Mantenimiento basado en el tiempo: Se realiza en base a una programación periódica (semanal, mensual, trimestral, etc.).

MBC - Mantenimiento basado en las condiciones del equipo.

MA - Mantenimiento de averías.

Herramienta No. 4 Mantenimiento de calidad:

El mantenimiento de calidad es una fase avanzada del MPT, después del enfocado, autónomo y planificado. El mantenimiento de calidad consiste en controlar la calidad el producto final a través del control del equipo.

Herramienta No. 5 Mantenimiento temprano

Las acciones a seguir para su aplicación son:

- Actuar en el diseño del equipo.
- Aplicar estudios tribológicos.
- Controlar períodos de asentamiento del equipo.
- Medir y controlar desgastes.
- Alcanzar la operación apropiada de los equipos.
- Capacitar y educar a todos los niveles.

Capítulo II: Materiales y métodos utilizados para la implementación del mantenimiento productivo total.

Una meta importante del MPT es maximizar la efectividad total del equipo; en otras palabras es buscar el costo económico del ciclo de vida del equipo; el mantenimiento temprano bien aplicado contribuye en gran medida a lograrlo.

Herramienta No. 6 Mantenimiento de áreas administrativas

Esta herramienta plantea:

- El mantenimiento se realice y controle por jefatura.
- Todos los componentes de una industria deben velar por el cumplimiento del MPT.
- Necesidad de la existencia de una cadena para transmitir informaciones respecto al funcionamiento del MPT.

2.3.2- Proceso para la implementación del mantenimiento productivo total.

Para el cumplimiento de este proceso se deben realizar 12 pasos fundamentales, propuestos por Nakajima (1991), pues de ellos depende una correcta implantación y a su vez un correcto funcionamiento de esta técnica de mantenimiento que lleve a la empresa a mejoras productivas.

Etapa de preparación

Paso 1. Anuncio de la decisión de desarrollar el MPT por parte de la dirección superior.

Paso 2. Lanzamiento de los programas de capacitación y educación y de la campaña de promoción.

Paso 3. Creación de la organización para la promoción del MPT.

Paso 4. Establecer las políticas y metas básicas del MPT.

Paso 5. Formulación de un plan maestro para el desarrollo del MPT.

Etapa de implantación preliminar

Paso 6. Lanzamiento de terreno con clientes, compañías vinculadas subcontratistas y proveedores.

Etapa de implantación del MPT

Capítulo II: Materiales y métodos utilizados para la implementación del mantenimiento productivo total.

Paso 7. Mejorar la efectividad de cada pieza del equipo por medio de la eliminación de las seis grandes pérdidas.

Paso 8. Desarrollo del programa de mantenimiento autónomo.

Paso 9. Desarrollo de un programa de mantenimiento para el departamento de mantenimiento.

Paso 10. Capacitar y educar al personal de operación y mantenimiento.

Paso 11. Desarrollar el programa de administración temprana.

Etapas de estabilización

Paso 12. Perfeccionar los niveles del MPT y establecer metas más elevadas.

Capítulo III: Análisis de resultados y estructura para la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

Capítulo III: Análisis de resultados y estructura para la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

3.1- Análisis de resultados de la producción en la fábrica de helados de Bayamo.

El análisis de la producción de la fábrica de helados arrojó datos puntuales obteniéndose que de los últimos 5 años, en 4 no se pudo cumplir con el plan de producción habiendo una serie de factores relacionados con las pérdidas que la entidad ha generado.

Para lograr estos resultados se analizaron los valores de producción planificados y los reales cumplidos para cada tipo de helado producido en la fábrica, estos datos solo muestran los valores físicos no detallan los factores del incumplimiento pero si la diferencia entre el plan y el real. Se evidencia en una columna el por ciento de cumplimiento obteniéndose valores en algunos casos superior al plan, demostrándose el uso variable de materias primas.

Capítulo III: Análisis de resultados y estructura para la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

Tabla 3.1- Resultados de la producción en la fábrica de helados en los 5 últimos años

| 2011 | | | | | |
|---------------------------|------------|-------------|-----------------|-------------|--------------|
| Productos | U/M | Plan | Real | % | Dif. |
| Helado de Leche | MG | 30 | 110,577 | 368,6 | 80,6 |
| Helado de Leche con Arroz | MG | 0 | 29,467 | 0 | 29,5 |
| Helado Sorbete | MG | 80 | 22,716 | 28,4 | -57,3 |
| Helado Base Soya | MG | 663 | 743,342 | 112,1 | 80,3 |
| Helado de Crema | MG | 120,7 | 108,093 | 89,6 | -12,6 |
| Helado Especial Bayamo | MG | 356,3 | 170,822 | 47,9 | -185,5 |
| Helado Especial Coppelía | MG | 0 | 38,826 | 0 | 38,8 |
| Helados Total | M.G | 1250 | 1223,844 | 97,9 | -26,2 |

| 2010 | | | | | |
|---------------------------|------------|-------------|----------------|-----------|--------------|
| Productos | U/M | Plan | Real | % | Dif. |
| Helado de Leche | MG | 596,5 | 574,411 | 96,3 | -22,1 |
| Helado de Leche con Arroz | MG | 0 | 74,287 | 0 | 74,3 |
| Helado Sorbete | MG | 65 | 50,898 | 78,3 | -14,1 |
| Helado Base Soya | MG | 146,5 | 89,013 | 60,8 | -57,5 |
| Helado de Crema | MG | 175,1 | 89,112 | 50,9 | -86 |
| Helado Especial Bayamo | MG | 156,9 | 179,257 | 114,2 | 22,4 |
| Helado Especial Coppelía | MG | 0 | 25,832 | 0 | 25,8 |
| Helados Total | M.G | 1140 | 1082,81 | 95 | -57,2 |

| 2009 | | | | | |
|---------------------------|------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|
| Productos | U/M | Plan | Real | % | Dif. |
| Helado de Leche | MG | 672 | 827,909 | 123,2 | 155,9 |
| Helado de Leche con Arroz | MG | 0 | 131,746 | 0 | 131,7 |
| Helado Base Soya | MG | 80 | 49,207 | 61,5 | -30,8 |
| Helado Sorbete | MG | 250 | 71,904 | 28,8 | -178,1 |
| Helado de Crema | MG | 200 | 94,426 | 47,2 | -105,6 |
| Helado Especial Bayamo | MG | 200 | 227,835 | 113,9 | 27,8 |
| Helado Especial Coppelía | MG | 0 | 21,588 | 0 | 21,6 |
| Helados Total | M.G | 1402 | 1424,615 | 101,6 | 22,6 |

Capítulo III: Análisis de resultados y estructura para la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

| 2008 | | | | | |
|---------------------------|------------|---------------|-----------------|-------------|--------------|
| Productos | U/M | Plan | Real | % | Dif. |
| Helado de Leche | MG | 845 | 916,52 | 108,5 | 71,5 |
| Helado de Leche con Arroz | MG | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Helado Sorbete | MG | 0 | 10,391 | 0 | 10,4 |
| Helado Base Soya | MG | 380 | 92,763 | 24,4 | -287,2 |
| Helado de Crema | MG | 69,5 | 159,433 | 229,4 | 89,9 |
| Helado Especial Bayamo | MG | 106 | 164,348 | 155 | 58,3 |
| Helado Especial Coppelía | MG | 0 | 9,227 | 0 | 9,2 |
| Helados Total | M.G | 1400,5 | 1352,682 | 96,6 | -47,8 |

| 2007 | | | | | |
|---------------------------|------------|---------------|----------------|-----------|---------------|
| Productos | U/M | Plan | Real | % | Dif. |
| Helado de Leche | MG | 899,5 | 441,27 | 49,1 | -458,2 |
| Helado de Leche con Arroz | MG | 0 | 30,5 | 0 | 30,5 |
| Helado Base Soya | MG | 125,5 | 6,555 | 5,2 | -118,9 |
| Helado de Crema | MG | 69,5 | 119,284 | 171,6 | 49,8 |
| Helado Especial Bayamo | MG | 106 | 51,339 | 48,4 | -54,7 |
| Helado Especial Coppelía | MG | 0 | 11,141 | 0 | 11,1 |
| Helados Total | M.G | 1200,5 | 660,089 | 55 | -540,4 |

En las gráficas 3.1 y 3.2 se puede comprobar el desbalance de la producción que ha tenido la fábrica de helados de Bayamo en los últimos años, teniendo en cuenta las fallas de los sistemas que componen el funcionamiento de la fábrica así como la falta de algunos insumos necesarios.

Capítulo III: Análisis de resultados y estructura para la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

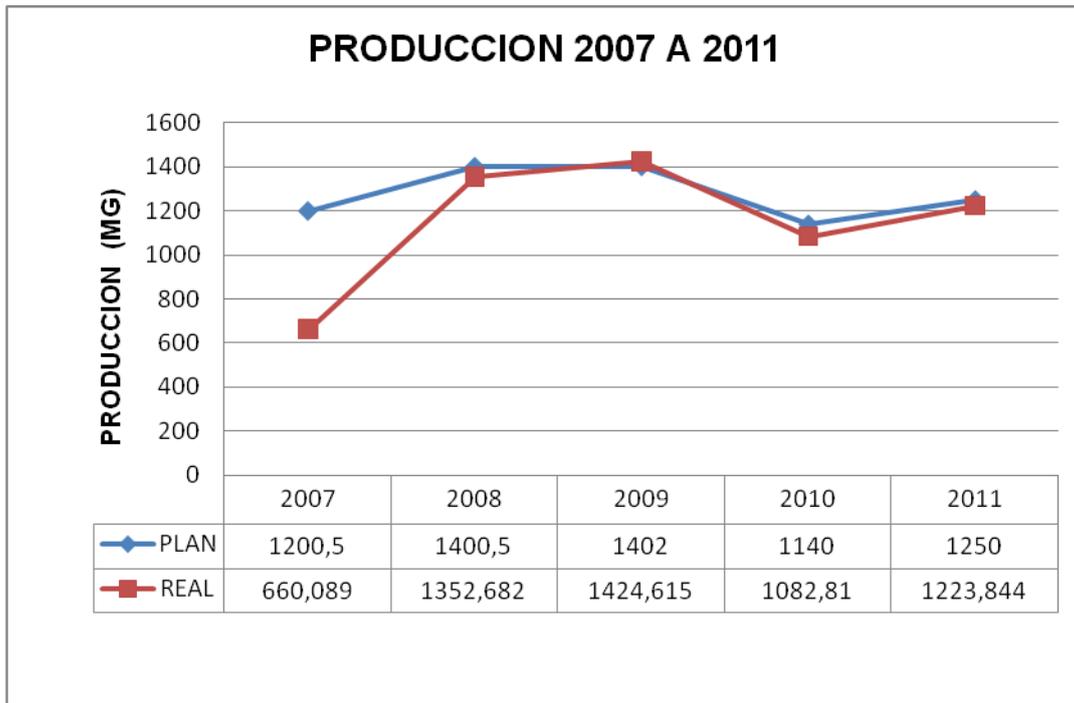


Figura 3.1- Gráfica de producción contra cada año estudiado.

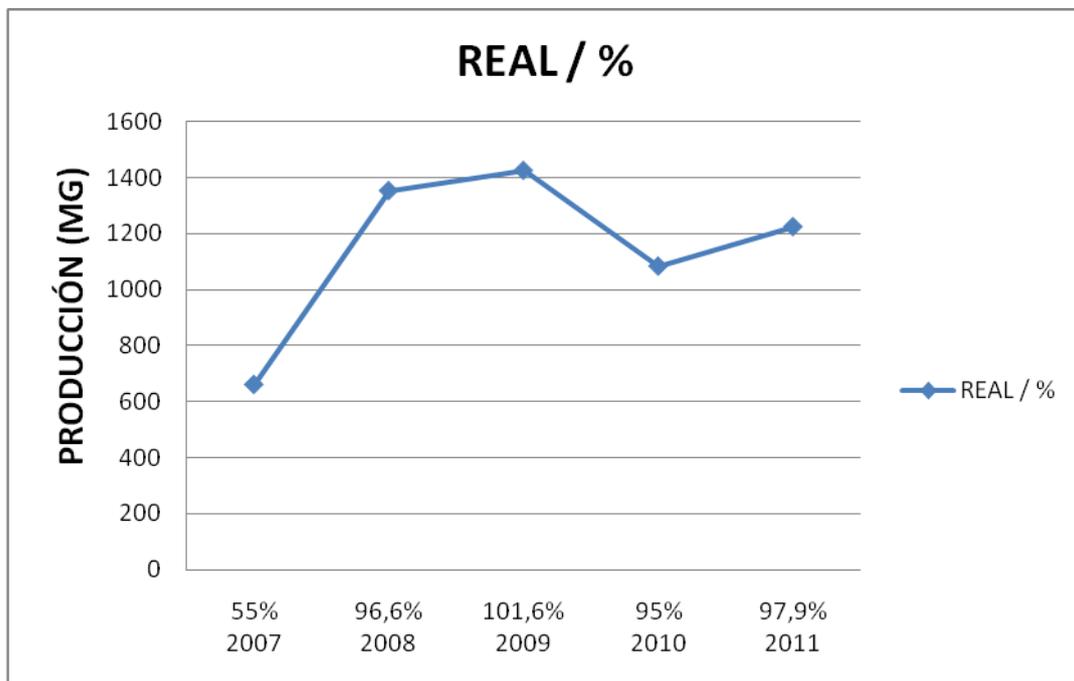


Figura 3.2- Gráfica de producción contra por ciento de cumplimiento.

Capítulo III: Análisis de resultados y estructura para la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

3.1.1- Análisis de la Funcionabilidad del sistema de mantenimiento implantado en la empresa.

El plan de mantenimiento anual de la fábrica de helados de Bayamo como se dijo en el capítulo anterior funciona en los llamados meses de seca para de esta forma poner a tope cada uno de los sistemas para suplir en cierto grado la demanda que se genera en los meses veraniegos pues en entrevista con especialistas de la empresa dieron a conocer que la misma no es capaz de producir la demanda generada.

El cumplimiento del plan de mantenimiento de alguna forma se cumple pero vale decir que el mismo sufre de demoras debido a falta de repuestos y útiles para llevar esta tarea eficientemente, evidenciándose en reciente visita del 20 de junio del 2012 donde había un atraso de al menos un mes, tiempo perdido en producción y que pone en riesgo el cumplimiento del plan.

En cualquier esfera de trabajo se pueden tener en cuenta los imprevistos pues forman parte del funcionamiento de todo tipo de sistemas y el plan de mantenimiento de la fábrica lo contiene como objeto comprobándose el funcionamiento correctivo del plan debido a la cantidad de fallas que ocurren demostrándose de esta forma el mal funcionamiento del sistema preventivo.

El funcionamiento del equipamiento del sistema en general es aceptable pues aunque no ha cumplido los planes de producción si se acerca bastante, pero se comprobó en visita a la fábrica de la aparición de corrosión en algunas partes de los equipos factor determinante en la condición de los mismos. Por estos factores y por falta de repuestos y gestión la fábrica ha perdido una línea de productos empaquetados, una máquina evaporadora de la miniplanta y otra de línea de producción industrial, factores que demuestran la falta de gestión de mantenimiento y el uso de productos químicos.

Según lo planteado en el epígrafe anterior y en este queda demostrado que el principal problema para lograr el cumplimiento de la producción es que el sistema de mantenimiento funcione correctamente ya sea por la edad de la tecnología o por falta de gestión pues se ha evidenciado que la fábrica utiliza

Capítulo III: Análisis de resultados y estructura para la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

diferentes tipos de materias primas aunque este no deja ser un factor de importancia en los incumplimientos.

3.2- Aspectos esenciales para la implementación del MPT.

Para lograr la completa implementación del mantenimiento productivo total se deben cumplir todos los pasos enunciados por varios investigadores del tema esencialmente el japonés Nakajima, pues cada una de estas etapas no puede ser obviada.

Todos los pilares, herramientas o columnas del MPT arrojan cada una un resultado importante para el funcionamiento de una empresa que implante este sistema pues todas por separadas brindan información que debe ser utilizada y reproducida por la estructura directiva de la Empresa para lograr los estándares deseados.

Los resultados palpables de la implementación de este tipo de sistema no serán obtenidos hasta las fechas estimadas en que por lo general se acepta por el obrero el nuevo rol que cumplirá, en diferentes investigaciones [4] [12] [19] se plantea que la idea debe ser interiorizada en primer lugar por la dirección y luego trasmitirla a cada eslabón funcional y lograr que cada cual sienta como suya la tarea encomendada.

Los beneficios de la implantación de este sistema avanzado de mantenimiento va dirigido como su nombre lo indica a la producción, que según datos pudiera estar entre el 15% y el 30%, otro puede ser altos niveles de organización y por otra parte trasmitirle una mayor importancia a los recursos humanos, por último, lograr una mejor eficiencia en el equipamiento así como una mantenibilidad estable.

3.2.1- Aspectos fundamentales para lograr el buen funcionamiento de las herramientas del MPT.

Para el buen funcionamiento e implementación del mantenimiento productivo total se deben llevar cabo algunas herramientas y pasos detallados en el capítulo anterior velando siempre por su buena aplicación pues de ello dependen los avances futuros de la Empresa y los resultados esperados de la

Capítulo III: Análisis de resultados y estructura para la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

producción. La filosofía de funcionamiento de este sistema de mantenimiento está basado principalmente en pilares que son esencialmente las herramientas que a continuación se muestran para que la Empresa interesada en implementarlo tenga una guía de todo lo que debe cumplirse para que el sistema quede estructuralmente definido y con ello se logre mayor efectividad y asimilación por parte del personal que labora en el proceso productivo y los encargados de mantener el buen funcionamiento de la maquinaria, para ello se detallan los siguientes aspectos.

Herramienta No. 1 Mejoras enfocadas

La idea central de las mejoras enfocadas es trabajar en la eliminación de las seis grandes pérdidas:

- Pérdidas de tiempo

1. Daño de las máquinas.
2. Alistamientos y ajustes.

- Pérdidas de velocidad

3. Esperas y paradas menores.
4. Velocidad reducida.

- Pérdidas por defectos

5. Producción defectuosa, reprocesos, desechos.
6. Arranques. Reducciones del rendimiento desde el arranque hasta alcanzar la producción estable.

Herramienta No. 2 Mantenimiento autónomo

La implantación del mantenimiento autónomo se hace en siete pasos los cuales se presentan a continuación:

PASO 1: Realizar limpieza inicial.

PASO 2: Eliminar las fuentes de contaminación.

Se busca reducir el tiempo dedicado a dejar en orden el equipo, eliminando las fuentes de polvo y suciedad e incrementar la confiabilidad del

Capítulo III: Análisis de resultados y estructura para la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

equipo impidiendo la adhesión de polvo y suciedad, controlando su fuente.

PASO 3: Establecer estándares de limpieza, lubricación y apriete. En este paso se formulan estándares de trabajo que ayuden a mantener la limpieza, lubricación y apretado de tornillos, con el mínimo de tiempo y seguridad.

Además se mejora la eficacia de la inspección introduciendo controles visuales y asegurando el cumplimiento de los estándares por parte de los operarios.

PASO 4: Realizar inspección general del equipo.

Preparar el manual con las técnicas de inspección y procedimientos para la formación del personal y estudiar mejoras del equipo para facilitar la inspección. Se introducen controles visuales y especificaciones, condiciones de trabajo. Niveles de lubricante, etc.

PASO 5: Realizar inspecciones generales de los procesos (inspección autónoma)

Se busca facilitar instrucciones sobre los rendimientos de procesos, operaciones y ajustes. Se da entrenamiento sobre el manejo de las anomalías con el fin de mejorar la fiabilidad de la operación. También se ayuda a los operarios a percibir la necesidad de registrar datos a lo largo del tiempo.

PASO 6: Mantenimiento autónomo sistemático (organización, administración y control del lugar de trabajo).

Establecer procedimientos para realizar el mantenimiento de calidad y seguridad, mejorar los procedimientos de preparación y reducir el trabajo en proceso, establecer un sistema de autogestión en el puesto de trabajo (controles visuales como rutas, stocks, seguridad, etc.) y sistematizar los métodos de control.

Capítulo III: Análisis de resultados y estructura para la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

PASO 7: Practica plena del autocontrol (mantenimiento autónomo totalmente implantado).

En este paso se desarrollan mejoras y se estandarizan de acuerdo con los objetivos y políticas de la empresa. También se busca mejorar continuamente los equipos mediante el empleo de registros de mantenimiento.

Herramienta No. 3 Mantenimiento Planificado

Para llevar a cabo el proceso de desarrollo del mantenimiento planificado se deben tener en cuenta algunos pasos:

1. Evaluar el equipo y comprender la situación real de partida.
2. Revertir el deterioro y corregir debilidades.
3. Crear un sistema de gestión de información.
4. Crear un sistema de mantenimiento periódico.
5. Crear un sistema de mantenimiento predictivo.
6. Evaluar el sistema de mantenimiento planificado.

Herramienta No. 4 Mantenimiento de calidad:

El resultado esperado de esta cuarta herramienta es:

1. Obtener un nivel de fallas muy bajo.
2. El TMEF debe ser muy alto.
3. Alta fiabilidad.

Herramienta No. 5 Mantenimiento temprano

1. El mantenimiento temprano se aplica para:
2. Hacer que los equipos estén a prueba de mantenimiento.
3. Reducir el período de tiempo entre el diseño y la operación estable.
4. Modificar el diseño para que el equipo no falle.
5. Mejorar la mantenibilidad del equipo.
6. Prevenir el mantenimiento.

Herramienta No. 6 Mantenimiento de áreas administrativas

Es necesario que toda organización se involucre en el proceso

Capítulo III: Análisis de resultados y estructura para la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

de mantenimiento. Quizás la parte administrativa o los altos ejecutivos piensen que el MPT no les incumbe, pero ellos deben participar en todo el proceso para facilitar todas las actividades e involucrarse con un alto grado de compromiso.

Su convencimiento de los beneficios del MPT debe constituirse en los pilares que apoyan y estimulan su desarrollo. Es necesario sensibilizar a toda la organización para que participe en el MPT.

3.2.2- Análisis del proceso de implementación del mantenimiento productivo total.

Para lograr una correcta implementación del mantenimiento productivo total se deben cumplir estrictamente los 12 pasos fundamentales pues de ello el resultado final. Al ser esta técnica de mantenimiento tan abarcadora debe aplicarse cada paso logrando la mayor captación por parte de la dirección de la empresa por la parte administrativa así como los obreros que serán los que lleven a cabo esta tarea para lograr un mejoramiento de orden general.

Los pasos fundamentales para la implementación del MPT son un complemento final de las herramientas necesarias para su buen funcionamiento, la mezcla y la interdependencia de ambos será de suma importancia pues influirá negativa o positivamente en este proceso.

3.2.3- Esquema de implementación del MPT.

Para lograr una implementación efectiva del mantenimiento productivo total en la Fábrica de helados de Bayamo debe analizarse de forma sistémica y el funcionamiento de cada paso. Para ello se desarrolló un diagrama de flujo para que se logre entender la importancia de cada paso analizado en epígrafes anteriores y así obtener el producto deseado.

Capítulo III: Análisis de resultados y estructura para la implementación del mantenimiento productivo total en la fábrica de helados de Bayamo.

En la figura 3.3 se define la ruta a seguir y en dependencia los inconvenientes las acciones que se deben tomar.

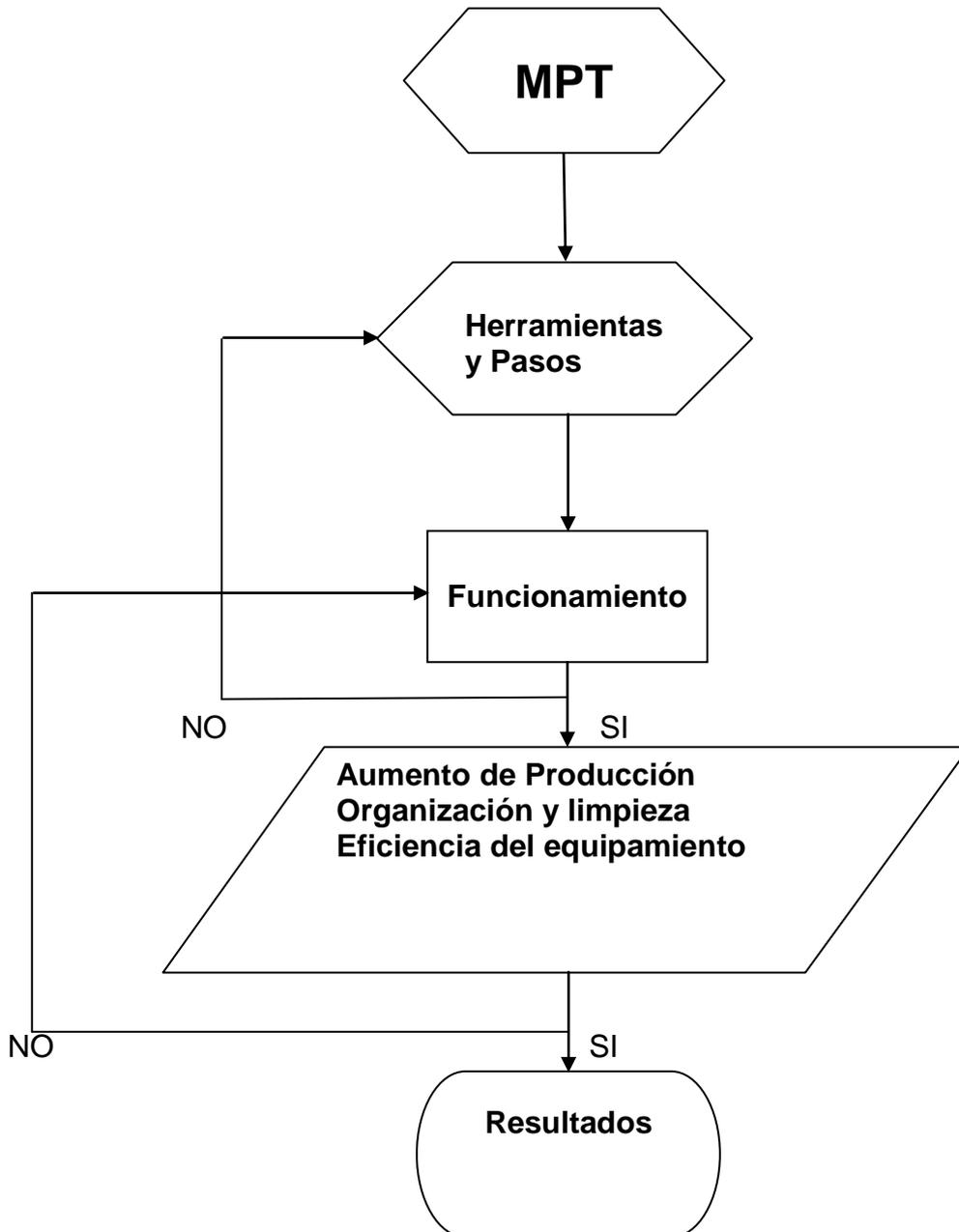


Figura 3.3- Diagrama de flujo para la implementación del mantenimiento productivo total.

CONCLUSIONES

Después de haber realizado el estudio de los sistemas de mantenimiento y el funcionamiento de la fábrica de helados de Bayamo se llega a las siguientes conclusiones:

- 1- El sistema de mantenimiento actual que posee la fábrica no cumple con los principios del mismo.
- 2- La fábrica no ha cumplido en 4 de los últimos años con el plan de producción de helados.
- 3- El sistema de mantenimiento seleccionado para erradicar los problemas de producción es el mantenimiento productivo total.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para el cumplimiento de este trabajo de diploma:

- 1- Tomar en cuenta por parte de la Dirección de la Empresa, las ideas mostradas en el cuerpo del trabajo.
- 2- Analizar económicamente la inversión que requiere la implementación del sistema de mantenimiento propuesto.
- 3- Elevar la educación organizacional y funcional del capital humano.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguinaga, Álvaro; Confiabilidad operacional para la ingeniería del mantenimiento, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Octavo Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica. 2007
2. Améndola, Luis; Modelos Mixtos de Confiabilidad. Valencia - España, 2002. Disponible en: <http://www.datastream.net/latinamerica/libro/amendola.asp>
3. Améndola, Luis; Gestión de materiales para mantenimiento. Universidad Politécnica de Valencia. España. 2002. Disponible en: www.klaron.net
4. Benítez Hernández, Luis; Aplicación gerencial del mantenimiento productivo total. Universidad Nacional de Colombia. 2002.
5. Brüel and Kjær, Mantenimiento Predictivo. Dinamarca. Primera edición. 1984.
6. Castillo, Gabriel; Mantenimiento a equipos, máquinas e instalaciones. Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad de Cienfuegos, 1999.
7. Colectivo de autores, Recent advances in maintenance and infrastructure management. Edit Springer-Verlag London Limited. ISBN 978-1- 84882-489-8. 2009.
8. Elaboración de Helados, disponible en: <http://agroindustriaybiotecnologia.blogspot.com/2009/05/elaboracion-de-helados.html>.
9. Fiabilidad y tolerancia a fallos, disponible en: it.aut.uah.es/danihc/DHC_files/menus_data/SCTR/ToleranciaFiabilidad.pdf
10. García Palencia, Oliverio; Administración y gerencia del mantenimiento industrial. Universidad Politécnica de Colombia, Duitama, 1992.
11. García Palencia, Oliverio; La esencia del TPM. Universidad Politécnica de Colombia, Duitama, 1998.
12. García Palencia, Oliverio; Diseño de un Simulador para Optimización del Mantenimiento Industrial. Tesis de Grado de Magíster en Ingeniería Mecánica. Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá. 2000.

Bibliografía

13. García Palencia, Oliverio; El mantenimiento productivo total y su aplicabilidad industrial. Universidad Politécnica de Colombia, Duitama, 2003.
14. Grimaldi-Simonds. La Seguridad Industrial Su Administración. Alfaomoga México 1985: <http://www.amtce.com.mx/config>.
15. Hartman, Edward H. "How to successfully install TPM in your plant". International TPM Institute, Inc. USA. 1991.
16. Mantello, Sergio R., Helados: Breve reseña histórica del helado. 2007, disponible en: <http://www.mundohelado.com/helados/historia.htm>
17. Moubray, John; Reliability Centered Maintenance II. Industrial Press Inc. New York. 1991.
18. Nakajima, Seiichi. "TPM", Instituto japonés de mantenimiento de plantas. Traducido al español por Tecnologías de Gerencia y Producción S.A, Madrid, 1984.
19. Nakajima, Seiichi. Introducción al TPM. Ed. Productivity Press, 1991.
20. Planta procesadora de helados, disponible en: <http://www.tpcc.org.tw/index-english.asp>.
21. Navarrete, Enrique; González, José; Mantenimiento Industrial. 3 tomos, Editorial ENPES. La Habana. 1986.
22. Proceso productivo de Helado, Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/proceso-productivo-para-la-fabricacion-de-helados.html>.
23. RCM2 – Reliability-Centered Maintenance (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) © 1991 Aladon Ltd.
24. Reseña Historica del Mantenimiento, <http://www.mantenimiento/mundial>.
25. Roberts, Jack; TPM Mantenimiento Productivo Total, su Definición e Historia, Departamento de Tecnología e Ingeniería Industrial - Texas A&M University-Commerce 2005.
26. Sacristán, Francisco Rey; El mantenimiento en época de crisis. Aplicación del TPM en nuevas organizaciones. Revista Mantenimiento. España. Diciembre 1993.
27. Tavares, Lourival A; Administración moderna del mantenimiento. 2002

Bibliografía

28. Tobalina, Félix; TPM. Mantenimiento productivo total. Realidad y aplicación práctica. Concepto de calidad total. Revista Mantenimiento. España. Junio 1994.
29. Tobalina, Félix; TPM. Mantenimiento productivo total. Realidad y aplicación práctica. Una nueva dirección en la producción. Revista Mantenimiento. España. Octubre 1994.
30. Torres, Leandro Daniel; Mantenimiento su Implementación y Gestión, Editorial Universitas, Argentina, Marzo 2005.
31. Total Productive Maintenance. Disponible en:
<http://www.cge.es/potalcge/tecnologia/innovacion/4116tpm.aspx>
32. Venkatesh, J. An introduction to Total Productive Maintenance. Disponible en: http://www.plant-maintenance.com/maintenance_articles_tpm.shtml

Citas bibliográficas

33. Hutchins, David; What is Total Productive Maintenance? Disponible en:
http://www.hutchins.co.uk/Ar_TPM.aspx
34. Sample of Total Productive Maintenance Training Power. Disponible en:
<http://www.bin95.com>
35. Sistema 5 S. Disponible en: <http://www.PSM-Solutions.com.ar>

Anexo

Anexos

Anexo

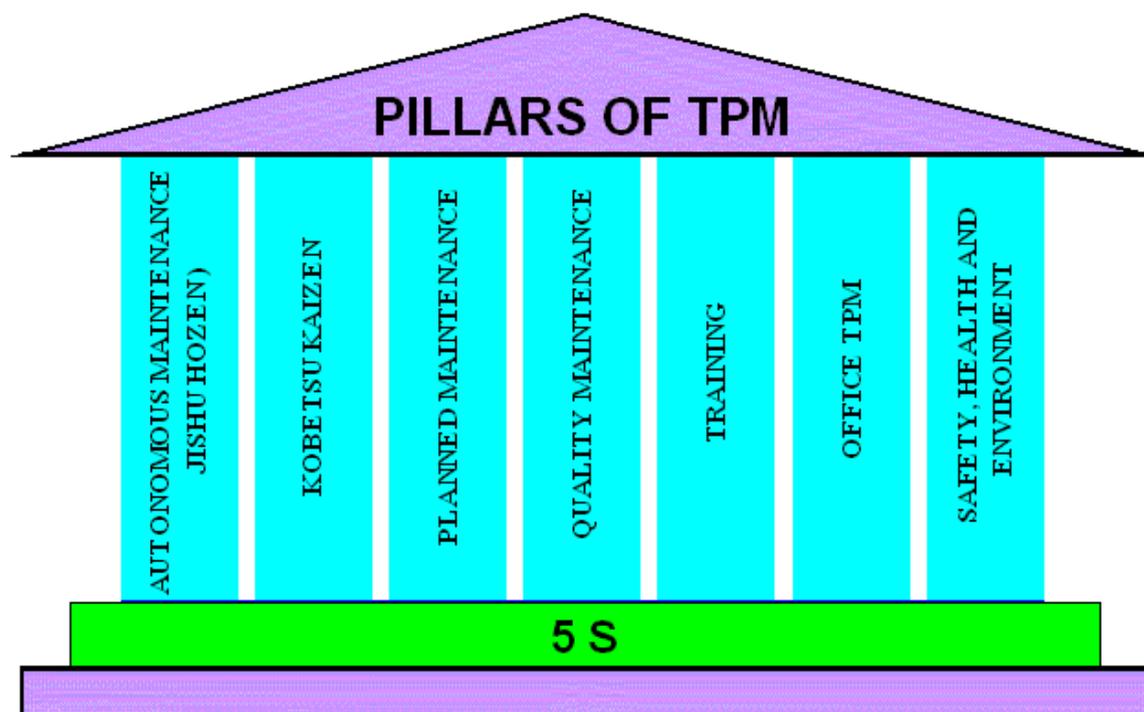
Figura 1. Pilares del TPM definidos por la empresa Kaizen



Fuente: <http://es.kaizen.com/total-productive-maintenance.html>

Anexo

Figura 2. Pilares del TPM definido por Venkatesh [32]



Fuente: http://www.plant-maintenance.com/maintenance_articles_tpm.shtml

Anexo

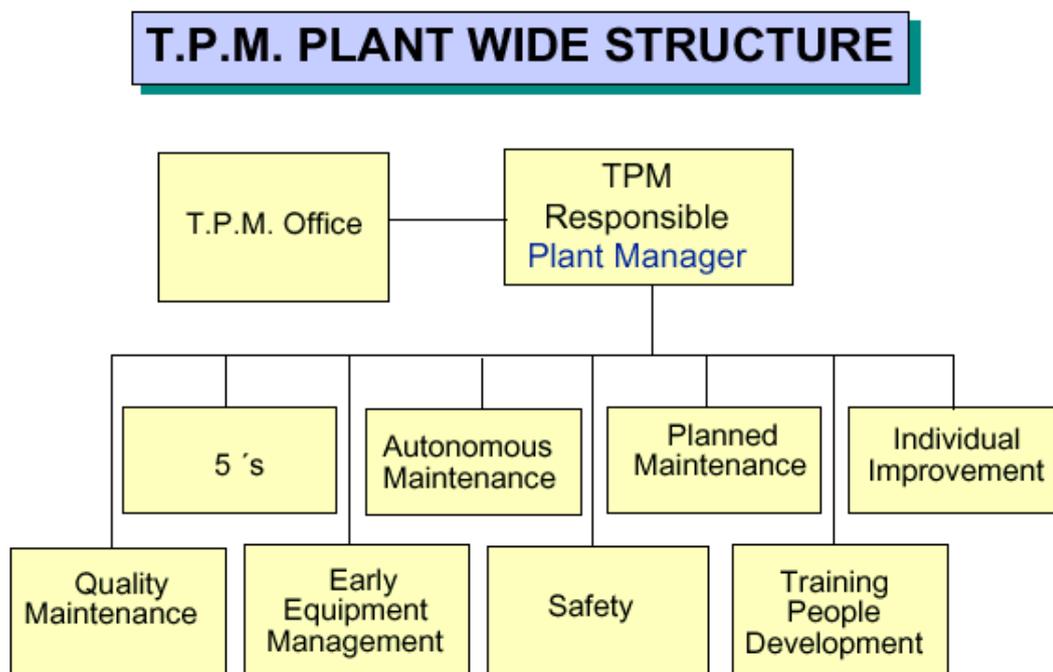
Figura 3. Fases del sistema de las 5 S.



Fuente: http://www.paritarios.cl/especial_introduccion_al_5s.htm

Anexo

Figura 4. Estructura de una planta con TPM implementado definido por Venkatesh [32]



Fuente: http://www.plant-maintenance.com/maintenance_articles_tpm.shtml