

**CENTRO UNIVERSITARIO DE SANCTI SPIRITUS JOSÉ MARTÍ**

**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y FINANZAS  
CENTRO DE ESTUDIO EN TÉCNICAS AVANZADAS DE DIRECCIÓN  
SANCTI SPIRITUS**

**MAESTRÍA EN DIRECCIÓN**

**TESIS EN OPCION DEL GRADO CIENTIFICO  
DE MASTER**

**Título:**

**Diseño e implementación de un Procedimiento específico en el Proceso de Mantenimiento Preventivo Planificado para lograr la mejora continua del equipamiento de la industria del CAI Arrocerero “Sur del Jíbaro” .Aplicación Molino SATAKE Las Nuevas.**

**Autor: Ing. Pedro Hermes Ramos Acevedo**

**Tutor: Dr. C. Eberto Pablo Gutiérrez Morales**

## Índice

Introducción.....	4
1. Capítulo 1: Marco Teórico-Referencial de la Investigación.....	9
1.1. Introducción.....	9
1.2. Mantenimiento.....	10
1.2.1. Breve Historia del Mantenimiento.....	12
1.2.2. Objetivos del mantenimiento.....	13
1.2.3. Tarea del Mantenimiento .....	14
1.2.4. Tipos de Mantenimiento.....	16
1.3. Proceso de Mantenimiento.....	27
1.4. La Mejora Continua.....	30
1.4.1. Beneficios que aporta la Mejora Continua.....	31
1.4.2. Aplicar la Mejora Continua conduce a:.....	32
1.4.3. Por que es necesario aplicar la Mejora Continua.....	33
1.4.4. La Mejora Continua en los Servicios.....	36
2. Capítulo 2: Fundamentación teórica del procedimiento propuesto.....	41
2.1. Introducción.....	41
2.2. Propuesta del proceso de Mantenimiento Preventivo Planificado (M.P.P). .....	41
2.3. Etapas para la implementación del proceso de M.P.P propuesto por el autor.....	44
2.3.1. Etapa de Planificación y Programación .....	45
2.3.2. Etapa de Inspección y Diagnóstico.....	51
2.3.3. Etapa de Mantenimiento.....	57
2.3.4. Etapa de Reparación.....	61
2.3.5. Etapa complementaria. Evaluación del estado técnico de la instalación....	64
3. Capítulo 3: Diseño e implementación del proceso de MPP para la mejora continua del equipamiento.....	70
3.1. Introducción.....	70
3.2. Selección del proceso de Mantenimiento Preventivo Planificado (M.P.P). En el molino SATAKE LAS NUEVAS .....	70
3.3. Implementación del proceso de M.P.P. y resultados obtenidos en el Molino “Las Nuevas”.....	75

3.3.1. Implementación y Resultados obtenidos de la Etapa de Planificación y Programación.....	75
3.3.2. Implementación y Resultados obtenidos en la Etapa de Inspección y Diagnóstico.....	80
3.3.3. Implementación y Resultados obtenidos en la etapa de Mantenimiento ...	84
3.3.4. Implementación y Resultados obtenidos de la Etapa de Reparación. ....	90
3.3.5. Implementación y resultados obtenidos de la Etapa de Evaluación del estado técnico de la instalación.....	96
3.4. Resultados obtenidos con la Implementación del proceso en el Molino SATAKE “LAS NUEVAS”.....	99
- Conclusiones .....	101
- Recomendaciones .....	102
- Bibliografía.....	103
- Anexos .....	104

## INTRODUCCIÓN

De la penumbra que ofrece cierta zona de la industria en relación con los costos, la producción y la calidad, puja por salir la natural y a veces incomprendida función del **mantenimiento**. Al parecer, por elemental se le subestima y llega a creerse que es una opción que se toma o se deja. Y que en caso de aceptarla cualquiera tiene competencia para planificar, proyectar y ejecutar las acciones sobre la maquinaria de instalaciones fabriles o de servicio.

El proyecto que se desarrolla está encaminado a lograr implementar un **proceso de mantenimiento** en la rama fabril del CAI Arrocero sur del Jíbaro que de respuesta a la **mejora continua** de un equipamiento que ya cuenta con varios años de explotación y como la mayoría de la industria cubana con la caída del campo socialista y la permanencia del bloqueo se ha visto afectada por la limitación de recursos materiales, la pérdida de vitales tradiciones técnico-culturales, la ausencia de documentación técnica y el desconocimiento de los costos de mantenimiento. Ciertamente en la mayoría de casos, la pérdida de producción, consecuencia de ineficaces concepciones aplicadas al equipamiento adquieren valores monetarios elevados y el deterioro de elementos y sistemas que es necesario reponer.

Lo paradójico del tema es que la selección de una correcta estrategia de mantenimiento exige menos apoyo material que de conocimientos, organización y sistematicidad en el trabajo. Ahora bien, no se puede confundir: Los recursos son insustituibles pero si la política seguida es correcta estos serán mínimos. Es aquí donde la aplicación de un proceso de “**mejora continua**” juega un papel fundamental, pues es la acción del hombre la que predomina en la obtención de los resultados finales.

Un aspecto poco claro en ocasiones lo constituye la relación entre mantenimiento y producción y en muchas empresas se suele subordinar el área de mantenimiento a la producción. Sin embargo estas dos funciones son independientes e iguales en jerarquía ya que cualquier divorcio entre ellas es artificial, porque las dos funciones son (parafraseando la poesía) de un pájaro las dos alas. Por tanto, si lo principal es producir, entonces se esta diciendo que lo principal es mantener los medios de producción disponibles; y eso implica jerarquía, autoridad, e independencia para que el departamento de mantenimiento de cualquier empresa, según manifiesta una acertada tendencia la subordinación debe se a la

máxima dirección. Aunque lo ideal sería las relaciones de colaboración y respeto entre ambos grupos sin tener que recurrir a la dirección.

Como cualquier acción en la vida, la actividad de mantenimiento genera costos que no pueden soslayarse. La experiencia indica que es común en la industria que no se contabilicen o que se haga parcialmente, sin evaluación de los resultados. Tales acciones conducen al desconocimiento y la no influencia sobre los aspectos que disparan los desembolsos de esta actividad, que por extensión forma parte sensible del costo de producción. De aquí se desprende una idea esencial. Con un sistema que mejore la gestión de mantenimiento es posible disminuir el generalmente pesado costo de producción. Máxime si a la cuenta de mantenimiento va a parar también las pérdidas a consecuencia de averías imprevistas. Que estas últimas en el caso de ser muy frecuentes y costosas denotan unas veces la aplicación de la política del **no- mantenimiento**, y otras la imposición, a priori e incorrectamente, de una estrategia contra averías (correctiva) en máquinas insustituibles dentro del proceso productivo. Esto como ya se puede vislumbrar, trae consigo la mala calidad del proceso y de la producción misma, entregas a desatraso de los compromisos, un estigma de impotencia e ineficiencia que hiere la moral del colectivo de trabajadores y todo lo demás que puede derivarse. Tal situación conduce inevitablemente a la inflación de los costos de producción y a perder competitividad, con todas sus consecuencias para el país, la industria y los consumidores.

Hay situaciones donde el costo del **no-mantenimiento** se paga, en el mejor de los casos, con molestas afectaciones a las personas y el consiguiente desprestigio de las instituciones, y en lo peor de su variante, pudiera llegarse a la pérdida de vidas humanas, siendo esto un valor impagable y por demás evitable.

Mantenimiento no es enfrentarse a roturas consumadas ni es reparar cotidianamente. Por el contrario: **Prevención, predicción y mejoramiento**, son las palabras de pase que caracterizan actualmente a dicha función.

Para los tiempos actuales y futuros después de introducidas la informática y teniendo en cuenta nuestras condiciones, los actuales requerimientos de calidad y el desarrollo de la industria, el mantenimiento tiene que cumplir la función de velar entre otros factores por, mantener los costos competitivos, elevar la calidad, alcanzar altos índices de disponibilidad,

proteger el medio ambiente, predecir intervenciones, trabajar en la mejora continua del equipamiento, trabajar en la preparación del personal que ejecuta esta función y otros.

Como se ha visto la implementación de un proceso de mantenimiento en la industria del CAI Arrocero sur del Jíbaro constituye una necesidad de primer orden si se trata de rescatar una producción que en los últimos años se ha deprimido y que hoy se pretende elevar a niveles superiores incluso a las cifras históricas y las exigencias de calidad, también son superiores, teniendo en cuenta que la carencia de recursos ha afectado considerablemente el estado técnico de la maquinaria se ha escogido el mejoramiento continuo del equipamiento como objetivo principal de la implementación del proceso dentro del sin número de funciones que ya se ha planteado que tiene el mantenimiento.

**Situación problemática:**

- No existencia de un proceso para el mantenimiento.
- Deterioro de elementos y equipos.
- Altos costos de mantenimiento.
- Afectación de la producción por paradas imprevistas.
- Falta de preparación del personal que participa en el mantenimiento.

**Problema científico:** ¿Cómo lograr la mejora continua del equipamiento de la industria del CAI Arrocero Sur del Jíbaro a través del diseño e implementación de un procedimiento específico en el proceso de Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP).?

**Objeto teórico:** Estudiar y analizar en la literatura lo relacionado con el diseño e implementación de los procesos de mantenimiento existentes y los procesos de mejora continúa.

**Objeto de estudio práctico:** Estudiar y analizar en la literatura lo relacionado con el diseño e implementación de los procesos de mantenimiento existentes y los procesos de mejora continúa en el Molino Satake las Nuevas del CAI Arrocero sur del Jíbaro.

**Objetivo General:** Diseñar e implementar un procedimiento específico en el **Proceso de Mantenimiento Preventivo Planificado** para lograr una **Mejora continua** del equipamiento en la industria del CAI arrocero Sur del Jíbaro

**Objetivos específicos:**

- Estudiar y analizar la bibliografía existente sobre procedimientos en los Procesos de mantenimiento y Mejora continua del equipamiento.
- Proponer y fundamentar un procedimiento específico para el diseño en el proceso de MPP.
- Diseñar el procedimiento específico para el proceso de MPP.
- Implementar el proceso de MPP.
- Valorar los beneficios de la implementación del proceso de MPP.

**Hipótesis:** ¿El diseño e implementación de un procedimiento específico en el proceso de MPP en la industria del CAI Arrocero Sur del Jíbaro permitirá una mejora continua del equipamiento instalado?

**Justificación de la investigación:**

**Significación teórica:** El estudio y análisis de la literatura relacionada con el diseño e implementación de un proceso de MPP y mejora continua del equipamiento permite dotarse de conocimiento y poder fundamentar el procedimiento propuesto.

**Significación Metodológica:** El ordenamiento estructural que compone el proceso permite de forma metódica ser utilizado en instalaciones similares.

**Significación práctica:** Queda demostrada la viabilidad del procedimiento propuesto para el proceso MPP en la industria del CAI Arrocero Sur del Jíbaro y con ello lograr la mejora continua del equipamiento.

**Significación económica:** La implementación de este proceso permite disminuir los costos de mantenimiento y alargar la vida de los equipos.

**Tipo de investigación:**

**TEORICA:** Se basa en el conocimiento teórico de los procesos de mantenimiento existentes así como el resultado obtenido con la aplicación de cada uno de ellos.

**DESCRIPTIVO:** Se realiza un diagnóstico y a partir de él se implementa un proceso de MPP que describe como se aplicará y se evaluará dicho proceso.

**CORRELACIONAL:** Se pone de manifiesto la correlación que existe entre las variables.

**Proceso de MPP y mejora continua del equipamiento**

**Resultados esperados:**

- Disminución de las paradas imprevistas.
- Aumento de la vida útil de los elementos.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Aumento de la producción.

**Variables y su operacionalización.**

<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Independiente.</b>	
Proceso de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"><li>* Mayor información sobre cada uno de los equipos</li><li>*Control general de los costos de mantenimiento.</li><li>*Restablecimiento de los parámetros tecnológicos perdidos.</li><li>*Selección del personal que participa en el proceso.</li></ul>
<b>Dependiente.</b>	
Mejora continua del equipamiento	<ul style="list-style-type: none"><li>* Disminución de las paradas imprevistas.</li><li>*Aumento de la vida útil de los elementos.</li><li>* Aumento de la calidad de los productos.</li><li>*Disminución de los costos de mantenimiento.</li><li>*Aumento de la producción</li></ul>

## Capítulo 1: Marco teórico-Referencial de la Investigación.

### 1.1. Introducción.

En el presente capítulo se realiza primeramente un minucioso análisis de la bibliografía existente en el mundo actual sobre los PROCESOS DE MANTENIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DEL EQUIPAMIENTO con la finalidad de construir el marco teórico – referencial de la investigación.

En este capítulo se da una caracterización general del mantenimiento que como es sabido se encuentra presente en todas las esferas de la vida, se habla de sus características, historia, clasificación y por último se hace referencia a un tipo de mantenimiento que aunque es considerado por algunos autores como una filosofía y no como un tipo de mantenimiento (SENA, 1986) se está aplicando en el mundo desarrollado con muy buenos resultados. En este capítulo también se hace referencia a los procesos de mantenimiento y porque son la vía de lograr una mejora continua del equipamiento, concepto al que también se dedica un epígrafe. De esta forma queda constituido el hilo conductor de la investigación que incluye además la selección del proceso de MPP, su implementación y la evaluación de los resultados según se presenta en la (FIG .1)

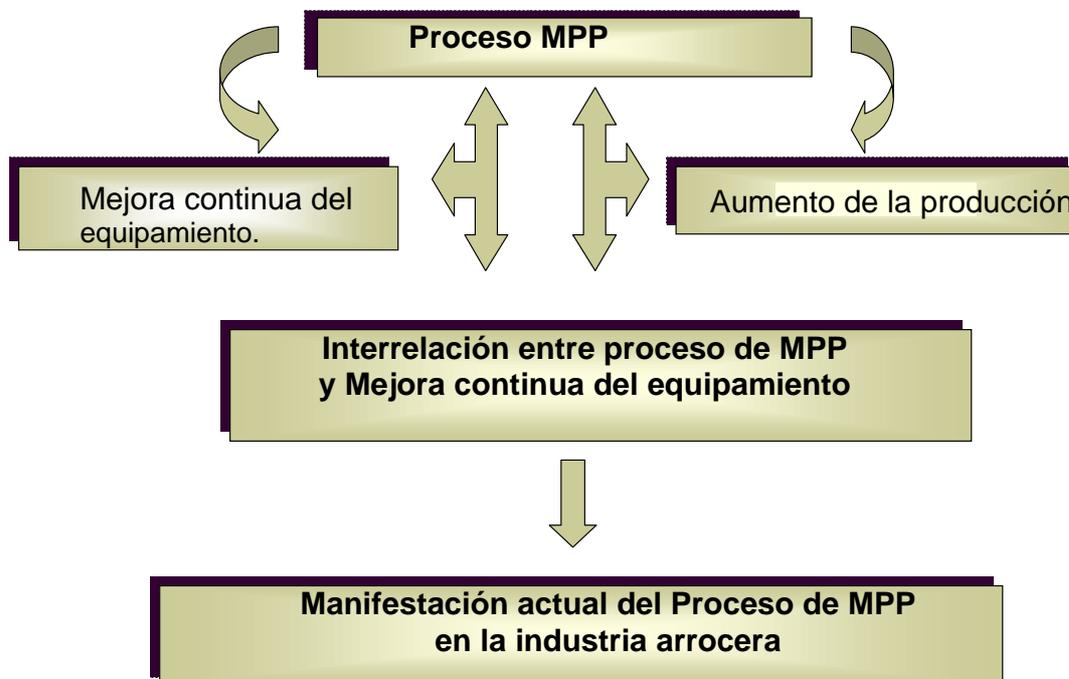


Fig. 1.1 Hilo conductor del marco teórico referencial de la investigación.

Por último también se hace una valoración de la situación actual que presenta la industria arrocera cubana y la necesidad de aplicar un proceso de mantenimiento que logre una mejora continua de equipamiento instalado.

## **1.2 MANTENIMIENTO.**

De la penumbra que ofrece cierta zona de la industria en relación con los costos y la calidad, Puja por salir la natural y a veces incomprensible función del **mantenimiento. (SEXTO 1999)**. Al parecer, por elemental se le subestima y llega a creerse que es una opción que se toma o se deja. Y que en caso de aceptarla cualquiera tiene competencia para planificar, proyectar y ejecutar las acciones sobre la maquinaria de instalaciones fabriles o de servicio.

El mantenimiento no es una función “miscelánea”, produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. (MOLINA. 1999)

Para nadie es un secreto la exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa en mucho nuestra capacidad de respuesta. En este panorama estamos inmersos y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado pero ahora cobran mayor relevancia.

Particularmente, la imperativa necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados.

Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó la empresa a centrar sus esfuerzos de mejora, y con ello los recursos, en 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, sabemos que la curva de mejoras incrementales después de un largo período es difícilmente sensible, a esto se une la filosofía de calidad total, y todas las tendencias que trajo consigo que evidencian la integración del compromiso y esfuerzo de todas sus unidades.

Esta realidad ha volcado la atención sobre un área relegada: el mantenimiento. Ahora bien, ¿cuál es la participación del mantenimiento en el éxito o fracaso de una empresa? Por estudios comprobados se sabe que incide en:

Costos de producción.

Calidad del producto o servicio.

Capacidad operacional

Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado:

Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.

Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

Como se desprende de argumentos de tal peso, " El **mantenimiento** no es una función "miscelánea", produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. Ahora bien, ¿dónde y cómo empezar a potenciar a nuestro favor estas oportunidades? Quizás aquí pueda encontrar algunas pautas.

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas preventivos y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

**Una organización de mantenimiento** puede ser de diversos tipos, pero en todos ellos aparecen los tres componentes siguientes

1. **Recursos:** comprende personal, repuestos y herramientas, con un tamaño, composición, localización y movimientos determinados.
2. **Administración:** una estructura jerárquica con autoridad y responsabilidad que decida que trabajo se harán, y cuando y como debe llevarse a cabo.
3. **Planificación del trabajo y sistema de control:** un mecanismo para planificar y programar el trabajo y garantizar la recuperación de la información necesaria para que el esfuerzo de mantenimiento se dirija correctamente hacia el objetivo definido

La totalidad del sistema de mantenimiento es un organismo en continua evolución, cuya organización necesitara una modificación continua como respuesta a unos requisitos cambiantes. Como el objetivo principal de la organización es hacer corresponder los recursos con la carga de trabajo, es preciso considerar estas características antes de detallar los tres componentes básicos mencionados.

## **Método de Implementación de un proceso de Mantenimiento**

- ✚ Análisis situación actual
- ✚ definir política de mantenimiento
- ✚ establecer y definir grupos pilotos para realización de pruebas
- ✚ recopilar y ordenar datos grupos pilotos
- ✚ procesar información
- ✚ analizar resultados
- ✚ readaptación del sistema mejora continua
- ✚ ampliar gestión a más grupo

La **Administración** es uno de los componentes de la organización del mantenimiento que más atención debe prestarse pues pueden estar todos los recursos y además estar bien planificado pero si no existe una buena administración el proceso de mantenimiento que se siga esta condenado al fracaso es por eso que todo proceso debe estar bien organizado por rangos jerárquicos como se muestra en la FIG 2 (MOLINA 1999) (Anexo I.1)

El mantenimiento de equipos, infraestructuras, herramientas, maquinaria, etc. representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario a quien esta inversión se le revertirá en mejoras en su producción, sino también el ahorro que representa tener trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos.

El mantenimiento representa un arma importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. También el mantener las áreas y ambientes de trabajo con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. es parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo.

### **1.2.1 BREVE HISTORIA DEL MANTENIMIENTO.**

A finales del siglo XVIII y comienzo del siglo XIX durante la revolución industrial, con las primeras máquinas se iniciaron los trabajos de reparación, el inicio de los conceptos de competitividad de costos, planteó en las grandes empresas, las primeras preocupaciones hacia las fallas o paros que se producían en la producción. Hacia los años 20 ya aparecen las primeras estadísticas sobre tasas de falla en motores y equipos de aviación.

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas preventivos y el control del correctivo hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento. Es la filosofía de la terotecnología. Todo ello ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información.

En Cuba Es conocida la introducción extensiva del Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP) en el año 1961. Concepción que significaba un salto de calidad en la explotación de máquinas y que por el 1910 había sido ensayada por Henry Ford, magnate de la naciente industria automovilística norteamericana. Con la entrada en el país del MPP, se implementó una política de generalización. Cada ministerio intentó adaptarlo a sus condiciones concretas con resultados relativamente satisfactorios. Sin embargo, como bien sintetiza la sabiduría popular: nada es perfecto. Y el MPP no ha podido esconder sus principales desventajas que se manifiestan con el deterioro de mecanismos y sistemas, a causa de los continuos montajes y desmontajes para garantizar las operaciones profilácticas. Y en segundo término no aprovecha la total vida útil de los elementos al ser sustituidos con antelación a su vencimiento, requiriendo gran cantidad de repuesto y por tanto un aumento en el costo de mantenimiento

### **1.2.2-. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO**

El diseño e implementación de cualquier proceso organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, de que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos

- 1-. Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- 2-. Disminución de los costos de mantenimiento.
- 3-. Optimización de los recursos humanos.
- 4-. Maximización de la vida de la máquina.
- 5-. Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes prestados.
- 6-. Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- 7-. Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- 8-. Evitar accidentes.
- 9-. Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- 10-. Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- 11-. Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- 12-. Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

### **1.2.3-. TAREA DE MANTENIMIENTO.**

Una tarea de mantenimiento es el conjunto de actividades que debe realizarse para mantener la funcionalidad del elemento o sistema. (J.Knezevic 1996)

De esta forma la entrada para el proceso de mantenimiento está representada por la necesidad de ejecución de una tarea específica a fin de que el usuario la funcionalidad del elemento o sistema, mientras que la salida es la propia realización de la tarea de mantenimiento, como se muestra en la FIG 3. (ANEXO I.2). Es necesario fijarse que cada tarea específica requiere recursos específicos para su finalización, llamados recursos para la tarea de mantenimiento. También es importante recordar que cada tarea se realiza en un entorno específico, por ejemplo a bordo de un barco, bajo lluvia o nieve, en condiciones de

guerra, radiación solar, humedad, temperatura y situaciones similares que pueden tener un impacto significativo en la seguridad, precisión y facilidad para la finalización de la tarea.

Para ilustrar el anterior concepto se usará una tarea de mantenimiento muy simple.

Está relacionada con el cambio de una rueda de un auto. El objetivo de esta tarea es recuperar la funcionalidad de un neumático defectuoso, reemplazando el conjunto de rueda y neumático por uno funcional. La lista de actividades especificadas que deben ser realizadas en secuencia aparece en la tabla No 1.

Las taras de mantenimiento, como ésta por ejemplo, vienen especificadas en el manual del usuario que se entrega al adquirir el auto, al comienzo de la operación del sistema. Así mismo, todos los recursos de mantenimiento precisos para la adecuada realización de las tareas que se considera pueden ser llevados por el usuario, se los ha proporcionado el fabricante del auto, como parte del conjunto.

No de orden.	Descripción de la actividad
1	Sacar la rueda de repuesto del maletero
2	Retirar el embellecedor de la rueda.
3	Aflojar los cuatro pernos de la rueda.
4	Colocar y encajar el gato.
5	Levantar el coche.
6	Quitar los pernos y retirar la rueda.
7	Reemplazar la rueda y apretar a mano los pernos.
8	Bajar el gato.
9	Apretar los cuatro pernos.
10	Colocar la rueda sustituida y el gato en el maletero.

TABLA No 1. Lista de actividades coherentes de un mantenimiento.

Es necesario recalcar que el número de actividades componentes, su orden, así como número, tipo y cantidad de recursos requeridos dependen principalmente de las decisiones adoptadas en la fase de diseño del elemento o sistema. En cierto modo, el orden de magnitud del tiempo requerido para la recuperación de la funcionalidad (5 minutos, 5 horas ó dos días.) solo se puede decidir al principio del proceso de diseño mediante decisiones relacionadas con la complejidad de la tarea de mantenimiento, la accesibilidad de los

elementos, la seguridad de la recuperación la capacidad de prueba, la localización física del elemento; lo mismo ocurre con las decisiones relacionadas con los requisitos de los recursos de apoyo al mantenimiento (instalaciones, repuestos, herramientas, personal, etc. ). Este tipo de análisis llevado a cabo por el equipo de proyectistas se conoce como análisis de mantenibilidad, mientras que las características del producto que son su consecuencia, se conoce como **mantenibilidad**.

El tiempo de la tarea de mantenimiento esta relacionado directamente con tres factores por lo que la misma tarea puede durar diferente tiempo en función de:

1-. FACTORES PERSONALES: Representan la influencia de la habilidad, motivación, experiencia, actitud, capacidad física, vista, autodisciplina, formación profesional, responsabilidad, y otras características relacionadas con el personal.

2-. FACTORES CONDICIONALES: Representan la influencia del entorno operativo y las consecuencias que ha producido el fallo en la condición física, forma, geometría y características similares del elemento o sistema sometido al mantenimiento.

3-. FACTORES DE ENTORNO. Reflejan la influencia de aspectos como temperatura, humedad, ruido, iluminación, vibración, momento del día, época del año, viento, etc. en el personal de mantenimiento durante la ejecución de la tarea.

#### **1.2.4-. TIPOS DE MANTENIMIENTO.**

Como ha podido apreciarse en el epígrafe anterior la tarea de mantenimiento es una actividad compleja y esta asociado a múltiples factores, en función del tiempo, el personal que lo planifica, el personal que lo ejecuta, los recursos con que se cuenta, las condiciones de diseño, las condiciones del entorno y la no menos importante el tipo de tarea de mantenimiento que se pretende ejecutar ya que en función de todos estos factores y otros que no se han mencionado pero que juegan un papel muy importante como el factor económico se decide que **tipo** de mantenimiento se aplicará a cada uno de los elementos o sistemas que necesitan recuperar su funcionalidad. FIG 4 (ANEXO I.3).

#### 1.2.4.1-. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

El mantenimiento correctivo o curativo como también se conoce en algunas literaturas (Olarte 2004) son las tareas de mantenimiento que se realizan con la intención de recuperar la funcionalidad del elemento o sistema, tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o las prestaciones que se requieren de forma imprevista. Una tarea de mantenimiento correctivo típica consta de las siguientes actividades:

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

El mantenimiento correctivo aunque siempre se ejecuta ante una parada imprevista también puede ser planificado en función de la emergencia que represente la rotura así por ejemplo existen dos tipos de mantenimiento correctivo.

##### 1.2.4.1.1 Mantenimiento correctivo no planificado:

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

En el caso de ejemplo, la detección de la fuga de gas compromete a la Gerencia a tomar la decisión de reparar la pérdida de gas, actuando ante una emergencia (generalmente **la detección** de un gas combustible, implica la existencia de una concentración peligrosa en el aire ambiente, la cual es explosiva).

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

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

Otro inconveniente de este sistema, es que debería disponerse inmovilizado un capital importante invertido en piezas de repuesto visto que la adquisición de muchos elementos que pueden fallar, suele requerir una gestión de compra y entrega no compatible en tiempo con la necesidad de contar con el bien en operación (por ejemplo: caso de equipos discontinuados de fabricación, partes importadas, desaparición del fabricante).

Por último, con referencia al personal que ejecuta el servicio, no quedan dudas que debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad pues las fallas deben ser corregidas de inmediato. Generalmente se agrupa al personal en forma de cuadrillas.

#### **1.2.4.1.2 Mantenimiento correctivo planificado:**

Se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente. Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.

La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción. En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, vamos acumulando tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda tarea que no se podría hacer con el equipo en funcionamiento.

Lógicamente, se aprovecha para las paradas, horas en contra turno, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

Para el caso del ejemplo, podemos diferir hasta el fin de semana, en horas diurnas, la reparación de la chapa perforada si las condiciones del tiempo permiten realizarla.

Mientras tanto, debido a la zona en que ocurrió el hecho, probablemente no se haga más que trasladar los elementos que pudieran encontrarse cerca del patio interior y/o cubrirlos adecuadamente.

El mantenimiento correctivo ha sido un tema polémico entre los empresarios ya que unos consideran este proceso como más económico otros lo consideran más peligroso en cuanto a esto se debe aclarar que una adecuada gestión de mantenimiento debe reducir el mantenimiento correctivo al nivel óptimo sin descuidar que es imposible eliminarlo totalmente por lo tanto una gestión correcta debe extraer conclusiones de cada parada e intentar reparar la avería de forma definitiva ya sea en el mismo momento o programando un paro.

Este proceso como otros que se aplican en la maquinaria o los servicios para recuperar la funcionalidad de un elemento o sistema tiene ventajas y desventajas que debe conocer el personal encargado de tomar la decisión de cual de los procesos debe aplicarse.

#### VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

- Sí el equipo está preparado la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será en un tiempo mínimo.
- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción donde la aplicación de otro sistema sería poco económica.
- Es un sistema más económico en cuanto al uso de los elementos o piezas ya que con el mismo se logra utilizar totalmente la vida útil de la misma.

#### DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

- El fallo de un elemento puede a su vez acarrear daños a otros elementos del sistema o al sistema mismo.
- Los análisis de los costos de mantenimiento han demostrado que una reparación realizada tras un fallo, será normalmente tres o cuatro veces más cara que si se hubiera realizado tareas de mantenimiento preventivo.
- Como el tiempo de aparición del fallo es incierto no puede planearse la tarea de mantenimiento, por lo que deben esperarse mayores tiempos de inmovilización, debido a la indisponibilidad de los recursos (repuestos, personal, herramientas, etc.)
- Esta tarea resulta más costosa, no solo por las pérdidas directas sino también las pérdidas indirectas en que se incurre, como son la pérdida de producción, la pérdida de prestigio e incluso pérdida de calidad en la producción y los servicios.
- Esta tarea obliga a la gerencia de mantenimiento a mantener un grupo de piezas de repuesto en el sitio que en ocasiones están inmovilizadas y en otros casos no existen a la hora del fallo.

- Por último y considerado por muchos autores como la mayor desventajas esta la posibilidad de provocar accidentes que en muchas esferas de la mecanización podrían ser fatales como por solo citar un ejemplo en la aviación.

Después de hacer un balance de las ventajas y desventajas que reporta esta tarea de mantenimiento no cabe dudas que siempre que sea posible se debe acudir a otro tipo de tarea de mantenimiento. Sin descartar que en muchas ocasiones y teniendo en cuenta la influencia del entorno como ya se ha valorado es necesario aplicarla.

#### **1.2.4.2- MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO.**

“El mantenimiento Preventivo planificado (M.P.P) es la restauración de la capacidad de trabajo de las máquinas (Precisión, potencia, funcionabilidad y productividad) mediante mantenimiento teórico racional, cambio y reparación de las piezas y conjuntos desgastados, realizados bajo un plan elaborado con anterioridad” (Kovtun. 1977)

El Mantenimiento Preventivo no es un método o procedimiento que se deba seguir al pie de la letra. Es más bien una ideología que formula unos principios básicos que cada persona interpreta y adecua a sus propias necesidades, según el tipo de empresa y de equipos, pero siguiendo los siguientes principios básicos:

##### **Principios básicos de mantenimiento preventivo.**

1. Inspecciones programadas para buscar evidencia de falla de equipos o instalaciones, para corregirlas en un lapso de tiempo que permita programar la reparación, sin que haya paro intempestivo.
2. Actividades repetitivas de Inspección, lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza.
3. Programación de esas actividades repetitivas con base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales, anuales, etc.
4. Programación de actividades repetitivas en fechas calendario perfectamente definidas, siguiendo la programación de frecuencias de actividades, que deberán respetarse o reprogramarse en casos excepcionales.
5. Control de esas actividades repetitivas con base a formatos de ficha técnica, ordenes o solicitud de trabajo, hoja de vida, programa de Inspección, programa de lubricación, programa de calibraciones, etc.

La tarea de mantenimiento preventivo es una tarea que se realiza para reducir la probabilidad de fallo del elemento o sistema, o para maximizar el beneficio operativo. Una tarea de mantenimiento preventivo típica consta de las siguientes actividades.

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

En el (ANEXO 1.5) se muestra la representación gráfica de una tarea de mantenimiento preventivo. El tiempo transcurrido necesario para la conclusión con éxito de la tarea se representa como TM.

#### **1.2.4.2.1-. Ventajas de un proceso preventivo de mantenimiento**

Un proceso de Mantenimiento Preventivo tiene entre otras las siguientes ventajas:

1. Con el tiempo se disminuyen los paros imprevistos de equipos, que son reemplazados por paros programados.
2. Se mejora notoriamente la eficiencia de los equipos y por lo tanto de la producción.
3. Mejora notablemente la imagen del Departamento de Mantenimiento, al entregar reparaciones más confiables.
4. Después del tiempo de estabilización del programa, se obtiene una reducción real de costos:

Al disminuir las fallas repetitivas.

- Por disminución de duplicación de reparaciones: una para desarmar el equipo y otra para repararlo adecuadamente.
- Por disminución de grandes reparaciones, al programar oportunamente las fallas incipientes.
- Por mejor control del trabajo debido a la utilización de programas y procedimientos adecuados.
- Menores costos de producción por menos cantidad de productos defectuosos, debido a la correcta graduación de los equipos.
- Por disminución de los pagos por tiempo extra al disminuir los paros intempestivos.

- Por disminución de accidentes durante la ejecución de mantenimientos, debido al trabajo programado según procedimientos escritos y no trabajos de emergencia bajo alta presión, para entregar el equipo lo más pronto posible.

#### **1.2.4.2.2 Desventajas de un programa preventivo de mantenimiento**

No obstante al numeroso grupo de ventajas que se han enumerado anteriormente y que supera considerablemente las ventajas del mantenimiento correctivo un sistema de este tipo tiene también un grupo de desventajas que deben ser valoradas por la gerencia de mantenimiento que decida que programa aplicar.

1. Inicialmente pueden aumentarse aparentemente los costos de mantenimiento. Debido a que se deben seguir programas de frecuencias y fechas calendario que antes no se llevaban a cabo, sino que se trabajaba, hasta que el equipo se dañara. Igualmente los costos de lubricantes y otros insumos posiblemente aumenten, ya que anteriormente no se gastaban con la frecuencia requerida para lograr el correcto funcionamiento del equipo.
2. Se generan costos administrativos por el diseño de formatos, registro de equipos, búsqueda de información consignación de datos, programación., etc. Posiblemente se requiera como mínimo, una persona adicional para encargarse de esas labores.
3. Cuando se requieran operarios para desarrollar trabajos de mantenimiento correctivo, al comienzo del programa preventivo, éstos pueden estar ocupados en trabajos programados de mantenimiento preventivo.
4. Posiblemente se debe parar más veces la producción que antes, al menos inicialmente, para cumplir los programas de inspecciones, lubricación etc. Sin embargo estos paros serán programados, permitiendo a producción adecuar sus propios programas con la debida anticipación.
5. Como no todos los equipos se pueden incluir inicialmente en un programa preventivo, cuando fallen algunos y se deba realizar mantenimiento correctivo, se pueden generar críticas destructivas del programa.
6. Si no se respetan las fechas y frecuencias programadas, el programa no funcionará.
7. El líder de un programa preventivo debe tener una excelente comunicación y relaciones con todos los departamentos de la empresa.
8. No se pueden esperar resultados importantes hasta después de 1 año de implementación de un programa de Mantenimiento Preventivo.

#### **1.2.4.3-. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.**

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta ocurra. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. (Mc Graw-Hill. 1984) .Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitoreo de parámetros físicos.

Tradicionalmente las políticas de mantenimiento preventivo y correctivo han sido preferidas por los gerentes del mantenimiento. Sin embargo, durante los últimos 20 años, muchas organizaciones industriales han reconocido los inconvenientes de estos métodos. Por tanto, la necesidad de proporcionar seguridad y de reducir el costo de mantenimiento, ha llevado aun interés creciente en políticas de mantenimiento alternativas. Entonces, el método que aparece ser más atractivo para minimizar las limitaciones de las tareas de mantenimiento existentes es la política de mantenimiento predictivo o condicional como también se conoce. (J.Knezevic 1996)

Este procedimiento reconoce que la razón principal para realizar el mantenimiento es el cambio en la condición y/o en las prestaciones, y que la ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo debe estar basada en el estado real del elemento o sistema, De esta forma, mediante la vigilancia de ciertos parámetros sería posible identificar el momento más conveniente en que se deben realizar las tareas de mantenimiento preventivo.

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

La tarea de mantenimiento condicional se basa en actividades de vigilancia de la condición que se realiza para determinar el estado físico de un elemento o sistema. Por tanto, el objetivo de la vigilancia de la condición, sea cual sea su forma, es la observación de los parámetro que suministran información sobre los cambios y/o en las prestaciones del elemento o sistema. La filosofía de la vigilancia de la condición es por tanto la evaluación de la condición en es momento del elemento o sistema, mediante el uso de técnicas, para determinar la necesidad de realizar una tarea de mantenimiento preventivo, que pueden variar desde los simples sentidos humanos, vibraciones, temperatura, olor, etc. hasta un instrumental complejo.

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

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

En la FIG 7. Se muestra una representación gráfica de la tarea de mantenimiento condicional. La duración de la tarea TM indica el tiempo transcurrido necesario para la conclusión con éxito de la tarea. (ANEXO I.6).

#### **1.2.4.3.1 Ventajas de una tarea de mantenimiento condicional.**

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

- 1-. Detección, lo más pronto posible, del deterioro en la condición y/o en las prestaciones De un elemento o sistema.
- 2-. Reducción del tiempo de inmovilización de los sistemas, ya que los ingenieros de mantenimiento pueden determinar el intervalo de mantenimiento óptimo, a través de la condición de los elementos componentes. Esto permite una mejor planificación del mantenimiento y un uso más eficaz de los recursos.
- 3-. Mejora de la seguridad, ya que las técnicas de vigilancia permiten al usuario detener el sistema antes de que se produzca un fallo.
- 4-. Aumento de la disponibilidad, al poder mantener los sistemas funcionando durante más tiempo.
- 5-. Obliga al personal de mantenimiento dominar el proceso y a tener unos datos técnicos, que nos comprometerá con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.

#### **1.2.4.3.2-. Desventajas y limitaciones del mantenimiento predictivo o condicional.**

Como puede apreciarse este método exhibe un grupo de ventajas que lo colocarían como un método ideal de mantenimiento ya que aparentemente resuelve todas las limitaciones que se han planteado en los casos anteriores, pero como todos los otros presenta un grupo de limitaciones que hay que valorar a la hora de elegir una tarea de mantenimiento u otra estas limitaciones se resumen en:

1-. La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores de vibraciones tienen un costo elevado. De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de datos.

2-. Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.

3-. Por todo ello la implantación de este sistema se justifica en máquinas o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionan grandes pérdidas, donde las paradas innecesarias ocasionen grandes costos.

#### **1.2.4.4-. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL. T.P.M**

Como ha podido apreciarse en los tres tipos de mantenimiento analizados anteriormente todos presentan ventajas y desventajas en relación de uno con los otros por lo que el personal debe analizar cada una de ellas cuando se decida aplicar una tarea de mantenimiento a un elemento, un sistema, una fábrica, una maquinaria, etc.

Como respuesta a estos sistemas nace en Japón en los años 70 un nuevo sistema que como bien se representa en el esquema donde se clasifican los tipos de mantenimiento, no es una forma nueva de hacer mantenimiento, **es una filosofía o forma de pensar que cambia nuestras actitudes en la búsqueda de la eficiencia y mejora continua de la maquinaria y de su entorno.** (J. Sánchez 1999).

Este sistema es una 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 es responsabilidad de todos"

Está orientado en 3 principios básicos:

**T.P.M.** = Principio Preventivo + Principio cero Defectos + Participación de Todos

El principio Preventivo implica implementar todos los programas y buscar los recursos necesarios para prevenir que:

- Los equipos fallen
- Que oculten problemas
- Que se presenten pérdidas de cualquier tipo
- Que se presenten accidentes
- Que se presenten defectos de calidad

El principio cero defectos implica implementar todos los programas y buscar los recursos necesarios para lograr.

- Cero defectos: 100 % Productos de Calidad
- Cero paradas de equipos: Cero paradas no planeadas
- Cero incidentes 1, cero accidentes,
- Cero desperdicios: Ningún retrabajo, ninguna pérdida de tiempo. Uso *electivo* de las destrezas y recursos-

Participación de todos implica involucrar a todo el personal de la empresa en las múltiples tareas que se derivan de los programas de T.P.M.

Todos trabajarán como un solo equipo tras una meta común, que es la licencia en todas las actividades y en la búsqueda de la mejora continua de las maquinas. Cada persona será líder de un proyecto o tarea específica, con roles que se pueden intercambiar según las necesidades de los programas de T.P.M.

El Mantenimiento Total Productivo está soportado en 10 grandes pilares o Programas generales:

**A. LIDERAZGO**

**B. ORGANIZACIÓN**

**C. ENFOQUE EN EL MEJORAMIENTO CONTINUO**

**D. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

**E. MANTENIMIENTO PROGRESIVO**

**F. EDUCACIÓN y ENTRENAMIENTO**

**G. MANEJO INICIAL DEL EQUIPO**

**H. CALIDAD DEL MANTENIMIENTO**

**I. ADMINISTRACIÓN y SOPORTE: T.P.M DE OFICINAS.**

**J. HIGIENE, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MANEJO AMBIENTAL**

### **FACTIBILIDAD DEL PROYECTO**

Como se ha visto de forma breve el T.P.M es un sistema que no debe perderse de vista cuando una empresa busque la perfección en la gestión del mantenimiento y esta demostrado su eficacia ya que a pesar de haber nacido en Japón en los años 70 hoy se extiende por todo el mundo y grandes empresas desarrolladas ya lo aplican, por ejemplo Ford, Eastman Kodak, Dana Corp., Allen Bradley, Harley Davidson; son solamente unas

pocas de las empresas que han implementado TPM con éxito. Todas ellas reportan una mayor productividad gracias a esta disciplina. Kodak por ejemplo, reporta que con 5 millones de dólares de inversión, logró aumentar sus utilidades en \$16 millones de beneficio directamente derivado de implementar TPM. Una fábrica de aparatos domésticos informa de la reducción en cambio de dados en sus troqueladoras de varias horas a sólo 20 minutos. Esto equivale a tener disponibles el equivalente a dos o tres máquinas más, con valor de un millón de dólares cada una, pero sin haber tenido que comprarlas o rentarlas. En algunas de sus divisiones, Texas Instrumentos reporta hasta un 80% de incrementos de su productividad. Prácticamente todas las empresas mencionadas aseguran haber reducido sus tiempos perdidos por fallas en el equipo en 50% o más, también reducción en inventarios de refacciones y mejoramiento en la puntualidad de sus entregas. La necesidad de subcontratar manufactura también se vio drásticamente reducida en la mayoría de ellas. Hoy con una competitividad mayor que nunca antes, es indudable que el TPM es la diferencia entre el éxito o el fracaso para muchas empresas. Ha quedado demostrada su eficacia no sólo en plantas industriales, también en la construcción, el mantenimiento de edificios, transportes y varias otras actividades incluidos varios deportes. Los empleados de todos los niveles deben ser educados y convencidos de que TPM no es "el programa del mes", sino que es un plan en el que los más altos niveles gerenciales se hallan comprometidos para siempre, incluida la gran inversión de tiempo mientras que dure su implementación. Si cada quien se compromete como debe, los resultados serán excelentes comparados con la inversión realizada.

### **1.3-. PROCESO DE MANTENIMIENTO.**

Hasta aquí se ha visto el mantenimiento como sistemas aislados, se han dado sus características, tipos, ventajas, desventajas, etc. En el presente epígrafe se pretende hacer un análisis del mantenimiento como proceso, para ello se debe partir de la definición de proceso que según (T.Galiana 1976) es:

**PROCESO.** Sucesión de fases que se reproducen regularmente en un fenómeno, en un procedimiento industrial, etc. Con el fin de transformar un elemento de entrada en uno de salida.

Como puede verse esta definición es muy amplia y puede aplicarse a cualquier rama de la ciencia en el caso que se trata la definición de proceso esta aplicada al mantenimiento industrial por lo que puede definirse el **PROCESO DE MANTENIMIENTO** Como:

Conjunto de tareas de mantenimiento realizadas por el usuario para mantener la funcionalidad de un elemento o sistema durante su vida útil u operativa. Teniendo en cuenta estas definiciones puede deducirse que todo usuario desea por razones obvias, que su sistema se mantenga en estado de funcionamiento durante tanto tiempo como sea posible. Para lograrlo, es necesario AYUDAR al sistema a mantener su funcionalidad durante la operación, realizando las tareas apropiadas. Esta es una de las diferencias principales entre un elemento creado por la naturaleza y un elemento creado por el hombre, ya que el primero es capaz, en la mayoría de los casos, de AYUDARSE a sí mismo, mientras que el segundo necesita una ayuda externa. Algunas de estas tareas son exigidas o sugeridas por los diseñadores o fabricantes. Sin embargo, a pesar de todas las tareas realizadas, no puede posponerse indefinidamente el momento en que el sistema deja de ser funcional. A partir de ahí, es necesario realizar otras tareas para que recupere su funcionamiento.

Esto conduce al concepto de mantenimiento que incluye todas las tareas que realiza el usuario para conservar el elemento o sistema en estado de funcionamiento, o para recuperarlo a ese estado. Por tanto, la entrada para el proceso de mantenimiento esta constituida por la funcionalidad de cualquier sistema humano, que debe ser conservada por el usuario, mientras que la salida del proceso consiste en el sistema funcional, como puede apreciarse en el (ANEXO I.7)

Cuando se analizan los objetivos de las tareas de mantenimiento realizadas durante un proceso de mantenimiento, es posible enumerarlas de la siguiente forma.

1-. Reducción del cambio de condición, con lo que se consigue un alargamiento de la vida operativa del sistema. Ejemplos típicos son: lavado, limpieza, pintura, filtrado, ajustes, lubricación, calibración, etc.

2-. Garantía de la fiabilidad y seguridad exigidas, lo que reduce la probabilidad de presencia de fallos. Las actividades más comunes de este tipo son: inspección, detección, exámenes, pruebas.

3-. Consecución de una tasa óptima de consumo para elementos como combustible, lubricantes, neumáticos etc., lo que contribuye al coste –eficacia del de operación.

4-. Recuperación de la funcionabilidad del sistema, una vez que se ha producido la transición al sistema de falla. Las actividades más frecuentemente realizadas para recuperar el funcionamiento son: sustitución, reparación, restauración, renovación, etc.

Es necesario hacer hincapié en que se necesitan ciertos recursos para facilitar este proceso. Como el fin principal de estos recursos es facilitar el proceso de mantenimiento, se les designará con el nombre de recurso de mantenimiento (MANINTENANCE RESOURCES, MR). Los recursos necesarios para la realización con éxito de toda tarea de mantenimiento pueden agruparse en las siguientes categorías:

a)-. Abastecimiento o aprovisionamiento: es un nombre genérico que incluye el suministro de todos los repuestos, elementos de reparación, combustibles, suministros especiales y artículos de inventarios necesarios para apoyar a los procesos de mantenimiento.

b)-. Equipos de prueba y apoyo: incluye todas las herramientas, equipos especiales de la condición, equipos de comprobación, metrología y calibración, bancos de mantenimiento, y equipos auxiliares de servicio necesario para apoyar alas tareas de mantenimiento asociadas al elemento o sistema.

c)-. Personal: se incluye el necesario para la instalación, comprobación, manejo y realización del mantenimiento del elemento o sistema y de los equipos necesarios de prueba y apoyo. Debe considerarse la forma específica del personal necesario para cada tarea de mantenimiento.

d)-. Instalaciones: Incluye las instalaciones especiales precisas para la ejecución de las tareas de mantenimiento. Deben considerarse las plantas industriales, edificios, edificaciones portátiles, fosos de inspección, diques secos, refugios, talleres de mantenimiento, laboratorios de calibración, y otras instalaciones

e)-. Datos técnicos: Procedimiento de comprobación, instrucciones de mantenimiento, procedimiento de revisiones generales, instrucciones de modificación, información sobre las instalaciones, planos y especificaciones que son necesarias para realizar las funciones de mantenimiento del sistema, tales datos no sólo se refieren al sistema, sino también al equipo de prueba y apoyo, transporte y manejo del equipo, equipo de instrucción e instalación.

f)-. Recursos informáticos: Comprende los ordenadores y sus accesorios, software, discos, cintas de programas, bases de datos, etc., necesarios para realizar las funciones de mantenimiento. Incluye toda la vigilancia de la condición como el diagnóstico.

Los procesos de mantenimiento, como tantos otros tienen sus propias restricciones. Las más frecuentes son:

- 1) Presupuesto
- 2) Programación, tiempo disponible
- 3) Reglamentaciones de seguridad.
- 4) Entorno, clima.
- 5) Lenguas extranjeras
- 6) Cultura/costumbres tradicionales.

Quando se analiza un proceso de mantenimiento es imperativo considerar tanto los recursos como las restricciones, a fin de conseguir un óptimo de unas operaciones tan complejas, que tienen un gran impacto en la seguridad, fiabilidad, costo, prestigio, y otras características decisivas para la conducción competitiva de las operaciones.

#### **1.4 – LA MEJORA CONTINUA.**

La continua mejora de los resultados de una organización es una tendencia que debe estar presente en cada una de las tareas que se realice ella trae aparejado un gran número de resultados que se traducen en aumento de la producción, aumento de la calidad de la producción o los servicios, capacidad y resultados de la organización, etc. Por esta razón debe ser el objetivo permanente de ella.

La excelencia, ha de alcanzarse mediante un proceso de mejora continua. Mejora, en todos los campos, de las capacidades del personal, eficiencia de la maquinaria, de las relaciones con el público, entre los miembros de la organización, con la sociedad. Y cuanto se les ocurra, que pueda mejorarse en una empresa, y redunde en una mejora de la calidad del producto. Que equivale a la satisfacción que el consumidor obtiene de su producto o servicio.

Técnicamente, puede haber dos clases de mejora de la calidad. Mediante un avance tecnológico, o mediante la mejora de todo el proceso productivo. A la hora de mejorar, es mejor centrarse en algunos aspectos, sin dispersar esfuerzos.

Si tecnológicamente no se puede mejorar, o no tiene un coste razonable, la única forma de mejorar el producto, es mediante un sistema de mejora continua. Siempre hay que intentar mejorar los resultados. Lo que lleva aparejada una dinámica continua de estudio, análisis, experiencias y soluciones, cuyo propio dinamismo tiene como consecuencia un proceso de mejora continua de la satisfacción del cliente.

La mejora continua, la entiendo como "mejora mañana lo que puedas mejorar hoy, pero mejora todos los días". Alcanzar los mejores resultados, no es labor de un día. Es un proceso progresivo en el que no puede haber retrocesos. Han de cumplirse los objetivos de la organización, y prepararse para los próximos requerimientos superiores. Por lo que necesitaremos obtener un rendimiento superior en nuestra tarea y resultados del conjunto de la organización.

Es mejor mejorar un poco día a día, y tomarlo como hábito, que dejar las cosas tal como están, tener altibajos. Lo peor es un rendimiento irregular. Con estas últimas situaciones, no se pueden predecir los resultados de la organización, porque los datos e información, no es fiable ni homogénea. Como conclusión, sin mejora continua no se puede garantizar un nivel de calidad. Tomar decisiones acertadas ni cumplir las metas y objetivos.

Como se ve, el mayor problema de la mejora continua. Es que cada vez exige más, y permite menos fallos. De forma que si este se produce. Puede llegar a ser catastrófico para el ítem. O para toda la organización. Por lo que aún pese a la dureza de la competencia del mercado. Conviene tener un margen de reserva de maniobra. En otras palabras. Atendiendo mas al largo que al corto plazo. Al contrario de la visión actual. Una última cuestión, acerca de la continua mejora de los resultados. Cuando se detecta un problema. La respuesta y solución, ha de ser inmediata. No nos podemos demorar, pues podría originar consecuencias desastrosas. Por ejemplo, acciones de la competencia. Problemas con los suministradores, con la maquinaria, con el personal.....

#### **1.4.1 BENEFICIOS QUE REPORTA LA MEJORA CONTINUA.**

##### **Beneficios claves del principio**

- La mejora del rendimiento mediante la mejora de las capacidades de la organización. Al disponer de una buena técnica difícilmente mejorable a un coste aceptable. Es mas barato intentar mejorar el producto final por otros métodos más económicas, e

igualmente eficaces. La organización, tiene un carácter social, puesta está formada por miembros con un mismo objetivo común. Mejorando la marcha de las relaciones de la organización, se mejora la capacidad de conseguir los objetivos y metas.

- Concordancia con la mejora de actividades a todos los niveles con los planes estratégicos de la organización. Han de mejorarse las actividades que realmente tengan influencia en la calidad final del producto. No han de desperdiciarse esfuerzos y recursos hacia mejorar los aspectos que no tengan relación con la consecución de los objetivos.
- Flexibilidad para reaccionar rápidamente ante las oportunidades  
Una buena forma de mejorar, es identificar y aprovecharse de las oportunidades. Si se requiere menos esfuerzo para conseguir la tarea, ¿Por qué vamos gastar más para obtener los mismos recursos y resultados? La mejora que supone aprovechar la oportunidad, hace más fácil la consecución de los objetivos de la organización.

#### **1.4.2.- Aplicar la mejora continua, conduce a:**

##### **Aplicar el principio de la mejora continua, habitualmente conduce a:**

- El empleo de toda una organización consistente, utilizando la mejora continua mejora el rendimiento de la organización con una sólida organización, que se adapte a las necesidades y expectativas del proceso productivo. Es más sencillo mejorar el rendimiento de la organización
- Proporcionar gente con entrenamiento en los métodos y herramientas del proceso de mejora continua  
Mediante la implicación y la mejora continua, los miembros de la organización pueden afrontar los cambios en la organización, y mejorar la técnica en el desarrollo de sus tareas
- Hace de la mejora continua de productos, procesos y sistemas un objetivo para cada individuo de la organización.

La mejora continua, ha de aplicarse a todos los miembros, resultados, componentes y procesos de la organización. Es algo en el que cada individuo debe de ser su propio líder, y obtener resultados.

- Establecer metas de guía, y medidas para continuar con la mejora continua  
Para proceder efectivamente a la mejora continua, hay que fijar nuevos objetivos que mejoren los resultados anteriores de la organización. Basándose en anteriores resultados, los datos y la experiencia. Este es el método para establecer la mejora continua.
- Reconociendo y aprendiendo de las mejoras.  
Hay que reconocer a los componentes de la organización sus mejoras, difundirlas y aprender de ellas. Con buena disposición en intención. El objetivo, es no retroceder en las conquistas de calidad.

#### **1.4.3-. POR QUÉ ES NECESARIO APLICAR LA MEJORA CONTINUA**

En mercados globalizados con un altísimo grado de competitividad, debido a la caída de las barreras aduaneras, la existencia de un sistema de información en tiempo real y de bajísimo costo, una fuerte convergencia de gustos estándares a nivel planetario, la creciente y cada vez más importante economía digital y el surgimiento de fuertes bloques regionales de libre comercio, hace imperiosa a las empresas la necesidad de mejorar de manera continua y sistemática.

Si bien siempre fue necesario aplicar la mejora continua, evitando quedar atrapado en los moldes que dieron origen a las pasadas victorias, hoy los cambios son más veloces y poderosos, razón por la cual continuar viendo los procesos con los paradigmas del pasado llevará a la empresa a la pérdida de competitividad y luego a su desaparición.

Es necesario reactualizar constantemente los paradigmas. Revisar y criticar éstos de manera permanente se hace una necesidad y una obligación.

La mejora continua implica alistar a todos los miembros de la empresa en una estrategia destinada a mejorar de manera sistemática los niveles de calidad y productividad, reduciendo los costos y tiempos de respuestas, mejorando los índices de satisfacción de los clientes y consumidores, para de esa forma mejorar los rendimientos sobre la inversión y la participación de la empresa en el mercado.

Mejorar de manera continua implica reducir constantemente los niveles de desperdicios, algo que se adecua a la época actual signada en la necesidad de salvaguardar los escasos recursos del planeta, pero también significa reducir continuamente los niveles de contaminación del medio ambiente, algo que es y será cada día más vital en un planeta sujeto a profundos y graves desequilibrios.

Pronto para acceder a préstamos bancarios no sólo será necesario presentar balances actualizados de la situación financiera, sino que se requerirá informes de auditores medioambientales que certifiquen la buena gestión que del cuidado del medio ambiente haga la empresa tanto en el desarrollo de sus procesos, como en el diseño de sus productos. Por tal motivo a los cuatro factores actualmente monitoreados en el Cuadro de Mando Integral, los cuales giran en torno a las perspectivas: Financiera, del Proceso Interno, del Cliente, y de Aprendizaje y Crecimiento del Personal, se sumará el correspondiente al Control de los Efectos en el Medio Ambiente, un aspecto plenamente contemplado por la Norma ISO 14000 y subsiguientes.

Responder a las necesidades de los clientes de poseer bienes y servicios a precios razonables, de calidad, que satisfagan los requerimientos, en cantidad y plazos adecuados, respetando el medio ambiente y evitando daños ecológicos y a la salud de las personas, implica sí o sí mejorar día a día para continuar siendo los mejores. Como en una competencia olímpica quien se conforma con sus anteriores récords está destinado a ser superado por sus competidores y alejarse de la posibilidad de subir al podio. En la economía de mercado subir al podio implica quedar con una importante participación del mercado. Debe recordarse que la mayor parte de dicha participación queda en manos de las primeras empresas posicionadas.

La Mejora Continua implica tanto la implantación de un Sistema, como así también el aprendizaje continuo de la organización, el seguimiento de una filosofía de gestión, y la participación activa de todo el personal. Las empresas no pueden seguir dando la ventaja de no utilizar plenamente la capacidad intelectual, creativa y la experiencia de todo su personal. Ha finalizado la hora en que unos pensaban y otros sólo trabajaban. Como en los deportes colectivos donde existía una figura pensante y otros corrían y se sacrificaban a su rededor, hoy ya en los equipos todos tienen el deber de pensar y correr. De igual forma como

producto de los cambios sociales y culturales, en las empresas todos tienen el deber de poner lo mejor de sí para el éxito de la corporación. Sus puestos de trabajo, su futuro y sus posibilidades de crecimiento de desarrollo personal y laboral dependen plenamente de ello. Hoy el personal debe participar de equipos de trabajo tales como los Círculos de Control de Calidad, los equipos de Benchmarking, los de Mejora de Procesos y Resolución de Problemas. Con distintas características, objetivos especiales y forma de accionar, todos tienen una meta fundamental similar: la mejora continua de los procesos, productos y servicios de la empresa.

Quedarse en viejos hábitos o procesos de trabajo, implica perder los mercados del exterior, pero también los mercados internos en manos de competidores del propio país o del exterior que de manera continua bajen los costos de sus productos y servicios, mejoren la calidad y tiempos de entrega, logrando de tal forma aumentar consistentemente el valor agregado para sus clientes y consumidores.

Si es tan evidente y necesaria la mejora continua, como es factible pues que muchos empresarios y directores de empresas se nieguen a verla y adoptarla, o dicho en otras palabras, porqué se niegan a tomar conciencia de dicha imperiosa necesidad.

Se puede decir que se niegan por varias razones, siendo las principales: en primer lugar la tan mencionada resistencia al cambio, en segundo lugar la necesidad de compromiso, persistencia y disciplina que la mejora continua requiere, en tercer lugar el poseer tanto una ética de trabajo, como una cultura de creer y querer la mejora continua, y en cuarto término la exigencia de un aprendizaje permanente. Como se mencionó al principio, el fuerte conservadorismo, que lleva a no cuestionarse paradigma alguno, sumado a la falta de apertura mental para contemplar y comprender el cambio en el entorno, como así también la incapacidad de ver en la mejora continua una ventaja estratégica (o una desventaja o debilidad en caso de no aplicarla) lleva a las empresas a permanecer firmes a los procesos, productos, servicios y formas de gestión que le permitieron crecer y desarrollarse en el pasado. Pero lo que hasta ayer les permitió competir hoy ya no les permite ni siquiera participar en la contienda. A tales efectos cabe citar el *Efecto Fosbury*. Durante muchos años la forma más común de realizar el salto de altura era el "salto de rodillo": el atleta corría hasta la barra y se lanzaba hacia delante efectuando un movimiento de rodillo. Durante los juegos celebrados en México durante 1968, el atleta Dick Fosbury sorprendió al mundo al establecer

una nueva marca olímpica y ganar la medalla de oro con una nueva técnica en la que había trabajado durante varios años: el “salto Fosbury” consistente en correr hacia la barra y sobrepasarla lanzándose de espalda. Fosbury “cambio el modelo” en el salto de altura, sustituyó un modelo por otro nuevo en su totalidad. Aplicando estos conceptos al área de la producción, administración y dirección de empresas ello implica que es menester adoptar las nuevas técnicas si se quiere mantener a la empresa en competencia, ya no sirve perfeccionar los viejos métodos. Qué cabe decir de aquellas empresas que ni siquiera atinan a perfeccionar sus propios métodos productivos.

*Mejorar no implica tratar de hacer mejor lo que siempre se ha hecho.* Mejorar de manera continua implica aplicar la creatividad e innovación con el objeto de mejorar de forma continua los tiempos de preparación de las máquinas-herramientas, mejorar la forma de organizar el trabajo pasándolo del trabajo por proceso al trabajo por producto o en células, mejorar la capacitación del personal ampliando sus conocimientos y experiencias mediante un incremento de sus polivalencias laborales. Mejorar significa cambiar la forma de ver y producir la calidad, significa dejar de controlar la calidad para empezar a diseñarla y producirla. Todo ello y mucho más significa la mejora continua, por ello tantos huyen de ella, y por ello tan necesaria es, lo cual lleva a los que la adoptan a conciencia y como una filosofía de vida y de trabajo a mejorar no sólo la empresa, sino además la calidad de vida en el trabajo.

#### **1.4.4.-La mejora continua en los Servicios.**

Los servicios, a diferencia de los productos, presentan características que dificultan el proceso de verificación o inspección de los mismos antes que el cliente esté en contacto con estos. Entre estas características se encuentran:

**SIMULTANIEDAD:** Los servicios, generalmente, se consumen en el mismo momento en que se producen.

**INSEPARARABILIDAD:** Los servicios no pueden ser separados de su fuente de producción.

En lo fundamental estas dos características son las que originan las dificultades para el establecimiento de un sistema de inspección en los servicios, porque resulta casi imposible evitar, en caso de existir no conformidades con el servicio, que el cliente se entere de su

presencia y con ello se afecte la satisfacción del cliente y en consecuencia la imagen del servicio.

"Es un proceso, mientras que los artículos son objetos, los servicios son realizaciones" (Berrey Leonard, 1989).

#### **1.4.4.1-. Herramientas para mejorar el servicio. (Kaizen)**

Wellington (1997, Pág. 14) señala que el Kaizen se traduce como: "Mejoramiento" (Kai, que significa cambio, y Zen que significa bueno). Se usa para describir un proceso gerencial y una cultura empresarial que ha llegado a significar mejoramiento continuo y gradual, implementando mediante la participación activa y compromiso de todos los empleados de una compañía en lo que dicha compañía hace y, más precisamente en la forma en cómo se realizan las actividades.

Imai (1998, Pág. 2) define el Kaizen como: "El mejoramiento continuo, el cual involucra a todas las personas, tanto Gerentes como trabajadores y ocasiona un gasto relativamente pequeño. El Kaizen puede mejorar la calidad, reducir el costo en forma considerable y satisfacer los requerimientos de entrega de los clientes, sin inversión o introducción significativa de nueva tecnología".

#### **Gemba**

Imai (1998, Pág. 12-13) Señala que es "Una palabra japonesa que significa lugar real. Ahora adaptada a la terminología gerencial para referirse a lugar de trabajo". Según Imai el Gemba debe ser el lugar de todos los mejoramientos y la fuente de toda información, por tanto la Gerencia debe mantener un estrecho contacto con las realidades del Gemba, con el fin de solucionar cualquier problema dentro del mismo. En otras palabras cualquier asistencia que la Gerencia suministre debe surgir de las necesidades específicas del lugar de trabajo.

#### **Las Cinco M en Gemba**

##### **Mano de Obra**

Fischer y Navarro (1994, Pág. 145) define la mano de obra como "El conjunto de trabajadores o la fuerza de trabajo de un grupo determinado de explotación, tal como empresa, industria, economía nacional".

- **Comunicación:** Wellington (1997, Pág. 96-97) señala que la comunicación comienza:

Durante la fase de inducción al formar la actitud de trabajo de un empleado cuando a él o a ella se le introduce por primera vez a la misión, la cultura, las estrategias, los procesos, los productos, la gente y el sistema de apoyo de equipo de la compañía, la comunicación tiene ocho propósitos fundamentales:

- Informar
- Reforzar la comprensión (cómo hacemos las cosas)
- Generar apertura
- Promover la planificación
- Motivar
- Desarrollar
- Reforzar la identidad personal con un equipo de trabajo.
- Mantener como un punto focal la satisfacción al cliente.

El cliente debe mantener como calidad el espíritu de la comunicación de la forma que éste le permitirá transmitir sus ideas eficientemente, tanto en las palabras empleadas como la forma de transmitir las.

- **Entrenamiento:**

Wellington (1997, Pág. 100-103). Aporta que el entrenamiento en el servicio al cliente: "Nunca debe reservarse exclusivamente a personal específicamente designado, un evento de una sola vez, que se hace esporádicamente o que se realiza en un vacío contextual. Los empleados deben ser entrenados y vueltos a entrenar a una tasa directamente proporcional a la mezcla de frecuencia, regularidad, intensidad, calidad y responsabilidad de su contacto con los clientes y a las necesidades de su cargo".

- **Motivación:**

Según Wellington (1997, Pág. 107) bastó con decir que "La gente trabaja por una gran variedad de razones, que sus expectativas difieren y que los distintos aspectos del trabajo y sus recompensas lo motivan de modo diferente". Sin embargo, lo común e invariable es la

responsabilidad de cada líder de equipo en cuanto a conocer las necesidades de cada empleado y suministrar oportunidades y apoyo para que sean satisfechas.

- ***Empowerment:***

Wellington (1997, Pág. 108-109) señala que: "El Empowerment da la responsabilidad actual en beneficio del cliente. Le permite al personal actuar, dentro de límites previamente formulados para evitar o solucionar problemas sin tener primero que obtener aprobación de su Gerente o superior. De esta manera se puede prevenir la mayor parte de los problemas y las quejas de los clientes en lugar de tener que solucionarlos una vez ocurrido. Cuando surgen problemas el personal al que se le ha asignado resolverlo, debe hacerlo sin demora y, en caso necesario, tomar las medidas pertinentes para que no vuelvan a presentarse".

### **Materiales y Maquinarias**

Masaaki Imai (1998, Pág. 88) señala que: Debe indicarse el lugar donde están almacenados los materiales, junto con el nivel de existencia y los números de identificación de las partes. Deben utilizarse diferentes colores para prevenir errores.

- ***Ubicación***

Wellington (1997, Pág. 59) aporta que:

"Se debe señalar la ubicación, idealmente en todos los puntos de acceso en un radio de cinco millas, y asegurar que todas las fachadas exteriores de los edificios, entradas, vías privadas y todo el terreno de la compañía refleje la imagen corporativa y transmitan empatía con los clientes".

- ***Seguridad y Comodidad***

Wellington (1997, Pág. 59) considera que:

"Se debe proveer iluminación, techo y señalización suficiente en todos los estacionamientos y entradas, asegurar que todo el entorno interno cumpla con las reglamentaciones relevantes de salud, comodidad y serenidad y asegurar que el espacio físico satisfaga la dinámica de interacción humana".

## **Métodos (Tecnología)**

Wellington (1997, Pág. 142-147) establece que:

"La tecnología siempre debe ser una herramienta en una operación de servicio al cliente, nunca el amo".

Su propósito fundamental es instruir a los miembros de la organización acerca de aspectos tales como: funciones, normas, procedimiento, política, objetivos, manejo de operaciones y administración de sistema de procesamiento de datos, ya sea en forma manual o electrónica.

## **CONCLUSIONES.**

Como se ha podido apreciar en el análisis de la literatura que se ha consultado el proceso de mantenimiento es una actividad que aunque siempre no es visto con la importancia que requiere si está a diario en todas las en todas las circunstancia de la vida ya se de carácter, profesional, técnico, personal, etc. y el no aplicarlo siempre genera males mayores a los que se pueden haber previsto. Sus particularidades son tan grandes como su importancia por lo que se debe plantear que la primera conclusión que se arriba es que:

PRIMERO: El mantenimiento, a un elemento o sistema debe siempre realizarse por un personal preparado para este fin desde su concesión hasta su ejecución de ahí se deriva la segunda conclusión.

SEGUNDO: En el proceso de mantenimiento influyen infinidad de recursos y de diferentes tipos pero, el recurso HUMANO es el más importante cuando se quiera lograr el éxito o el fracaso de una actividad como está

Por último y como conclusión final de este análisis se concluye que teniendo en cuenta las características analizadas de cada uno de los procesos y las condiciones objetivas que presenta la industria del CAI Arroceros sur del Jíbaro el proceso de mantenimiento que debe aplicarse para lograr la mejora continua del equipamiento es un **“PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO”** En lo adelante **PROCESO DE M.P.P.**

## **CAPITULO II-. Fundamentación teórica del procedimiento propuesto**

### **2.1-.INTRODUCCION.**

En el presente capítulo y teniendo en cuenta los tipos de mantenimiento fundamentales que existen, sus ventajas y desventajas se define el tipo de mantenimiento que se implementará por el autor. En este caso ha sido seleccionado un **proceso de Mantenimiento Preventivo Planificado M.P.P.**

Aquí se describe como se implementa el mismo y se dan a conocer las cuatro etapas básicas y la etapa complementaria en que se dividirá, así como la estructura de cada una de ellas.

Es necesario señalar que durante todo el capítulo se muestra una interrelación directa entre cada una de las etapas con el resto de ellas lo que hace que el proceso no sea estático y este en continuo cambio siempre moviéndose a favor de ir perfeccionando el trabajo.

En este capítulo se hace referencia también a un considerable número de anexos que de forma ordenada se encuentran en el final del trabajo y sirven para ilustrar de forma práctica como se ha llegado a implementar este proceso y los resultados alcanzados.

### **2.2- Propuesta del Proceso de Mantenimiento Preventivo Planificado (M.P.P).**

Se arriba a esta propuesta después de estudiar y analizar la literatura y dado la experiencia en la practica del autor, señalando que el proceso sugiere la existencia de 2 premisas y un requisito los cuales se describen a continuación, junto a las cuatro etapas básicas y la complementaria que conforman el proceso en sí.

#### **PREMISA No 1:**

La premisa número **uno** se puede argumentar al responder la siguiente pregunta: **¿Como establecer un proceso de Mantenimiento Preventivo Planificado M.P.P)?**

Para establecer con éxito un proceso de M.P.P, se deben tener presentes las siguientes recomendaciones.

**1.** Recoger toda la información histórica posible de tiempo de paro de las máquinas. Para poder establecer bases contra las que se puedan comparar los beneficios del proceso preventivo a desarrollar.

**2.** Realizar un examen detallado de todos los equipos para determinar:

**2.1** Que equipos requieren tanto mantenimiento correctivo programado, que justifiquen más bien su reemplazo u obsolescencia.

**2.2** Que equipos formarán parte del proceso inicial de mantenimiento preventivo,

**2.3** Que trabajos se deben efectuar

**2.4** Cual sería el costo del mantenimiento correctivo programado para los, equipos seleccionados,

**2.5** Cual sería el tiempo y las necesidades de personal para realizar el correctivo programado y el preventivo programado,

**3.** Realizar mantenimiento correctivo programado inicial, a los equipos seleccionados, para que una vez iniciado el proceso preventivo, no empiecen a fallar intempestivamente y alteren totalmente las frecuencias y fechas programadas de trabajos.

**4.** Establecer costos separados del programa de actualización de equipos o mantenimiento correctivo programado inicial.

**5.** Realizar la cedulaación o sea, dar un número de identificación a todos los equipos de la planta, de acuerdo a unas normas previamente establecidas.

**6.** Seleccionar los equipos que entrarán en el programa de mantenimiento preventivo, dejando el resto de equipos, con la forma tradicional de mantenimiento que se este llevando hasta ese momento.

**7.** Diseñar los formatos de ficha técnica, órdenes de trabajo, hoja de vida, formato de como realizar una inspección, de programación de inspecciones, de programación de lubricación, de programación de, calibraciones, etc.

**8.** Realizar un programa inicial de frecuencias y fechas calendario para las actividades repetitivas de mantenimiento preventivo, para los equipos seleccionados, al final de los cuales se evaluarán los resultados del programa contra el histórico de paros de los equipos, para introducir los correctivos necesarios, o para incluir nuevos equipos.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones es necesario tener en cuenta los quipos que se deben incluir en el proceso de M.P.P, lo que constituirá la premisa numero dos.

**PREMISA No 2:**

La premisa número **dos** se pude entender a través de la respuesta a la pregunta siguiente:  
**¿Como determinar que equipos incluir en un proceso de mantenimiento preventivo inicial?**

Para determinar que equipos incluir inicialmente se podrán seguir los siguientes criterios e incluir:

**1.** Los equipos que se consideren más críticos del proceso y que estén presentando más

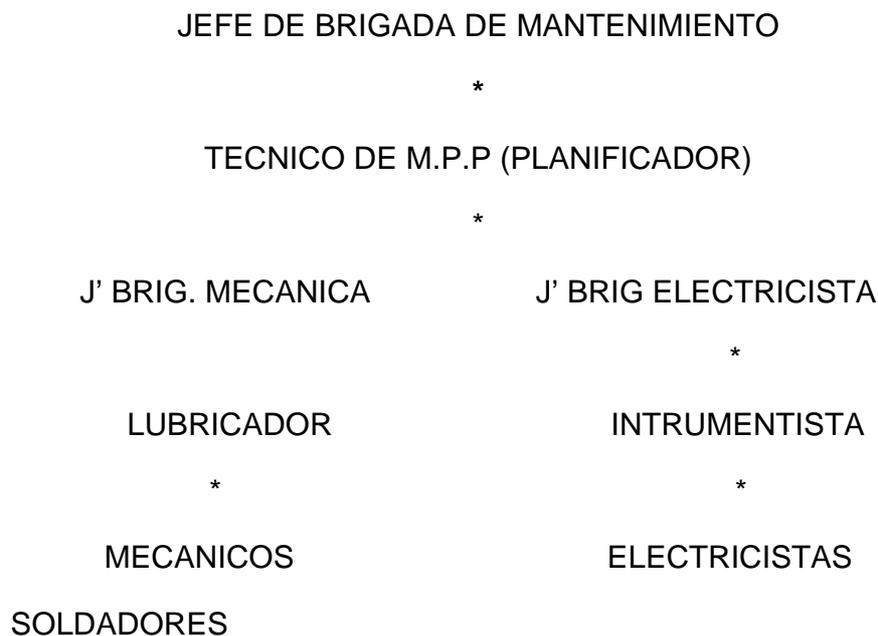
fallas, los cuales al parar pueden detener toda la línea de producción o puedan dañar gran cantidad de materia prima o producto en proceso.

2. Los equipos básicos de servicios y que estén presentando más fallas, como: calderas, compresores, bombas de agua que alimentan la materia prima del proceso, etc.

3. Los equipos que al fallar podrían poner en riesgo la vida humana, como: equipos a alta presión, equipos que controlen procesos riesgosos, ascensores, sistemas de conducción de líquidos peligrosos. etc.

**El requisito para poder establecer el proceso, luego de ser cumplidas las dos premisas anteriores es el siguiente:**

Como todo proceso de cualquier tipo que se desarrolle el personal que participa es fundamental por lo que debe estar capacitado para ello y estructurado de tal forma que permita el desarrollo del proceso en este caso se propone la siguiente estructura para la brigada de mantenimiento:



Como puede apreciarse el número de mecánicos, electricistas y soldadores no se predetermina en cantidad, debido precisamente a que este proceso se encarga de planificar también la cantidad de cada uno de los especialistas necesarios en cada actividad.

Además del personal que se ha hecho referencia existe un personal de apoyo que participara según la ocasión lo requiera, como es el técnico de aseguramiento, ayudantes, personal de la producción, etc,

**Es necesario que antes de establecer las etapas que componen el proceso de MPP se defina los aspectos que cada una de ellas contempla:**

- 1-. Responsable y personal que participa.
- 2-. Objetivos.
- 3-. Descripción del procedimiento.
- 4-. Elemento de entrada.
- 5-. Elemento de salida.
- 6-. Documentos que controlan el proceso.
- 7-. Recursos necesarios.
- 8-. Interrelación con procedimientos relacionados.

**2.3- Etapas para la implementación del proceso de M.P.P propuesto por el autor:**

- 2.3 1-. Etapa de planificación y programación.
- 2.3 2-. Etapa de inspección y diagnóstico.
- 2.3 3-. Etapa para la ejecución del mantenimiento.
- 2.3 4-. Etapa para la ejecución de la reparación.

Etapa complementaria.

- 2.3.5-. Etapa de evaluación del estado técnico de la instalación.

Teniendo en cuenta que el factor humano es determinante en un proceso de este tipo se ha querido establecer una estructura similar para cada una de estas etapas de esta forma quedan relacionadas entre sí y es posible la retroalimentación de una con la otra.

Como se ha insistido es importante tener en cuenta que todos los elementos que componen el proceso de mantenimiento se interrelacionen entre sí, es importante señalar que cada uno de ellos es resultado del anterior y que además el ciclo esta estructurado en el período de un año; es decir que al finalizar la etapa de reparación ya sirve de base para la planificación y programación del próximo ciclo, lo que hace a la vez se convierta en **un proceso de mejora continúa** con lo que se logra una mejor explotación del equipamiento instalado.

## **2.3.1-. ETAPA DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION.**

### **2.3.1.1-.Responsable y personal que participa.**

El máximo responsable de la planificación y la programación del mantenimiento será el J' de Brigada de mantenimiento en este caso apoyado por el técnico de M.P.P o planificador. En este procedimiento participa todo el personal con experiencia que considere el planificador consultar, aquí se consideran, mecánicos, operadores de los equipos, directivos relacionados con la producción y la calidad.

### **2.3.1.2-. Objetivos.**

El objetivo de esta etapa consiste en crear un programa de mantenimiento que tendrá como ciclo un año y donde se planifiquen los recursos que se utilizaran durante este período, aquí se incluye el personal, los recursos materiales, las herramientas, medios de protección necesarios y otros.

### **2.3.1.3-. Descripción de la etapa.**

La etapa de programación y planificación, comienza cuando se entrega la instalación para la producción por el área de mantenimiento, o sea exactamente cuando termina el ciclo anterior, aquí se analizan las labores de mantenimiento y reparación que no se pudieron ejecutar, o las que no se efectuaron con la calidad requerida, también se tiene en cuenta, la ficha técnica del equipo, la tarjeta de control de piezas, tarjeta record de reparaciones.

En esta etapa se determinan los equipos a inspeccionar, a dar mantenimiento o a reparar, así como la frecuencia con que se hará.

Una de las actividades fundamentales para el buen desarrollo de esta tarea es la **Cedulación de equipos**, la identificación o cedulación de equipos se hace necesaria para la sistematización y organización de la información, pudiendo cargar a un código específico los gastos ocasionados por un equipo, y en general sistematizar todo el proceso de contable y de mantenimiento preventivo.

Cada planta puede escoger el sistema que mejor se adapte a sus necesidades, pero se dan a continuación algunos criterios que pueden servir de base:

**1.** Para plantas pequeñas quizás baste con un código de, 2 letras y 4 números. Las letras indicarían el tipo de equipo y los números el consecutivo asignado a ese equipo en particular, así por ejemplo:

**1.1** CP 0018 Identificaría un compresor al que se le asigna el número 0018

**1.2** CL 0002 Identificaría a una caldera a la que se le asigna el número 0002

**1.3** 80 0897 Identificaría a una bomba a la que se le asigna el número 0897

**2.** Por centro de costos, que normalmente coincide con el número contable asignado por contabilidad. Puede constar de 3 números iniciales y 3 números finales, ejemplo:

**2.1** El número 341-1, identificaría a. un montacargas perteneciente al Departamento de Almacén, identificado con el número 341, en que al montacargas se le ha asignado el número consecutivo

**2.2** El número 238- 025 identificaría a una prensa perteneciente a la Sección de Ensamble de timbres, identificada con el número 238, en que a la prensa se le ha asignado el número consecutivo 025

**3.** Para Empresas medianas y grandes se puede utilizar un sistema basado en dividir la planta en: Sistemas, Subsistemas, Equipos y Componentes.

**3.1** Sistemas: Son procesos de operación o áreas completamente definidas en la planta. Ejemplo:

**3.1.1** SI 100 Identificaría el área donde se fabrican concentrados para aves en una empresa agroquímica.

**3.1.2** SI 200 Identificaría el área donde se fabrican concentrados para ganado en una empresa agroquímica.

**3.2** Subsistemas: Identifica procesos o áreas de operación dentro del sistema. Ejemplo:

**3.2.1** SS 300 Identificarías el área de tanques de almacenamiento de materia prima de Sección de fabricación de concentrados para ganado.

**3.2.2** SS 440 Identificaría el área de hornos de la sección de fabricación de concentrados para aves.

**3.3** Identificación de Equipos: Se asigna un código de 5 caracteres numéricos.

**3.3.1** El primer dígito indica la clase de maquina. Ejemplo:

**3.3.1.1** Oxxxx Bombas

**3.3.1.2.1** xxxx Ventiladores.

**3.3.1.3** 2 xxxx Equipos de manejo de Energía Eléctrica Vapor y Aire **3.3.1.4** 3xxxx Equipos del Restaurante de la empresa.

**3.3.2** El segundo dígito indica el Tipo de equipo dentro de la Clase de equipo. Ejemplo:

**3.3.2.1.0.1 xxx Bombas Centrífugas**

**3.3.2.2.0.2 xxx Bombas Sumergibles**

**3.3.2.3.0.4 xxx Bombas dosificadoras**

**3.4 Componente:** Indica Un elemento importante e independiente de un equipo. Ejemplo:

**3.4.1 C - 001 Reductor de velocidad**

**3.4.2 C - 002 Motor eléctrico trifásico**

**3.4.3 e - 003 Control de mando**

**3.4.4 C - 259 Válvula de control automático de paso de vapor**

Esta división en Sistemas, Subsistemas, Equipos y componentes permite la rápida y fácil identificación de un equipo. Por ejemplo:

Equipo SI 200 / SS 440 ; O 1012 / C - 002

Es un motor eléctrico trifásico, de una bomba centrífuga, ubicada en el área de Hornos, de la sección de fabricación de concentrados para ganado, de W1a Empresa agroquímica, como se explica a continuación:

SI 200 Área de Fabricación de concentrados para ganado

SS 440 Área de Hornos

01012 Bomba centrífuga (01) identificada con el número 012

C - 002 Motor eléctrico trifásico.

Simultáneamente con la codificación de todos los equipos de la planta, se procede a recoger toda la información de tiempos de paro y de costos de mantenimiento de todos los equipos, resumiéndola en gráficos o tablas comparativas. Dicha información se debe buscar en el historial de los equipos, en órdenes de compra, información de contabilidad, órdenes de trabajo si existen, informes de producción, libros de registro de producción y en último caso en información verbal de Técnicos y Funcionarios confiables.

La información recogida servirá de base para seleccionar los equipos que entrarán en el programa de mantenimiento preventivo y para demostrar los beneficios reales del programa a medida que se desarrolla, con datos estadísticos y cifras numéricas.

#### **2.3.1.4-. Elementos de entrada.**

Se consideran elementos de entrada a esta etapa los siguientes elementos.

- ❖ Acta de entrega de mantenimiento a producción.
- ❖ Ficha técnica del equipo.

- ❖ Tarjeta de control de piezas.
- ❖ Tarjeta record de reparaciones.
- ❖ Encuestas y opiniones recogidas por el planificador.
- ❖ Ruta de equipos críticos.

#### **2.3.1.5-. Elementos de salida.**

Se consideran elementos de salida de esta etapa los siguientes elementos.

- ❖ Programa de mantenimiento anual.
- ❖ Programa de reparación anual.
- ❖ Necesidad de recursos para el mantenimiento.
- ❖ Necesidad de recursos para la reparación.
- ❖ Presupuesto de mantenimiento y reparación.
- ❖ Necesidad de personal para mantenimiento y reparación.
- ❖ Guía de inspección determinando equipo y frecuencia para la inspección.
- ❖ Guía de lubricación de los equipos.
- ❖ Manual de operación de los equipos actualizado.

#### **2.3.1.6-. Documentos que controlan la etapa.**

##### **2.3.1.6.1-. Acta de entrega de mantenimiento a producción. (Anexo II-1.1).**

Este documento se confecciona por el técnico de M.P.P en conjunto con el J' de brigada de mantenimiento y como su nombre lo indica a través de el se entrega la instalación al personal de la producción por lo que debe estar firmado por el personal que lo confecciona y quien lo recibe o sea J' de producción y el tecnólogo. En este documento se plasma la situación real de la instalación, en que estado queda cada uno de los equipos para el próximo ciclo y si quedo alguno con deficiencias, o si la calidad de la reparación no tuvo la calidad requerida y por que.

##### **2.3.1.6.2-.Índice de carpeta. (Anexo II-1.2)**

Este documento nos define la organización del archivo, es un listado de las carpetas siguiendo un código determinado según la cedula a la que ya se hizo referencia.

**Descripción:** Al confeccionar este modelo es necesario tener en cuenta algunos conceptos como los siguientes:

1\_ Los objetivos o equipos se dividen en:

- **Equipos de producción:** son los equipos tecnológicos por donde pasa la materia prima, el semiproducto, el producto y los que preparan el envase o envalaje. Ej: Descascaradoras, Pulidora, Entongadoras, etc.
- **Equipos auxiliares:** Son los que sirven de auxilio a la producción u otros servicios que mantenimiento atiende. Ej: Calderas, Compresores, Ventiladores, Extractores, etc.
- **Máquinas y herramientas de taller:** Son los que garantizan el mantenimiento y las reparaciones de la fábrica. Ej: Tornos, Equipos de soldar, etc.
- **Construcción civil:** Se refiere a todas las edificaciones e instalaciones civiles.

2\_ Criticidad: Se refiere a la afectación que produce el objetivo o equipo de mantenimiento, tomando como base la producción y se divide en:

-Criticidad I: Equipo u objeto de mantenimiento cuyas interrupciones paralizan totalmente la producción o superior al 80 %.

-Criticidad II: Objetivo de mantenimiento cuya interrupción paraliza totalmente una línea de producción o superior al 50 %.

-Criticidad III: Objetivo de mantenimiento cuya interrupción paraliza parcialmente una línea de producción a menos del 50 %.

-Sin Criticidad: Equipo de mantenimiento cuya interrupción no afecta la producción.

3\_ Las carpetas de cada equipo u objetivo de mantenimiento contendrán los siguientes modelos:

→ Ficha Técnica.

→ Tarjeta control de piezas de repuestos.

→ Orden de trabajo.

→ Tarjeta récord de reparaciones efectuadas.

→ Control de lubricación.

### **2.3.1.6.3-. Ficha Técnica. (Anexo II-1.3)**

El objetivo de este documento será recoger las características y datos generales de la identificación de cada equipo o grupo idéntico, así como de los equipos auxiliares.

Descripción: En la confección de este modelo es necesario tener en cuenta:

- Los manuales de reparación y mantenimiento suministrado por el fabricante para cada tecnología en lo referente a la composición del ciclo de reparación que pide este documento.
- La estructura del ciclo de reparación; Se refiere a la estructura que toma la reparaciones parciales de distinta envergadura, en el término de una reparación general o capitalizable a otra, considerando la complejidad del equipo.

**2.3.1.6.4-. Tarjeta control piezas de repuesto. (Anexo II-1.4)**

Este documento tiene como objetivo recoger la información relativa a las piezas, representa ser el catálogo de piezas gastables del equipo, se debe emitir un solo ejemplar por cada equipo o grupos idénticos.

**2.3.1.6.5-. Necesidad anual y existencia de: (Anexo II-1.5)**

El objetivo de este documento es controlar y relacionar las piezas de repuesto y materiales consumibles que necesita cada equipo, su frecuencia de utilización anual, la existencia en cada momento y las cantidades recibidas por trimestres para así facilitar la elaboración del plan de reparación de cada equipo.

**2.3.1.6.6-. Tarjeta récord de reparaciones efectuadas. (Anexo II-1.6).**

Este documento tiene como objetivo registrar estadísticamente el recambio o reparación de piezas, ajustar la duración estimada de las piezas en la tarjeta control de piezas y ajustar los ciclos de reparación.

**2.3.1.6.7-. Necesidad de construcción de piezas de repuesto. (Anexo II-1.7)**

Este documento tiene como objetivo garantizar el suministro de piezas de repuesto atendiendo a un plan de fabricación o recuperación en talleres existentes para este fin y que no pertenecen a la entidad.

Instrucciones.

- Este documento debe realizarse en el mismo tiempo en que se elabora el plan de reparaciones, para programar todas las piezas que se necesitan ya sean construidas o recuperadas en los talleres o las que serán importadas, tomando como base las tarjetas control de piezas.
- Este documento, una vez enviado a los talleres, estos deben presentar a cada fábrica según las fichas de costo de sus producciones, los siguientes aspectos:

- Concordancia o no con el material a utilizar y en el caso que lo requiera la propuesta de sustitución.
- Costo total de la construcción o recuperación de las piezas programadas.
- Tiempo necesario para realizar el trabajo.
- Condiciones y períodos de entregas.
- Aspectos acordados de calidad en el producto terminado.

#### **2.3.1.7-. Recursos necesarios.**

La ejecución de esta etapa del proceso es una de las más importantes ya que de una buena planificación depende el éxito o el fracaso del proceso de M.P.P y como puede verse solo requiere de recursos humanos y material de oficina como computadora, papel y otros.

#### **2.3.1.8-. Interrelación con otras etapas del proceso.**

La etapa de planificación y programación esta directamente relacionado con el resto de las etapas pues el resto de ellas son planificadas y programadas aquí y a su vez esta etapa se nutre de los resultados obtenidos en cada una de ellas por lo que constantemente se están interrelacionando una con las otras lo que hace del proceso en si una mejora continua.

### **2.3.2-. ETAPA DE INSPECCIÓN Y DIAGNÓSTICO.**

#### **2.3.2.1-. Responsable y personal que participa.**

El máximo responsable de esta etapa es el técnico de M.P.P. o planificador y en el participa tanto el personal de mantenimiento como el de la producción.

#### **2.3.2.2-. Objetivos.**

El objetivo de esta etapa es inspeccionar la instalación para recopilar el mayor número de información de cada uno de los equipos de la instalación a la que se aplicará el proceso de M.P.P y hacer un diagnóstico en el que se determine en primer lugar cual se incluirá y cual no y en caso de los que van a incluirse poder determinar el tipo de intervención que se la realizará, los recursos, etc. O sea poder hacer una buena planificación y establecer el programa adecuado.

#### **2.3.2.3 Descripción de la etapa.**

En la actualidad se han desarrollado diferentes tipos de inspecciones que generalmente concurren en el mismo diagnóstico veces con más o menos profundidad en este caso solo se han valorado los dos tipos fundamentales que recoge la literatura y por los cuales se decide el autor.

Está implementado un sistema de inspección, a partir del que se aplican dos tipos:

### **Inspección Técnica e Inspección por Diagnóstico.**

El Plan de **Inspección Técnica** es ejecutado según el programa de mantenimiento preventivo, el cual está elaborado con una periodicidad anual para todo el equipamiento de la instalación. Las inspecciones más rutinarias, son: con equipo en marcha, son realizadas por los mecánicos, eléctricos, técnicos y especialistas en las diferentes especialidades de mantenimiento; sin embargo, el gestor principal es el inspector de mantenimiento. Las inspecciones más técnicas y detalladas, normalmente con equipo parado y son ejecutadas por los técnicos en diagnóstico. Para la preparación (**Inspección por diagnóstico**) de la Inspección se establece tener plenamente identificadas todas las instalaciones de la Planta a través de los Grupos Funcionales y conocer perfectamente cada una de las máquinas que los componen, para determinar los puntos a inspeccionar, frecuencia de visita y controles a efectuar en los mismos.

Cada área realizará revisiones preventivas al equipamiento y el resultado quedara plasmado en los listados de trabajos pendientes. En función de la criticidad de la anomalía encontrada, variara la frecuencia de revisión normalmente establecida. Una vez eliminada la anomalía se reestablece la frecuencia de revisión normal.

El Inspector con su documento de revisiones preventivas y medios propios, realizara la inspección anotando las anomalías encontradas, sin ceñirse estrictamente al documento. Complementa el documento, marcando cada uno de los puntos inspeccionados o revisados, indicando que están correctos o anotando la anomalía, y si algún punto no lo puede Inspeccionar deberá indicar la causa.

Cuando la anomalía encontrada es urgente, pasará la información al Jefe de Brigada, el Jefe de Planta en Turno, al planificador del área en cuestión y al Gerente de Mantenimiento y coordinará con el jefe de la brigada de ejecución ó el planificador para que adopten las medidas que requiera el caso.

Al realizar inspecciones en paro podrá contar con la ayuda de ejecución u otro Inspector. Cada documento de revisión preventiva emitido quedará archivado por el planificador, el Inspector deberá ser conciso y concreto, indicando que tiene la máquina, como hay que solucionarlo y cuando hay que hacerlo definiendo además la criticidad de la anomalía, el planificador extrae del documento los trabajos para confeccionar las órdenes de trabajo (OT)

y tareas necesarias a ejecutar por Mantenimiento. En caso de tener dudas a la hora de emitir un criterio sobre la solución de una anomalía deberá consultar a otro Inspector, al planificador y al gerente de mantenimiento con el objetivo de emitir el criterio más apropiado para la solución del problema.

Es responsabilidad del grupo de Inspectores verificar el cumplimiento de cada una de las actividades programadas para la solución de las deficiencias detectadas, realizando para ello reinspecciones al concluir las actividades de mantenimiento o reparación con el objetivo de retroalimentar si la solución fue definitiva o si es necesario realizar otras acciones con el fin de que la anomalía no vuelva a repetirse.

El plan de Inspección por diagnóstico se confecciona anual en el cual se plasma la frecuencia de cada ruta de inspección. En la inspección por diagnóstico se analiza el estado vibracional del equipo y el estado de rodamientos a un grupo seleccionado de equipos. Los responsables son los especialistas de mantenimiento y el gerente de mantenimiento, es ejecutado por técnicos en mantenimiento Industrial especializados en el empleo de instrumentos para el diagnóstico. El inspector al realizar la colección de los puntos que conforman cada ruta de cada área. Los inspectores descargan la información una vez terminada la ejecución de la ruta para que esta sea analizada. La información será analizada con el objetivo de evaluar el comportamiento vibracional y el estado de los rodamientos para lograr un máximo aprovechamiento de la vida útil de los mismos, la disponibilidad del equipamiento y anticipación a las fallas. Los problemas detectados serán registrados en listas de trabajos pendientes y pasaran a cada planificador del área en cuestión el cual emitirá las OT y tareas necesarias a ejecutar por mantenimiento para la solución del problema, basados en los planes y programas de mantenimiento y de Reparación, en los cuales se establecen los plazos de ejecución y de conjunto con los supervisores de mantenimiento responden por su cumplimiento mediante reinspecciones.

Los inspectores de diagnóstico realizan el análisis de las lecturas y tienen la responsabilidad de crear la ruta de equipos críticos en la cual se colocaran los equipos que por su condición vibracional es necesario colocarle una frecuencia menor de colección de datos con el objetivo de evaluar la evolución del equipo hasta que llegue a la condición crítica y sea necesario intervenirlo; una vez intervenido y verificado que las acciones de reparación llevadas a cabo fueron satisfactorias este sale de la ruta crítica. Son responsables además

de realizar la salva mensual de la información para que quede registrada en los registros habilitados en el expediente del equipo

En caso de dudas frente al comportamiento vibracional de un equipo deben auxiliarse de otro inspector e informar al gerente de Mantenimiento para conciliar la mejor solución del problema.

#### **2.3.2.4-. Elementos de entrada.**

Constituyen elementos de entrada a esta etapa del proceso.

- ❖ Equipos y elementos de la instalación a inspeccionar.
- ❖ Programa de inspección concebido en la etapa de planificación y
- ❖ Programación.
- ❖ Personal capacitado.
- ❖ Archivo de guía de inspección del ciclo anterior.
- ❖ Archivo de informe de incidencia del ciclo anterior.
- ❖ Control de lubricación.
- ❖ Reporte de equipos averiados.
- ❖ Acta de entrega de mantenimiento a producción.

#### **2.3.2.5-. Elementos de salida.**

- ❖ Ruta de equipos críticos.
- ❖ Ficha técnica de los equipos actualizada.
- ❖ Guía de inspección.
- ❖ Informe diario de incidencia.

#### **2.3.2.6-. Documentos que controlan el proceso.**

##### **2.3.2.6.1-. Registro de incidencia. (Anexo II-2.1).**

El registro diario de incidencia constituye el documento primario a tener en cuenta durante la inspección y diagnóstico pues constituye el registro donde el personal de la producción controla las deficiencias detectadas a cada equipo durante su turno de trabajo, estas pueden ser, calentamientos excesivos, vibraciones, pérdida de las características vitales del mismo, etc. Este informe se confecciona diariamente y es firmado por el J' de turno y entregado al especialista de M.P.P, planificador, quien lo utiliza en la confección de la guía de inspección y luego archiva en el departamento de mantenimiento hasta que termine el ciclo.

### **2.3.2.6.2-. Guía de inspección (Anexo II-2.2).**

La guía de inspección es un documento que confecciona el técnico de M.P.P y tiene como objetivo disminuir roturas imprevistas que surgen durante el proceso productivo y por consiguiente no afectar la producción de la fábrica. Es una forma de dar mantenimiento con la realización correcta de la inspección, ya sea por observación directa, al tacto, oído o con la aplicación de técnicas de diagnóstico se podrán detectar trabajos de emergencia y se comprobará la eficiencia y calidad en el trabajo de cada turno de mantenimiento.

Instrucciones para su aplicación.

- Cada instalación establecerá la inspección diaria para ello tendrá un inspector que debe ser siempre el técnico de M.P.P con el auxilio de un mecánico y un electricista de experiencia fundamentalmente, además es necesario tener en cuenta las opiniones de los operadores directos a los equipos, así como el personal vinculado a la producción, dejando constancia de todo lo observado, así como, de los problemas que requieran una decisión y una acción para resolverlo.
- Al confeccionar la guía se tendrá en cuenta:
  - Frecuencia de inspección para cada equipo.
  - Características propias de cada equipo.
  - Grupo de criticidad a que pertenece.
  - Régimen de explotación a que está sometido o estado técnico en que se encuentra.
  - Otros parámetros a inspeccionar previamente establecidos por la entidad.
- El jefe de brigada de mantenimiento de cada entidad debe consultar diariamente este documento antes de proceder al mantenimiento diario ya programado anteriormente y en dependencia a los resultados de esta inspección puede modificar este plan

### **2.3.2.6.3-. Control de lubricación (Anexo II-2.3).**

Este documento tiene como objetivo controlar la lubricación según la frecuencia por cada equipo, asegurando no dejar ni un solo punto de equipo olvidado y que se aplique el lubricante recomendado, haciendo que el lubricador lleve consigo las tarjetas y las use en el momento de realizar el trabajo.

Instrucciones para su utilización.

El estudio de lubricación será elaborado por el organismo autorizado para este fin y en el debe estar indicado la posibilidad de sustituir un lubricante por otro en caso de no existir el recomendado. Este estudio debe ser revisado con una frecuencia no mayor de 5 años por el organismo antes señalado quedando constancia escrita y firmada en la entidad. Además cada vez que se instale un nuevo equipo será obligatorio solicitar un anexo para él.

#### **2.3.2.6.4-. Reporte de equipos averiados. (Anexo II-2.4).**

El objetivo de este documento es informar la avería que ha afectado al equipo, sus causas y llevar un registro de las mismas.

Instrucciones para su aplicación :

Al determinar las causas de la avería, se explicará al dorso del modelo el análisis realizado y se determinará la responsabilidad material así como las medidas tomadas al respecto.

#### **2.3.2.7-. Recursos Necesarios.**

En esta etapa el recurso humano sigue siendo el principal, aunque aquí cuando se aplican técnicas de diagnóstico es necesario la utilización de equipos apropiados para este fin como son:

- Equipos de medición de aislamiento en conductores eléctricos.
- Equipos medidores de consumo eléctrico para comprobar motores eléctricos.
- Equipos para medir vibraciones mecánicas.
- Compensadores estáticos y dinámicos de rotores.
- Equipos para determinar características de rodamientos.
- Otros equipos que en tecnologías de avanzadas están controlando el proceso de funcionamiento.
- En este último caso se necesitan computadoras que registren las mediciones detectadas por estos equipos y que en la mayoría de los casos controlan todo el proceso productivo.

#### **2.3.2.8-. Interrelación con otras etapas del proceso.**

Como las demás etapas esta también interactúa con las otras ya que por ejemplo las inspecciones que se realizan en la mayoría de los casos fueron planificadas y programada en la etapa anterior, pero a su vez la etapa de planificación y programación necesita de los datos obtenidos aquí para poder hacer un plan de mantenimiento objetivo. Otra etapa muy relacionada con esta es la de mantenimiento ya que diariamente este se verá afectado en

dependencia de la inspección diaria que es necesario establecer para lograr que las averías se resuelvan en muchos casos incluso antes de que se produzcan.

### **2.3.3-. ETAPA DE MANTENIMIENTO.**

#### **2.3.3.1-. Responsable y personal que participa.**

El máximo responsable de esta etapa es el J' de brigada de Mantenimiento, el técnico de M.P.P. o planificador y en ella participa toda la brigada de mantenimiento destinada para este fin.

#### **2.3.3.2-. Objetivos.**

Los objetivos de esta etapa pueden resumirse en cuatro aspectos fundamentales

- Garantizar la funcionalidad de la fábrica en un 85 %.
- Alcanzar un índice de averías menor al 10 %
- Dar cumplimiento al 90 % de ejecución del mantenimiento preventivo programado.
- Lograr la mejora de estos índices en no menos de 2 % cada año.

#### **2.3.3.3-. Descripción del trabajo a ejecutar en esta etapa.**

La función de mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar, restaurar y controlar el estado técnico de los equipos y llevarlos a sus condiciones originales, que garanticen el nivel de confiabilidad y calidad que desee el cliente, enmarcado en el cumplimiento del presupuesto de mantenimiento a través de una gestión eficiente de costos.

El proceso de mantenimiento puede tener tres puntos de partida. El primero inicia desde la misma entrega de la instalación después de concluida, la etapa de reparación y entregada al área productiva.

Segunda, parte desde el mismo personal de inspección de mantenimiento, quienes capturan, situaciones de inicio de fallas de la instalación productiva y generan trabajos de prevención ó corrección. Un tercer inicio del proceso, parte desde la recepción de solicitudes de trabajo del personal de producción ó desde cualquier usuario que tenga una necesidad para ser atendida.

La etapa de mantenimiento se nutre de dos fuentes fundamentales.

Primero: La etapa de planificación que tiene como elemento de salida el **programa mensual de mantenimiento** donde ya está establecido el ciclo de intervenciones planificado para cada equipo y se conoce con antelación fecha y trabajo a ejecutar.

Segundo: La etapa de inspección y diagnóstico tiene como elemento de salida la **guía de inspección** donde se plasman todas las anomalías detectadas durante el último período de inspección, ya que cada proceso tiene predeterminado un ciclo variable para esta actividad. Con estos elementos el técnico de M.P.P procede a ejecutar la orden de trabajo (O.T) quien es responsable de entregarla a cada uno de los mecánicos y electricistas que ejecutaran la tarea

La etapa de mantenimiento es la más larga del ciclo que contempla el proceso y en la mayoría de los casos alcanza un 80 a 85 % del tiempo total y coincide con la etapa productiva de la instalación. Para ejecutar el mantenimiento cada proceso utiliza una estrategia propia, así por ejemplo en muchos casos se utilizan de dos a cuatro horas diarias en función de la criticidad del equipo, esto casi siempre se hace coincidir con los horarios de mayor demanda eléctrica y en otros donde las producciones tienen un carácter más continuo se hace sobre la marcha y se utilizan las paradas imprevistas para dar mantenimiento a los equipos que no lo permitan o en muchos casos los equipos claves se colocan en paralelo donde al menos uno pueda salir del proceso sin afectar la producción así se le va dando mantenimiento a cada uno de ellos sin parar la instalación.

Las acciones más comunes que se ejecutan durante esta etapa están relacionadas con:

- Limpieza.
- Engrase de partes móviles.
- Tensado de correas de transmisión.
- Completamiento de lubricantes a equipos que lo requieran.
- Ajuste de mecanismos.
- Reposición de partes o piezas gastables.
- Etc.

Otra acción que se ejecuta dentro de esta etapa es la de inspección pues el inspector debe aprovechar siempre estas paradas para inspeccionar los puntos que ya tiene programado inicialmente u otro que sea necesario chequear por detectarse alguna anomalía imprevista.

#### **2.3.3.4-. Elementos de entrada**

Constituyen elementos de entrada a esta etapa del proceso.

- ❖ Equipos y piezas de la instalación.
- ❖ Personal que participa en el mantenimiento.
- ❖ Programa anual de mantenimiento.
- ❖ Guía de inspección.
- ❖ Herramientas y útiles.
- ❖ Insumos para el mantenimiento (grasas, aceites, gases, etc.).
- ❖ Piezas de repuesto.

#### **2.3.3.5-. Elementos de salida.**

Constituyen elementos de salida de esta etapa.

- ❖ Instalación, equipos y piezas en mejor estado técnico.
- ❖ Inspección y diagnóstico actualizado de la instalación.

#### **2.3.3.6-. Documentos que controlan esta etapa.**

##### **2.3.3.6.1-. Guía de inspección (Anexo II-3.1)**

La guía de inspección es un documento que se confecciona en la etapa de inspección y diagnóstico pero es determinante para esta de mantenimiento ya que en ella se basa el técnico de M.P.P, junto con el plan mensual de mantenimiento para determinar el mantenimiento diario.

##### **2.3.3.6.2-. Plan mensual de mantenimiento (Anexo II-3.2)**

Este documento tiene como objetivo guiar al planificador sobre los equipos que debe actuar según el plan confeccionado anteriormente evitando se repita el mantenimiento al mismo equipo antes de que se cumpla el ciclo donde se incluye toda la instalación. En este documento se incluye el índice de carpeta, la fecha que le corresponde el mantenimiento al equipo, la criticidad del mismo, si se cumple o no el mantenimiento y la orden de trabajo que lo ampara.

##### **2.3.3.6.3-. Orden de trabajo. (Anexo II-3.3).**

Este documento tiene como objetivo orientar y controlar todos los trabajos de mantenimiento y reparación que se ejecuten en una instalación, ya sean planificados o imprevistos a partir del plan de mantenimiento y reparación, o del resultado de la inspección diaria en las unidades.

En el se puede:

- Programar la fuerza de trabajo que lo ejecutará.
- Obtener los costos estimados y real del trabajo realizado.
- Recoger información sobre las piezas sustituidas para completar así el expediente de cada equipo.

Instrucciones: El responsable en cada instalación de que las ordenes de trabajo cumplan sus objetivos y sean confeccionadas con la calidad requerida es el J' de la brigada de mantenimiento, el cual se auxiliará del técnico de M.P.P.

Algunos aspectos que garantizan lo anterior son:

- En el área de **descripción del trabajo a realizar** se reflejará de forma breve el trabajo que se orienta, las partes probables a revisar o reparar y los cuidados a tener en cuenta.
- En el área de **observaciones generales** se describirá en forma breve los defectos o causas que originaron la rotura si es el caso, las acciones realizadas, la calidad con que se ejecutó el trabajo, las herramientas utilizadas y que se recomienda para el próximo trabajo.
- La O.T puede ser **solicitada** por el personal de la producción, el J' de la brigada de mantenimiento, el técnico de M.P.P que con la experiencia y la inspección diaria detecten algún problema.
- La O.T. es **terminada** por el mecánico o trabajador responsable de ejecutar el trabajo orientado.
- La O.T. es revisada por el J' de brigada de mantenimiento de cada entidad quien con su firma certifica el trabajo concluido y la calidad del mismo.

Para el caso de los quipos que salgan de la entidad para ser revisados o reparados en talleres este debe regresar con copia de la O.T emitida por la entidad que realizó el servicio.

### **2.3.3.7-. Recursos necesarios.**

Los recursos necesarios para ejecutar esta etapa se planifican en el plan de mantenimiento y se solicitan en la orden de trabajo.

Los recursos más comunes que se utilizan en esta etapa son: Herramientas, aceites y lubricantes, piezas de repuesto, medios de medición, medios de protección, iluminación suficiente y otros.

### **2.3.3.8-. Interrelación con otras etapas del proceso.**

Esta etapa como las demás está muy relacionada con el resto del proceso, así por ejemplo, la etapa de planificación sirve como base ya que en ella se ejecuta el plan sobre los equipos que se va a actuar, así como la tarea a ejecutar, los recursos a emplear. También aquí se determina el personal que participará en la acción de mantenimiento.

La etapa de inspección y diagnóstico está muy relacionada también pues la guía de inspección es la que determina al final los equipos que deben incluirse en el mantenimiento diario.

La etapa de reparación es la consecuencia del mantenimiento pues durante esta etapa se van creando las condiciones para intervenir equipos que no tienen solución durante paradas cortas y es necesario hacer paradas prolongadas que al final se convierten en la etapa final del proceso.

## **2.3.4-. ETAPA DE REPARACION.**

### **2.3.4.1-. Responsable y personal que participa.**

El máximo responsable de cumplir con esta etapa es el J' de la brigada de mantenimiento, además el técnico de M.P.P esta directamente vinculado con ella. En esta etapa no solo participa la brigada de hombres que está encargada de esta tarea sino que participan también el técnico de A.T.M, y todo el personal de la producción que se solicite, este personal puede trabajar en la limpieza o como ayudante, ya que en la mayoría de los casos son compañeros conocedores de la actividad y el funcionamiento de los equipos.

### **2.3.4.2-. Objetivos.**

Los objetivos del servicio de reparación en nuestro proceso engloban 5 aspectos fundamentales para garantizar el cumplimiento de los compromisos productivos, con mínimos costos, máxima calidad y en los plazos previstos:

- Maximizar la disponibilidad de maquinarias y equipos para la producción de manera que siempre estén aptos y en condición de operación inmediata.
- Lograr con el mínimo costo posible el mayor tiempo de servicio de las instalaciones y maquinarias productivas.
- Preservar el valor de las instalaciones, optimizando su uso y minimizando el deterioro y, en consecuencia, su depreciación.
- Disminuir los paros imprevistos de producción ocasionados por fallas inesperadas, tanto en los equipos como en las instalaciones.
- Lograr la creación de un proceso de mantenimiento preventivo capaz de alcanzar metas en la forma más económica posible.

Para lograr estos objetivos es necesario crear el ambiente adecuado para la ejecución de esta tarea si se tiene en cuenta que en este período no hay producción y puede cometerse el error de no atender esta actividad por parte de los directivos de la instalación como ella lo requiere.

#### **2.3.4.3-. Descripción de esta etapa.**

Esta etapa del proceso comienza cuando paraliza la producción para someter la instalación a una **reparación**, este concepto es muy amplio y suele interpretarse según el autor de varias maneras, así por ejemplo se clasifican en reparaciones mayores y reparaciones menores, otros la dividen en reparaciones parciales y reparaciones totales y otros por solo citar tres ejemplos que la clasifican en capitalizables o no.

En nuestro caso se toma el término **reparación** para denominar una etapa dentro del proceso de M.P.P donde la producción se paraliza y se procede a ejecutar un desarme total o parcial de los equipos que durante la etapa de mantenimiento no se les ha podido restaurar su capacidad total de producción.

Esta etapa representa entre un 15 y un 20 % del tiempo total del proceso y comienza cuando se confecciona el acta de entrega del área de producción al área de mantenimiento, en este instante se limpia la instalación y la brigada de mantenimiento procede a ejecutar los trabajos que ya han sido programados con antelación.

Las tareas que más comúnmente se realizan durante esta etapa son:

1. Desarme total o parcial de equipos o parte de equipos.
2. Limpieza general de equipos y motores eléctricos.
3. Cambio de partes sustituibles.
4. Reparación de partes que no admiten sustitución.
5. Instalación de nuevos equipos o cambio por otros ya obsoletos.
6. Cambio y tensado de correas.
7. Lubricación y engrase de partes móviles.
8. Pintura general de equipos y estructuras.

Luego de finalizada la reparación se procede a confeccionar el acta de entrega de la instalación por el área de mantenimiento al área de producción para así comenzar un nuevo ciclo.

En esta etapa del proceso ya se comienza a confeccionar el plan y el programa de mantenimiento para el próximo período como ya se ha explicado.

Al concluir esta etapa se confecciona uno de los documentos al que más se ha hecho referencia durante todo el desarrollo del presente trabajo, se refiere al acta de entrega de mantenimiento a producción o unidad lista para enfrentar la próxima campaña es aquí donde el proceso de **mejora continua** tiene su mayor exponente, pues se supone que a esta altura del proceso el equipamiento instalado tenga su mejor comportamiento técnico y los parámetros vitales del mismo estén en su mejor momento.

#### **2.3.4.4-. Elementos de entrada**

Constituyen elementos de entrada a esta etapa del proceso.

- ❖ Acta de entrega de producción a mantenimiento.
- ❖ Equipos y piezas de la instalación.
- ❖ Personal que participa en la reparación.
- ❖ Plan de reparaciones.
- ❖ Herramientas y útiles.
- ❖ Insumos para la reparación (grasas, aceites, gases, etc.).
- ❖ Piezas de repuesto. (más del 85 % de las piezas planificadas).

#### **2.3.4.5-. Elementos de salida.**

Constituye elemento de salida de esta etapa.

- ❖ Instalación, equipos y piezas en mejor estado técnico.
- ❖ Inspección y diagnóstico actualizado de la instalación.

#### **2.3.4.6-. Documentos que controlan esta etapa.**

##### **2.3.4.6.1-. Acta de entrega de producción a mantenimiento. (Anexo II-4.1)**

Este documento como su nombre lo indica constituye un documento oficial donde el área de producción comunica de forma escrita la situación técnica que presenta la instalación según su criterio, tiene el objetivo de señalar todas las deficiencias que se han presentado durante el ciclo productivo y que no se han podido resolver a través los mantenimiento diario. Esta acta es confeccionada por el área de producción aunque se recomienda que en su confección participe el técnico de M.P.P quien firmará el documento junto al J' de producción y el tecnólogo.

##### **2.3.4.6.2-. Plan de reparaciones. (Anexo II-4.2)**

Este documento tiene el objetivo de

- Planificar las reparaciones de cada equipo o el mantenimiento que se le valla a dar en esta etapa con el fin de restaurar los parámetros tecnológicos perdidos durante la explotación de los mismos.
- Conocer con antelación la necesidad de recursos de cada equipo, la fuerza de trabajo que se requiere, el tiempo de reparación y el costo de la reparación a efectuar.
- Establecer mediante órdenes de trabajo el control de la realización de las reparaciones y elevar la calidad de las mismas.
- Planificar la estrategia para el suministro de las piezas atendiendo a un plan, con vistas a disminuir los cambios, existencia de productos en almacén sin rotación y la dilatación injustificada de las reparaciones.

Descripción: En este documento se recogen los trabajos de envergadura que se acometerán en cada instalación bajo la categoría de:

- Reparación parcial.
- Reparación general.
- Mantenimiento planificado.

Para la preparación y elaboración del plan de reparaciones se analizará previamente lo siguiente:

- Ciclo de reparación
- Estado técnico del objetivo o equipo que depende de:
  - Régimen de explotación a que fue sometido durante la campaña.
  - Calida de los mantenimientos precedentes
  - Nivel de problemas técnicos y roturas presentadas durante su explotación.
  - Sí la instalación a que pertenece enfrentará plan de producción para el próximo período.
  - Planificación de materiales y repuestos necesarios teniendo en cuenta la existencia en almacenes y el nivel de consumo anual.
  - Planificación de las fuerzas necesarias.
  - Análisis previo de los costos de las reparaciones.
- El plan de reparaciones será elaborado como mínimo, con seis meses de antelación a su ejecución y antes de finalizar este período debe analizarse y realizar los ajustes que fuesen necesarios, siempre y cuando sean aprobados por el consejo de dirección de la instalación.

La mayor responsabilidad en la elaboración de este modelo es del J' de brigada de mantenimiento, aunque la dirección del centro juega un papel fundamental junto a su consejo de dirección.

#### **2.3.4.6.3-. Necesidad de recursos para la reparación. (Anexo II-4.3)**

Este documento se confecciona a partir del modelo plan de reparaciones y tiene como objetivo plasmar de forma ordenada en un consolidado general todos los recursos materiales que se utilizaran en esta etapa del proceso, este documento se confecciona por el técnico de M.P.P y se presenta a la dirección de aseguramiento para que con tiempo pueda garantizar al menos el 85 % de la necesidad total.

En este documento se solicitan fundamentalmente los recursos siguientes:

- Aceros y sus laminados.
- Rodamientos.
- Correas de transmisión.
- Tornillería.

- Materiales para enrollar motores.
- Grasas y lubricantes.
- Útiles y herramientas.
- Etc.

Para la confección de este documento el técnico de M.P.P debe revisar la existencia de estos recursos que tiene en el almacén de la instalación con el fin de no solicitarlo a instancia superiores.

#### **2.3.4.7-. Recursos necesarios.**

Los recursos que se necesitan en esta etapa del proceso ya han sido detallados en el plan de recursos necesarios para la reparación. Además se deben señalar los recursos humanos que a nuestro modo de ver constituyen el factor fundamental en el éxito o el fracaso para implementación de un proceso de este tipo.

#### **2.3.4.8-. Interrelación con otras etapas del proceso.**

Como ha podido verse durante el análisis de cada una de las etapas anteriores todas están interrelacionadas entre sí. Así por ejemplo la etapa de reparación se relaciona con las demás etapas de la siguiente forma:

- En la etapa de planificación y programación se confecciona el plan de reparaciones que se aplicará en el período, así como los recursos materiales y humanos que se utilizarán.
- En la etapa de inspección y diagnóstico se determinan las condiciones específicas que hacen modificar y reestructurar el plan de reparaciones.
- En la etapa de mantenimiento se van creando las condiciones para realizar los trabajos que no es posible ejecutar durante paradas cortas y es necesario posponer hasta las reparaciones.

### **2.3.5-. ETAPA COMPLEMENTARIA. EVALUACION DEL ESTADO TECNICO DE LA INSTALACION.**

#### **2.3.5.1-. Responsable y personal que participa.**

A diferencia de las otras etapas en que se ha dividido el proceso el responsable de esta no pertenece a la instalación. El máximo responsable de esta etapa es el especialista principal de mantenimiento de la empresa a que pertenece cada una de las instalaciones y el

personal que participa son los especialistas del área de mantenimiento de la empresa, como son:

- Especialista mecánico.
- Especialista eléctrico.
- Especialista en lubricación.
- Especialista en instrumentación.
- Especialista en M.P.P.

Además participan también por la instalación el J' de la brigada de mantenimiento con cuantos especialistas del área el decida.

#### **2.3.5.2-. Objetivos.**

Esta etapa se ha dado en llamar complementaria porque no se lleva a cabo en un período determinado del proceso, o no se enmarca en una de las cuatro etapas básica que se han descrito anteriormente. Esta etapa se desarrolla durante todo el proceso y tiene como objetivo evaluar el estado técnico de la instalación durante su período productivo y evaluar la calidad y la marcha de las reparaciones en la etapa de paralización.

#### **2.3.5.3-. Descripción de la etapa.**

Como ya se ha planteado esta etapa no esta enmarcada dentro de las cuatro etapas básicas del proceso pero si resulta un complemento importante del mismo pues sin ella es imposible conocer el estado de la mejora de los equipos de la instalación que constituye el principal objetivo en la aplicación de este proceso

La evaluación de la instalación se realiza con una frecuencia dada, que puede estar predeterminada con antelación o puede ser de forma sorpresiva, para su ejecución se presenta el especialista principal de mantenimiento de la empresa con su equipo de trabajo como ya se señaló anteriormente y dedican una o cuantas secciones de trabajo estimen necesaria a la evaluación del estado técnico de la instalación,

Así por ejemplo se pueden evaluar:

- El estado de la documentación.
- Condiciones de funcionamiento, dentro de las que se encuentran, vibraciones excesivas, ruidos anormales, calentamiento excesivo, estado de las transmisiones, etc.
- Situación de la lubricación.

- Situación de la parte eléctrica, aquí se incluye, pizarras eléctricas, motores eléctricos, conexiones.
- Situación de la instrumentación.
- Situación de los locales e instalaciones civiles.
- Etc.

Cada una de estas actividades se le otorga una puntuación donde se puede evaluar numéricamente el estado en que se encuentra la instalación y así poder determinar si realmente se está logrando una mejora continua del equipamiento.

Finalizada la evaluación con la puntuación obtenida y los problemas detectados se procede a la discusión de la misma con la dirección de la instalación, donde debe participar el consejo de dirección completo y una selección de trabajadores destacados que tengan relación directa con el área evaluada.

#### **2.3.5.4-. Elementos de entrada.**

Constituyen elementos de entrada a esta etapa.

- ❖ Instalación completa que será sometida a la evaluación.
- ❖ Toda la documentación relacionada con el área de mantenimiento.
- ❖ El personal que participa por la empresa.
- ❖ El personal que participa por la instalación.

#### **2.3.5.5-. Elementos de salida.**

Constituyen elementos de salida a esta etapa.

- ❖ Evaluación numérica del estado técnico del equipamiento instalado.
- ❖ Lista de problemas detectados.
- Recomendaciones para la solución de los problemas.

#### **2.3.5.6-. Documentos que controlan el proceso.**

##### **2.3.5.6.1-. Guía para la evaluación del estado técnico de la instalación. (Anexo II-5.1)**

Este documento se confecciona en plenaria donde participa una representación del área de mantenimiento de todas las instalaciones que serán evaluadas posteriormente y la dirección del área de mantenimiento de la empresa, esta se debe realizar anualmente con el comienzo del ciclo del proceso. Este documento tiene como objetivos los siguientes:

- Poder dar una representación matemática del estado técnico de la instalación.

- Poder hacer comparaciones y establecer una política de emulación entre instalaciones con características similares.
- Poder medir el proceso de mejora continua del equipamiento entre una evaluación y otra.

## **Capítulo III-. Diseño e implementación del proceso de MPP para la mejora continua del equipamiento.**

### **3.1-.INTRODUCCION.**

En el presente capítulo y teniendo en cuenta la valoración teórica realizada en el capítulo anterior sobre un **proceso de Mantenimiento Preventivo Planificado M.P.P.** Se pasa a su implementación práctica en una de las instalaciones industriales del CAI Arrocerosur del jíbaro. En este caso El Molino **SATAKE LAS NUEVAS.**

Aquí se describe como se implementa cada una de las etapas, así como los resultados obtenidos en la mejora del equipamiento instalado. Es necesario señalar que durante todo el capítulo se muestra una interrelación directa entre cada una de las etapas con el resto de ellas lo que hace que el proceso no sea estático y este en continuo cambio siempre moviéndose a favor de ir perfeccionando el trabajo.

En este capítulo se hace referencia también a un considerable número de anexos que de forma ordenada han sido valorados en el capítulo anterior a los que se hará referencia también señalando que los datos con que se presentan son los obtenidos realmente con la implementación del proceso en la instalación antes señalada.

### **3.2- Selección del Proceso de Mantenimiento Preventivo Planificado (M.P.P). En el molino SATAKE LAS NUEVAS.**

Antes de pasar a valorar la implementación de cada una de las etapas del proceso en la instalación señalada, se debe hacer un análisis de cómo se aplicaron cada una de las premisas y el requisito propuesto en el capítulo anterior

Para establecer con éxito el proceso de M.P.P, en esta instalación fue necesario analizar cada una de las recomendaciones planteadas en la premisa número uno y como se aplicaron:

#### **PREMISA No 1: RECOMENDACIONES.**

**1. Recoger toda la información histórica posible de tiempo de paro de las máquinas. Para poder establecer bases contra las que se puedan comparar los beneficios del proceso preventivo a desarrollar.**

Esta información se recogió de la ficha técnica de cada uno de los equipos que se incluye en el proceso de mantenimiento, además se analizaron otros documentos tales como.

- ❖ Acta de entrega de mantenimiento a producción.
- ❖ Ficha técnica del equipo.
- ❖ Tarjeta de control de piezas.
- ❖ Tarjeta record de reparaciones.
- ❖ Encuestas y opiniones recogidas por el planificador.
- ❖ Ruta de equipos críticos.

## **2. Realizar un examen detallado de todos los equipos para determinar:**

### **2.1 Que equipos requieren tanto mantenimiento correctivo programado, que justifiquen más bien su reemplazo u obsolescencia.**

En este caso se analizó que existen 8 equipos que requieren un reemplazo pues el continuo cambio de piezas de repuesto y obsolescencia no permiten someterlos a un proceso de mantenimiento o reparación.

Estos equipos son los siguientes.

- ✚ Mesa densimétrica marca SATAKE (cant. Equipos iguales 4)  
Remplazada por Mesa densimétrica marca YANMAR.
- ✚ Saranda rotativa marca SATAKE. (cant. Equipos iguales 4)  
Remplazar por saranda rotativa marca ROTEX.

### **2.2 Que equipos formarán parte del proceso inicial de mantenimiento preventivo.**

Para determinar los equipos que formarían parte del proceso se confeccionó el diagrama objetivo de mantenimiento de la instalación, este fue analizado en la etapa de planificación.

Aquí pudo determinarse que los equipos que forman parte del proceso inicial son los catalogados con criticidad "I "

### **2.3 Que trabajos se deben efectuar**

Los trabajos que se efectuaron se determinaron a partir del plan de reparaciones:

- ✓ Mantenimiento correctivo
- ✓ Mantenimiento
- ✓ Reparación parcial.
- ✓ Reparación general.
- ✓ Sustitución de equipos

**2.4 Cual sería el costo del mantenimiento correctivo programado para los, equipos seleccionados,**

El costo de mantenimiento se determinó en el plan de reparaciones e incluye, costo de materiales, costo de energía, costo de taller y costo de fuerza de trabajo.

**2.5 Cual sería el tiempo y las necesidades de personal para realizar el correctivo programado y el preventivo programado,**

El tiempo y el personal también se planificaron en el plan de reparaciones y estuvo en función del tipo de mantenimiento o reparación que se le dio al equipo.

**3. Realizar mantenimiento correctivo programado inicial, a los equipos seleccionados, para que una vez iniciado el proceso preventivo, no empiecen a fallar intempestivamente y alteren totalmente las frecuencias y fechas programadas de trabajos.**

En este caso se dio mantenimiento a los equipos que se encuentran en el plan de reparaciones y que en el diagrama objetivo de mantenimiento presentan criticidad I

**4. Establecer costos separados del programa de actualización de equipos o mantenimiento correctivo programado inicial.**

En este caso se establecieron costos separados para los equipos que fue necesario adquirir y se trataron como equipos que se adquieren por inversión y que nada tienen que ver con los costos de mantenimiento.

**5. Realizar la cedulación o sea, dar un número de identificación a todos los equipos de la planta, de acuerdo a unas normas previamente establecidas.**

La cedulación de los equipos se realizó según los códigos establecidos en el capítulo anterior y se muestra en el diagrama objetivo de mantenimiento que aparece en los anexos.

**6. Seleccionar los equipos que entrarán en el programa de mantenimiento preventivo, dejando el resto de equipos, con la forma tradicional de mantenimiento que se este llevando hasta ese momento.**

En este caso y atendiendo al deterioro que presenta la instalación se decidió incluir todos los equipos, incluyendo los auxiliares en el programa inicial y cuando el estado técnico lo permita ir sacando un grupo de equipos para la forma tradicional de mantenimiento.

**7. Diseñar los formatos de ficha técnica, órdenes de trabajo, hoja de vida, formato de como realizar una inspección, de programación de inspecciones, de programación de lubricación, de programación de, calibraciones, etc.**

Para la implementación de este proceso de mantenimiento fue necesario diseñar el formato de todos los modelos que intervienen en él. Estos modelos están representados en los anexos del presente trabajo.

**8. Realizar un programa inicial de frecuencias y fechas calendario para las actividades repetitivas de mantenimiento preventivo, para los equipos seleccionados, al final de los cuales se evaluarán los resultados del programa contra el histórico de paros de los equipos, para introducir los correctivos necesarios, o para incluir nuevos equipos.**

Este programa se desarrolló al diseñar el plan de mantenimiento y el plan de reparaciones que se hace referencia durante todo el proceso.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones es necesario tener en cuenta los equipos que se deben incluir en el proceso de M.P.P, lo que constituyó la premisa numero dos.

**PREMISA No 2:**

La premisa número **dos** se pudo entender a través de la respuesta a la pregunta siguiente: **¿Como determinar que equipos incluir en un proceso de mantenimiento preventivo inicial?**

Para determinar estos equipos se tuvieron en cuenta varios criterios como se pudo apreciar en el capítulo anterior, en este caso se incluyeron los equipos de criticidad “ I “ que intervienen en el proceso productivo y los de mayor peligro o riesgo para el personal que labora en el área, en este caso se priorizaron las pizarras eclécticas. Pupitres de mando y pupitres de control.

Para esta determinación también se tuvo en cuenta los análisis realizados a la guía de inspección para conocer los equipos que más fallos habían tenido durante el proceso productivo.

**El requisito para poder establecer el proceso, luego de ser cumplidas las dos premisas anteriores es el siguiente:**

Como todo proceso de cualquier tipo que se desarrolle el personal que participa es fundamental por lo que debe estar capacitado para ello y estructurado de tal forma que

permita el desarrollo del proceso en este caso se asumió la siguiente estructura para la brigada de mantenimiento:

DESIGNACIÓN	CANTIDAD.
JEFE DE BRIGADA DE MANTENIMIENTO	1
TECNICO DE M.P.P (PLANIFICADOR)	1
J' BRIG. MECANICA	1
J' BRIG ELECTRICISTA	1
LUBRICADOR	1
INTRUMENTISTA	1
MECANICOS	5
ELECTRICISTAS	3
SOLDADORES	1

Además del personal que se ha hecho referencia existe un personal de apoyo que participó según la ocasión lo requería, como es el técnico de aseguramiento, ayudantes, personal de la producción, etc,

**Es necesario antes de implementar este proceso conocer los aspectos que contemplan cada una de sus etapas:**

- 1-. Responsable y personal que participa.
- 2-. Objetivos.
- 3-. Descripción del procedimiento.
- 4-. Elemento de entrada.
- 5-. Elemento de salida.
- 6-. Documentos que controlan el proceso.
- 7-. Recursos necesarios.
- 8-. Interrelación con procedimientos relacionados.
- 9-. Resultados obtenidos.

### **3.3-. IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE M.P.P Y RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MOLINO SATAKE “LAS NUEVAS”.**

La implementación del proceso en el molino se comenzó en enero de 2006 y los resultados que se muestran en el presente trabajo fueron analizados hasta febrero del presente año, en lo que constituye un ciclo completo.

#### **Etapas para la implementación del proceso de M.P.P propuesto por el autor:**

3.3 1-. Etapa de planificación y programación.

3.3 2-. Etapa de inspección y diagnóstico.

3.3 3-. Etapa para la ejecución del mantenimiento.

3.3 4-. Etapa para la ejecución de la reparación.

3.3.5-. Etapa complementaria.

#### **3.3.1-. IMPLEMENTACION Y RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ETAPA DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION.**

##### **3.3.1.1-. Responsable y personal que participa.**

El J' de Brigada de mantenimiento de la instalación fue el máximo responsable de la implementación de esta etapa del proceso el controló y dirigió cada uno de los pasos en la que el principal participante fue el técnico de M.P.P. Este en coordinación con el departamento de producción, los especialistas en cada una de las ramas y los resultados históricos que tiene de la instalación, confeccionó el plan anual de reparación y mantenimiento.

##### **3.3.1.2-. Objetivos.**

El objetivo de esta etapa se cumplió al quedar confeccionado:

- ✓ PRIMERO: Un plan de mantenimiento mensual donde se incluye el 100 % de los equipos de la instalación, así como las tareas de mantenimiento que serán aplicadas en cada caso. Este plan esta sujeto a cambios en dependencia de la guía de inspección que se realiza diariamente.
- ✓ SEGUNDO: Un plan de reparación anual donde se determina que equipos serán sometidos durante este período, a una reparación general o un mantenimiento, que recursos se necesitan y de que personal será necesario disponer.

NOTA: Los planes a que se ha hecho referencia se encuentran en el anexo y se describen en los documentos que controlan la etapa.

### 3.3.1.3-. Descripción de la implementación y resultados de la etapa.

La etapa de programación y planificación, se implementó a partir de que se entregara la instalación para la producción por el área de mantenimiento, con el análisis de los resultados del acta de entrega a producción se comenzó a montar el plan de mantenimiento mensual que fue enriquecido durante todo el proceso. Con los análisis realizados durante el paro, así como el cumplimiento del plan anterior y la documentación de cada uno de los equipos se realizó el próximo plan de reparación que se completa con el análisis de la instalación durante todo el ciclo productivo (Estudio de todas las guías de inspecciones realizadas).

Una de las actividades fundamentales para el buen desarrollo de esta etapa fue la cedulación o identificación de cada uno de los equipos que participaron en el proceso para ello se hizo necesario primeramente dar un número o código a cada uno, de ellos, además fue necesaria su organización en lo que se llamó *DIAGRAMA OBJETIVO DE MANTENIMIENTO (Anexo III-1.3)*

Para la cedulación o identificación de cada equipo de la instalación puede escogerse el sistema que mejor se adapte a sus necesidades, en este caso se determinó por el autor utilizar un sistema basado en dividir la planta en: *INSTALACIONES, EQUIPOS Y No DEL MISMO*. Así por ejemplo:

**INSTALACIONES:** Teniendo en cuenta que la unidad industrial donde se implementa este proceso cuenta con tres instalaciones. Se definió otorgar a la instalación seleccionada el código. **MS** correspondiendo al Molino SATAKE.

.Así para el caso del proceso que se implementa todos los equipos comenzaran con el código **MS**. Hay que señalar también que este código responde a un ordenamiento contable, o sea todos los trabajos que se realicen a equipos que comiesen con él se identificarán automáticamente con este centro de costo.

**EQUIPOS:** Para determinar el tipo de equipo a que se hizo referencia también se utilizaron las letras en forma de código. Así por ejemplo se designan las siguientes letras para referirse a los siguientes equipos.

- ET Equipos tecnológicos, comprende todos los equipos específicos del procesamiento del arroz, descascaradota, pulidora, clasificadora, etc.
- EC Elevadores de cangilón. Comprende todos los equipos de manipulación de arroz en sentido vertical.

- TB Transportadores de banda. Comprende todos los equipos de manipulación de arroz en sentido horizontal o inclinado de este tipo.
- TS Transportadores sinfín. Comprende todos los equipos de manipulación de arroz en sentido horizontal o inclinado de este tipo.
- TC Transportadores de cadena. Comprende todos los equipos de manipulación de arroz en sentido horizontal o inclinado de este tipo.
- VC Ventilador centrífugo. Comprende todos los equipos de manipulación de productos o subproductos por aire.
- EA Equipos auxiliares. Comprende todos aquellos equipos que participan en el proceso pero que no están directamente relacionados con la producción, aquí se incluyen, compresores, equipos de laboratorio, equipos para el mantenimiento, etc.

**No del EQUIPO:** Este número se determinó en función del orden que presenta el equipo en el flujo de producción así por ejemplo el transportador de cadena que manipula el arroz en la tolva de recibo será el TC. 1.

De forma general la identificación será de la siguiente forma, por ejemplo un Equipo con el siguiente código **MS.TS.5**, Representa el transportador sinfín Número 5 del MOLINO SATAKE.

Para la realización del *DIAGRAMA OBJETIVO DE MANTENIMIENTO* se dividieron los equipos en **AUXILIARES Y DE PRODUCCION** y con identificación que ya se asignó y se organizaron en el orden del flujo de producción como muestra el Anexo III-1.1

Simultáneamente con la codificación de todos los equipos de la planta, se procedió a recoger toda la información de tiempos de paro y de costos de mantenimiento de todos los equipos. La información recogida sirvió de base para seleccionar los equipos que entraron en el programa de mantenimiento preventivo y para demostrar los beneficios reales del programa a medida que se desarrolla, con datos estadísticos y cifras numéricas.

#### **3.3.1.4-. Elementos de entrada.**

Se escogieron como elementos de entrada a esta etapa los siguientes elementos.

- ❖ Acta de entrega de mantenimiento a producción.
- ❖ Ficha técnica del equipo.
- ❖ Tarjeta de control de piezas.
- ❖ Tarjeta record de reparaciones.

- ❖ Encuestas y opiniones recogidas por el planificador.
- ❖ Ruta de equipos críticos.

#### **3.3.1.5-. Elementos de salida.**

Se escogieron como elementos de salida de esta etapa los siguientes elementos.

- ❖ Programa de mantenimiento anual.
- ❖ Programa de reparación anual.
- ❖ Necesidad de recursos para el mantenimiento.
- ❖ Necesidad de recursos para la reparación.
- ❖ Presupuesto de mantenimiento y reparación.
- ❖ Necesidad de personal para mantenimiento y reparación.
- ❖ Guía de inspección determinando equipo y frecuencia para la inspección.
- ❖ Guía de lubricación de los equipos.
- ❖ Manual de operación de los equipos actualizado.

#### **3.3.1.6-. Documentos que controlan la etapa.**

##### **3.3.1.6.1-. Acta de entrega de mantenimiento a producción. (Anexo II-1.1).**

Este documento se confeccionó por el técnico de M.P.P en conjunto con el J' de brigada de mantenimiento y como su nombre lo indica a través de el se entregó la instalación al personal de la producción quien participó también en esta entrega. Este documento quedó firmado por ambas partes y en el quedó plasmada la situación real de la instalación, en que estado quedó cada uno de los equipos para el próximo ciclo así como la calidad de la reparación realizada.

##### **3.3.1.6.2-.Índice de carpeta. (Anexo II-1.2)**

Este documento definió la organización del archivo y constituye un listado de las carpetas siguiendo un código determinado según la cedula a la que ya se hizo referencia.

**Descripción:** Al confeccionar este modelo fue necesario tener en cuenta el tipo de equipo a que se hace referencia y se pudo determinar que existían:

- **Equipos de producción**
- **Equipos auxiliares**
- **Máquinas y herramientas de taller**
- **Construcción civil**

También se tubo en cuenta la criticidad; elemento que se refiere a la afectación que produce el objetivo o equipo de mantenimiento, tomando como base la producción.

De esta forma se pudo determinar que existían los siguientes equipos con el índice de criticidad que se refiere.

CRITICIDAD	CANT. DE EQUIPOS
-Criticidad I	35
-Criticidad II:	15
-Criticidad III:	18
-Sin Criticidad:	20

#### **3.3.1.6.3-. Ficha Técnica. (Anexo II-1.3)**

El objetivo por el que se confeccionó este documento fue recoger las características y datos generales de la identificación de cada equipo o grupo idéntico, así como de los equipos auxiliares.

Descripción: En la confección de este modelo se tuvo en cuenta:

- Los manuales de reparación y mantenimiento suministrado por el fabricante para cada tecnología en lo referente a la composición del ciclo de reparación que pide este documento.
- La estructura del ciclo de reparación

#### **3.3.1.6.4-. Tarjeta control piezas de repuesto. (Anexo II-1.4)**

En este documento se recogió toda la información relativa a las piezas gastables del equipo y se debe emitió un solo ejemplar por cada equipo o grupos idénticos.

#### **3.3.1.6.5-. Necesidad anual y existencia de: (Anexo II-1.5)**

En este documento se controlaron las piezas de repuesto y materiales consumibles que necesita cada equipo, se definió su frecuencia de utilización anual, la existencia en cada momento y las cantidades recibidas por trimestres para así facilitar la elaboración del plan de reparación de cada equipo.

#### **3.3.1.6.6-. Tarjeta récord de reparaciones efectuadas. (Anexo II-1.6).**

En este documento se registraron estadísticamente el recambio o reparación de piezas, se ajustó la duración estimada de las piezas en la tarjeta control de piezas y se ajustaron los ciclos de reparación.

#### **3.3.1.6.7-. Necesidad de construcción de piezas de repuesto. (Anexo II-1.7)**

Con la confección de este documento se garantizó el suministro de piezas de repuesto atendiendo al plan de fabricación o recuperación en talleres existentes para este fin y que no pertenecían a la entidad.

#### **3.3.1.7-. Recursos necesarios.**

Para la implementación de esta etapa del proceso no se requieren recursos materiales de gran envergadura ya que en ella participa fundamentalmente personal de la parte de oficina quien revisa y organiza la información existente y otra que obtiene por entrevistas. Por esta razón en esta etapa solo se necesita material de oficina, computadoras, etc.

#### **3.3.1.8-. Interrelación con otras etapas del proceso.**

Como puede apreciarse en la implementación de esta etapa y según se había planteado en el capítulo anterior, la etapa de planificación y programación esta directamente relacionado con el resto de las etapas pues el resto de ellas son planificadas y programadas aquí y a su vez ella se nutre de los resultados obtenidos en cada una de las restantes.

#### **3.3.1.9-. RESULTADOS OBTENIDOS.**

Con la implementación de esta etapa se logró materializar un plan de reparaciones que garantiza una mejora continua del equipamiento instalado en el Molino ZATAKE DE “LAS NUEVAS”, instalación perteneciente al CAI Arrocero Sur del Jíbaro

### **3.3.2-. IMPLEMENTACION Y RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ETAPA DE INSPECCIÓN Y DIAGNÓSTICO.**

#### **3.3.2.1-. Responsable y personal que participa.**

El máximo responsable de este procedimiento fue el técnico de M.P.P. o planificador y en el participó tanto el personal de mantenimiento como el de la producción.

#### **3.3.2.2-. Objetivos.**

El objetivo de esta etapa se cumplió al inspeccionar la instalación y recopilar el mayor número de información de cada uno de los equipos de la instalación además se hizo un diagnóstico en el que se determino en primer lugar cual se incluiría pudo determinarse el tipo de intervención que se la realizará, los recursos, etc. O sea se pudo hacer una buena planificación y estableció el programa adecuado.

### **3.3.2.3 Descripción de la etapa.**

En la actualidad se han desarrollado diferentes tipos de inspecciones que generalmente concurren en el mismo diagnóstico veces con más o menos profundidad en este caso solo se han valorado los dos tipos fundamentales que recoge la literatura de los que el autor teniendo en cuenta las condiciones reales de la instalación se decide por el sistema de inspección técnica.

El Plan de **Inspección Técnica** se ejecutó según el programa de mantenimiento preventivo, el cual está elaborado con una periodicidad anual para todo el equipamiento de la instalación. Las inspecciones más rutinarias, son: con equipo en marcha, son realizadas por los mecánicos, eléctricos, técnicos y especialistas en las diferentes especialidades de mantenimiento; sin embargo, el gestor principal es el inspector de mantenimiento. Las inspecciones más técnicas y detalladas, normalmente con equipo parado y son ejecutadas por los técnicos en diagnóstico.

Cada documento de revisión preventiva emitido quedó archivado por el planificador, el Inspector fue conciso y concreto, indicando que tiene la máquina, como hay que solucionarlo y cuando hay que hacerlo definiendo además la criticidad de la anomalía, el planificador extrae del documento los trabajos y confecciona las órdenes de trabajo (OT) y tareas necesarias a ejecutar por Mantenimiento. La información fue analizada con el objetivo de evaluar el comportamiento vibracional y el estado de los rodamientos para lograr un máximo aprovechamiento de la vida útil de los mismos, la disponibilidad del equipamiento y anticipación a las fallas. Los problemas detectados fueron registrados en listas de trabajos pendientes y pasaron a cada área en cuestión y se emitieron las OT y tareas necesarias a ejecutar por mantenimiento para la solución del problema, basados en los planes y programas de mantenimiento y de Reparación, en los cuales se establecen los plazos de ejecución y de conjunto con los supervisores de mantenimiento responden por su cumplimiento mediante reinspecciones.

### **3.3.2.4- Elementos de entrada.**

Constituyen elementos de entrada a esta etapa del proceso.

- ❖ Equipos y elementos de la instalación a inspeccionar.
- ❖ Programa de inspección concebido en la etapa de planificación y
- ❖ Programación.

- ❖ Personal capacitado.
- ❖ Archivo de guía de inspección del ciclo anterior.
- ❖ Archivo de informe de incidencia del ciclo anterior.
- ❖ Control de lubricación.
- ❖ Reporte de equipos averiados.
- ❖ Acta de entrega de mantenimiento a producción.

### **3.3.2.5-. Elementos de salida.**

- ❖ Ruta de equipos críticos.
- ❖ Ficha técnica de los equipos actualizada.
- ❖ Guía de inspección.
- ❖ Informe diario de incidencia.

### **3.3.2.6-. Documentos que controlan el proceso.**

#### **3.3.2.6.1-. Registro de incidencia. (Anexo II-1).**

El registro diario de incidencia se confeccionó por el personal de la producción y constituyó el documento primario a tener en cuenta durante la inspección y diagnóstico pues aquí se registraron las deficiencias detectadas a cada equipo durante su turno de trabajo. Este informe se confeccionó diariamente y fue firmado por el J' de turno y entregado al especialista de M.P.P, planificador, quien lo utilizó en la confección de la guía de inspección y luego lo archivó en el departamento de mantenimiento hasta que termine el ciclo.

#### **3.3.2.6.2-. Guía de inspección (Anexo II-2).**

La guía de inspección es un documento que confeccionó el técnico de M.P.P y mediante el se pudieron disminuir las roturas imprevistas que surgen durante el proceso productivo y por consiguiente no afectar la producción de la fábrica.

#### **Aplicación.**

Para su aplicación el técnico de M.P.P con el auxilio de un mecánico y un electricista de experiencia fundamentalmente, y teniendo en cuenta las opiniones de los operadores directos a los equipos, así como el personal vinculado a la producción, dejan constancia de todo lo observado, así como, de los problemas que requieran una decisión y una acción para resolverlo.

Al confeccionar la guía se tuvieron en cuenta:

- Frecuencia de inspección para cada equipo.

- Características propias de cada equipo.
- Grupo de criticidad a que pertenece.
- Régimen de explotación a que está sometido o estado técnico en que se encuentra.
- Otros parámetros a inspeccionar previamente establecidos por la entidad.

El jefe de brigada de mantenimiento de la instalación consultó diariamente este documento antes de proceder al mantenimiento diario ya programado anteriormente y en dependencia a los resultados de esta inspección pudo modificar este plan

#### **3.3.2.6.3.- Control de lubricación (Anexo II- 3).**

Mediante este documento se controló la lubricación según la frecuencia por cada equipo, asegurando no dejar ni un solo punto de equipo olvidado y que se aplicara el lubricante recomendado, haciendo que el lubricador llevara consigo las tarjetas y las usara en el momento de realizar el trabajo.

El estudio de lubricación fue elaborado **CUPET**, organismo autorizado para este fin en nuestra provincia y en el está indicado la posibilidad de sustituir un lubricante por otro en caso de no existir el recomendado. Este estudio se revisa con una frecuencia de 5 años por el organismo antes señalado quedando constancia escrita y firmada en la entidad.

#### **3.3.2.6.4.- Reporte de equipos averiados. (Anexo II-4).**

Mediante este documento se informaron las averías que habían afectado al equipo, sus causas y se llevó un registro de las mismas.

Al determinar las causas de la avería, se explicó al dorso del modelo el análisis realizado y se determinaron la responsabilidad material así como las medidas tomadas al respecto.

#### **3.3.2.7.- Recursos Necesarios.**

En esta etapa como el método utilizado fue la inspección técnica el recurso humano sigue siendo el principal, ya que no se cuenta en la instalación con equipos y medios sofisticados que permitan realizar una inspección por diagnóstico.

#### **3.3.2.8.- Interrelación con otras etapas del proceso.**

Como las demás etapas esta también interactúa con las otras ya que por ejemplo las inspecciones que se realizaron en la mayoría de los casos fueron planificadas y programada en la etapa anterior, pero a su vez la etapa de planificación y programación necesita de los

datos obtenidos aquí para poder hacer un plan de mantenimiento objetivo. Otra etapa muy relacionada con esta es la de mantenimiento ya que diariamente se vio afectado por los resultados de la inspección diaria y la guía de inspección en dependencia de los resultados que estas reportaban.

### **3.3.2.9- RESULTADOS OBTENIDOS**

Esta etapa constituye una de las más importantes del proceso ya que mediante la misma es posible realizar un diagnóstico de la situación actual en que se encuentra la instalación de esta forma utilizando el método de inspección técnica se pudo conocer en que estado se encontraban cada uno de los equipos que conforman el proceso productivo así como los equipos auxiliares que de una forma u otra forman parte también de la instalación. A través de Las guías de inspección se pudo conocer la situación real de cada equipo en cada momento, esto significa una disminución considerable de roturas imprevistas y por ende una disminución en igual medida de paradas que puedan afectar la producción.

### **3.3.3- IMPLEMENTACION Y RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ETAPA DE MANTENIMIENTO**

#### **3.3.3.1- Responsable y personal que participa.**

El máximo responsable de esta etapa fue el J' de brigada de Mantenimiento, el técnico de M.P.P. o planificador y en ella participo toda la brigada de mantenimiento destinada para este fin y que fue presentada anteriormente.

#### **3.3.3.2- Objetivos.**

Los objetivos de esta etapa se cumplieron y pueden resumirse en cuatro aspectos fundamentales

- Se alcanzó un índice de averías del 8 %
- Se dio cumplimiento al 90 % de ejecución del mantenimiento preventivo
- Se garantizó la funcionabilidad de la fábrica en un 90 %.
- Se logró la mejora de estos índices en: 2%, 5%, y 5% respectivamente.

#### **3.3.3.3- Descripción del trabajo ejecutado en esta etapa.**

Como ya se ha planteado en desarrollo del presente trabajo el proceso de mantenimiento que se implementa esta enmarcado en el período de un año durante el cual se llevan a cabo las 5 etapas básicas del proceso. En el caso la etapa de mantenimiento está enmarcada en

aproximadamente 10 meses y 20 días, es la etapa que alterna con la reparación y coincide con el proceso productivo de la instalación.

La etapa de mantenimiento comienza cuando se entrega la instalación al área productiva después de terminada la reparación en este momento se considera que la planta ha recobrado sus parámetros básicos y que se encuentra lista para su funcionamiento. Es necesario tener en cuenta por el personal de mantenimiento las afectaciones que no se pudieron resolver por una causa u otra durante la reparación y que se encuentran plasmadas en el acta de entrega.

La etapa de mantenimiento transcurre durante el tiempo antes señalado pero se repite diariamente por lo que se dará a conocer como se implementa un día y así se repite hasta completar la etapa.

Para comenzar es necesario señalar que a la actividad de mantenimiento se le dedican 4 horas al día, estas por razones de ahorro de energía se ejecutan en horario pico, o sea de 6.00 p.m. a 10.00 p.m. Para la ejecución del mantenimiento diario el J' de la brigada tiene en cuenta los siguientes elementos.

PRIMERO. El plan de mantenimiento diario que se confeccionó en la etapa de planificación y programación, en este plan está plasmado la relación de equipos que ese día le corresponde el mantenimiento convencional, o se el planificado lo que quiere decir que presente dificultades o no se le debe realizar la intervención que generalmente consiste en:

- ✓ Limpieza general.
- ✓ Revisión de todas las partes móviles.
- ✓ Engrase de cadenas, según guía de lubricación.
- ✓ Revisión y tensado de correas de transmisión.
- ✓ Revisión y megueo de motores eléctricos.
- ✓ Revisión y completamiento de aceite a reductores.
- ✓ Revisión y control de los parámetros básicos de los equipos tecnológicos.

SEGUNDO: La guía de inspección que se confecciona en la etapa de inspección y diagnóstico y mediante la cual el técnico de M.P.P da a conocer al J' de brigada de mantenimiento las deficiencias detectadas durante el turno de trabajo. En la mayoría de los casos se trata de un mantenimiento correctivo pues las anomalías detectadas en la guía de inspección rara vez son conocidas de antemano por lo que ala hora del J' de brigada

organizar el trabajo diario tiene que tener en cuenta los dos tipos de mantenimiento o sea el planificado y el correctivo.

Con estos dos elementos el J' de brigada organiza el mantenimiento diario en función de la complejidad y la preparación técnica del personal con que cuenta para estas funciones.

En caso de que la complejidad de la operación no permita su restauración en el tiempo de mantenimiento planificado para ese día, se convocará a los directivos de la instalación y al personal de la producción para tomar las medidas más correctas y que menos afecte, esta puede ser desde la parada del proceso del equipo afectado hasta la paralización total, hasta tanto se resuelva la situación creada, en este caso se considerará este tiempo, como tiempo perdido por roturas, y así se considerará en toda la documentación que se emite al respecto.

En todos los casos ya sean mantenimientos planificados o correctivos el técnico de M.P.P debe emitir las órdenes de trabajo correspondientes como se presentan en los documentos que controlan el proceso y que pueden analizarse en los anexos de este trabajo.

#### **3.3.3.4-. Elementos de entrada**

Constituyeron elementos de entrada a esta etapa del proceso.

- ❖ Equipos y piezas de la instalación.
- ❖ Personal que participa en el mantenimiento.
- ❖ Programa anual de mantenimiento.
- ❖ Guía de inspección.
- ❖ Herramientas y útiles.
- ❖ Insumos para el mantenimiento (grasas, aceites, gases, etc.).
- ❖ Piezas de repuesto.

#### **3.3.3.5-. Elementos de salida.**

Constituyen elementos de salida de esta etapa.

- ❖ Instalación, equipos y piezas en mejor estado técnico.
- ❖ Inspección y diagnóstico actualizado de la instalación.
- ❖ Ordenes de trabajo firmadas por todo el personal que corresponda.
- ❖ Control de los gastos en que se incurrió durante el mantenimiento.

### **3.3.3.6-. Documentos que controlan esta etapa.**

#### **3.3.3.6.1-. Guía de inspección (Anexo II-3.1)**

La guía de inspección se confeccionó en la etapa de inspección y diagnóstico y fue determinante para el mantenimiento ya que en ella se basó el técnico de M.P.P, junto con el plan mensual de mantenimiento para determinar el mantenimiento diario. La implementación de este documento fue tratado en la etapa de inspección y diagnóstico por lo que solo se hace referencia en esta.

#### **3.3.3.6.2-. Plan mensual de mantenimiento (Anexo II-3.2)**

Este documento sirvió como guía al planificador sobre los equipos que debe actuar según el plan confeccionado anteriormente evitando se repita el mantenimiento al mismo equipo antes de que se cumpla el ciclo donde se incluye toda la instalación. En este documento se incluyó el índice de carpeta, la fecha que le corresponde el mantenimiento al equipo, la criticidad del mismo, si se cumplió o no el mantenimiento y la orden de trabajo que lo ampara. Este modelo se encuentra en los anexos de este trabajo con datos reales de la instalación donde se implementa el proceso.

#### **3.3.3.6.4-. Orden de trabajo. (Anexo II-3.4).**

Este documento es la base legal de todos los trabajos de mantenimiento que se realicen ya sean planificados o no en el se orientan y controlan todas las actividades de mantenimiento y reparación que se ejecuten en la instalación, Con este documento se pudo determinar:

- La fuerza de trabajo que ejecutó la acción.
- Se obtuvieron los costos reales en que se incurrió con el mantenimiento
- Se recogió toda la información sobre las piezas sustituidas para completar así el expediente de cada equipo.

En el caso del proceso que se implementa la orden de trabajo fue confeccionada por el técnico de M.P.P aunque el J' de la brigada de mantenimiento sigue siendo el máximo responsable de que se ejecute esta tarea. Para la confección de la O.T el planificador partió de dos fuentes fundamentales.

Primero: El plan mensual de mantenimiento

Segundo: La guía de inspección.

En el caso que la O.T se realice a partir del plan mensual de mantenimiento en

el área de **descripción del trabajo a realizar** se reflejó de forma breve el trabajo que se orienta, las partes probables a revisar o reparar y los cuidados a tener en cuenta. En el área de **observaciones generales** se describieron de forma breve las acciones realizadas, la calidad con que se ejecutó el trabajo, las herramientas utilizadas y que se recomienda para el próximo trabajo.

En el caso que la O.T se realice a partir de la guía de inspección en el área de **descripción del trabajo a realizar** se reflejó la causa que provocó la rotura así como las acciones necesarias para restablecer el defecto causado que puede ir desde la limpieza de alguna parte del equipo hasta la sustitución de alguna parte, o el equipo en su totalidad, como por ejemplo el cambio de un motor eléctrico cuando este se quema. En el área de **observaciones generales** se describen las partes que se cambian, las posibles causas que provocaron la rotura así como la impresión del ejecutor del trabajo del estado actual en que quedó el equipo.

- La O.T en todos los casos fue **solicitada** por el técnico de M.P.P que con la experiencia y la inspección diaria es el que más experiencia tiene sobre la instalación, ya que en primer lugar fue quien más participación tuvo en la confección del plan de mantenimiento y en segundo lugar conoce como se pueden presentar las principales roturas imprevistas y su posible solución con el menor costo y en el menor tiempo posible.
- La O.T fue **aprobada** por el J' de la brigada de mantenimiento quien selecciona el personal que ejecutará el trabajo teniendo en cuenta el grado de preparación de cada uno de los integrantes de su brigada y el equipo que se debe intervenir.

La O.T. en el área de **terminada** fue firmada por el mecánico o trabajador que ejecuto el trabajo orientado.

- La O.T. fue **revisada** por el J' de producción de la entidad o alguien que el delegue que en muchos casos puede ser el tecnólogo, quien con su firma certifica el trabajo concluido y la calidad del mismo.

Para el caso de los quipos que salieron de la entidad para ser revisados o reparados en talleres regresaron con copia de la O.T emitida por la entidad que realizó el servicio.

### **3.3.3.7-. Recursos necesarios.**

Los recursos necesarios para ejecutar esta etapa se planificaron en el plan de mantenimiento y se solicitan al almacén a través de la orden de trabajo

Los recursos más comunes que se utilizaron en esta etapa fueron: Herramientas, aceites y lubricantes, piezas de repuesto, medios de medición, medios de protección, iluminación y otros.

### **3.3.3.8-. Interrelación con otras etapas del proceso.**

Esta etapa como las demás está muy relacionada con el resto del proceso, así por ejemplo, en la etapa de planificación se confeccionó el plan de mantenimiento mensual que sirvió de base para determinar que equipo se debía intervenir cada día así como los trabajos más comunes a ejecutar y los recursos que se debía disponer con antelación. También aquí se determinó el personal que participó en la acción de mantenimiento.

La etapa de inspección y diagnóstico está muy relacionada también pues la guía de inspección fue la que determinó al final los equipos que debían incluirse en el mantenimiento diario.

La etapa de reparación es la consecuencia del mantenimiento pues durante esta etapa se van creando las condiciones para intervenir equipos que no tienen solución durante paradas cortas y es necesario hacer paradas prolongadas que al final se convierten en la etapa final del proceso.

### **3.3.3.9-. RESULTADOS OBTENIDOS**

Los resultados obtenidos con la implementación de esta etapa pueden resumirse en el cumplimiento de los objetivos trazados y que se resumieron en cuatro aspectos fundamentales

- Se alcanzó un índice de averías del 8 %
- Se dio cumplimiento al 90 % de ejecución del mantenimiento preventivo
- Se garantizó la funcionabilidad de la fábrica en un 90 %.
- Se logró la mejora de estos índices en: 2%, 5%, y 5% respectivamente.

Como puede apreciarse el estado técnico de la instalación mejoró considerablemente y se dejaron creadas las condiciones para que en el próximo ciclo las condiciones actuales, sean mejoradas también lo que hace que el proceso se considere un proceso de **mejora continua del equipamiento**.

### **3.3.4-. IMPLEMENTACION Y RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ETAPA DE REPARACION.**

#### **3.3.4.1-. Responsable y personal que participa.**

En la implementación de esta etapa participó toda la brigada de mantenimiento que se planteo como requisito. Además fue necesario convocar a varios compañeros de la producción que ocuparon diferentes responsabilidades, fundamentalmente como ayudantes en la limpieza, organización y otras. El máximo responsable de cumplir con esta etapa fue el J' de la brigada de mantenimiento, apoyado además por el técnico de M.P.P

#### **3.3.4.2-. Objetivos.**

Los objetivos del servicio de reparación en nuestro proceso englobaron 5 aspectos fundamentales para garantizar el cumplimiento de los compromisos productivos, con mínimos costos, máxima calidad y en los plazos previstos:

- Se garantizó la disponibilidad de maquinarias y equipos para la producción de manera que quedaran aptos y en condición de operación inmediata.
- Se logró con el mínimo costo el mayor tiempo de servicio de las instalaciones y maquinarias productivas.
- Se preservó el valor de las instalaciones, optimizando su uso y minimizando el deterioro y, en consecuencia, su depreciación.
- Se logró disminuir los paros imprevistos de producción ocasionados por fallas inesperadas, tanto en los equipos como en las instalaciones.
- Se logró la creación de un proceso de mantenimiento preventivo capaz de alcanzar metas en la forma más económica posible.

Para lograr estos objetivos fue necesario crear el ambiente adecuado para la ejecución de esta tarea si se tiene en cuenta que en este período no hubo producción y podía desatenderse la instalación por parte de directivos que no están directamente vinculados con esta actividad.

#### **3.3.4.3-. Descripción de esta etapa.**

Esta etapa del proceso comenzó cuando se paralizó la producción para someter la instalación a una **reparación**. Para dar inicio a esta actividad es necesario contar con el acta de entrega de producción al área de mantenimiento, en ella estaban detalladas las

deficiencias detectadas con anterioridad y que no se habían podido resolver durante la etapa de **mantenimiento**.

La primera actividad que se realizó en esta etapa fue convocar una reunión donde participó el total de la brigada creada para este fin y los directivos de la instalación aquí se hizo referencia de forma general al estado actual y las expectativas que existían para el final de la etapa donde el estado de maquinarias y equipos debía mejorar considerablemente. También se dio a conocer la relación de recursos fundamentales con se contaba para acometer esta actividad.

A continuación se procedió a realizar una limpieza total de equipos y la instalación en general en la que participó tanto el personal de mantenimiento como el de producción, quedando lista para dar comienzo a la ejecución práctica de la reparación donde las actividades más comunes que se acometieron fueron:

- 1.- Desarme total o parcial de equipos o parte de equipos.
- 2.- Limpieza general de equipos y motores eléctricos.
- 3.- Cambio de partes sustituibles.
- 4.- Reparación de partes que no admiten sustitución.
- 5.- Instalación de nuevos equipos o cambio por otros ya obsoletos.
- 6.- Cambio y tensado de correas.
- 7.- Lubricación y engrase de partes móviles.
- 8.- Desmonte y calibración de equipos de medición.
- 9.- Revisión total a pizarras eléctricas.
- 10.- Restauración total del sistema de iluminación.
- 11.- Chequeo y comprobación de los parámetros vitales de los equipos tecnológicos.
- 12.- Actualización de toda la documentación técnica de máquinas y equipos así como de la instalación en general.
- 13.- Pintura general de equipos y estructuras.

Durante toda la etapa se fueron revisando las guías de inspección que se realizaron durante la etapa de mantenimiento, así se pudo en muchos casos mejorar trabajos que por la premura con que se realizaron no tenían la calidad requerida para enfrentar otro ciclo

productivo y en otros sustituir partes y piezas con las que no se contaba en esos momentos y que se solicitaron en el plan de reparaciones para ser sustituidas.

También en ese período se comenzó a confeccionar el plan de mantenimiento para el próximo ciclo teniendo en cuenta la situación en que queda cada equipo y la calidad con que se ejecutó la reparación, así por ejemplo para un rodamiento que no se pudo cambiar por no existir en la planta y el mercado el ciclo de lubricación y de mantenimiento debe ser menor que uno que se haya sustituido por el ideal.

Al finalizar la reparación se procedió a confeccionar el acta de entrega de la instalación por el área de mantenimiento al área de producción para así comenzar un nuevo ciclo.

Al concluir esta etapa es donde el proceso **mejora continua** tiene su mayor exponente, pues se supone que a esta altura del proceso el equipamiento instalado tenga su mejor comportamiento técnico y los parámetros vitales del mismo estén en su mejor momento.

#### **3.3.4.4- Elementos de entrada**

Como elementos de entrada a esta etapa del proceso se consideraron:

- ❖ Acta de entrega de producción a mantenimiento.
- ❖ Equipos y piezas de la instalación.
- ❖ Personal que participa en la reparación.
- ❖ Plan de reparaciones.
- ❖ Herramientas y útiles.
- ❖ Insumos para la reparación (grasas, aceites, gases, etc.).
- ❖ Piezas de repuesto. (más del 85 % de las piezas planificadas).

#### **3.3.4.5- Elementos de salida.**

Constituye elemento de salida de esta etapa.

- ❖ Instalación, equipos y piezas en mejor estado técnico.
- ❖ Inspección y diagnóstico actualizado de la instalación.
- ❖ Plan de mantenimiento confeccionado.

#### **3.3.4.6- Documentos que controlan esta etapa.**

##### **3.3.4.6.1- Acta de entrega de producción a mantenimiento. (Anexo II-4.1)**

A este documento se hizo referencia en el capítulo anterior y se encuentra en los anexos del presente trabajo con los datos reales con que se implemento el proceso. Como su nombre lo indica constituyó un documento oficial donde el área de producción comunicó de forma

escrita la situación técnica que presentaba la instalación según su criterio, en se señalaron todas las deficiencias que se presentaron durante el ciclo productivo y que no se pudieron resolver a través los mantenimiento diario. Esta acta es confeccionó por el área de producción aunque participaron en confección técnico de M.P.P quien firmó el documento junto al J' de producción y el tecnólogo.

#### **3.3.4.6.2-. Plan de reparaciones. (Anexo II-4.2)**

Este documento se utilizó para.

- Planificar las reparaciones de cada equipo o el mantenimiento que se le dio en esta etapa con el fin de restaurar los parámetros tecnológicos perdidos durante la explotación de los mismos.
- Conocer con antelación la necesidad de recursos de cada equipo, la fuerza de trabajo que se requería, el tiempo de reparación y el costo de la reparación a efectuar.
- Se estableció mediante órdenes de trabajo el control de la realización de las reparaciones y se elevó la calidad de las mismas.
- Planificar la estrategia para el suministro de las piezas atendiendo a un plan, con vistas a disminuir los cambios, existencia de productos en almacén sin rotación y la dilatación injustificada de las reparaciones.

En este documento se recogieron los trabajos de envergadura que se acometieron en cada instalación bajo la categoría de:

- Reparación parcial.
- Reparación general.
- Mantenimiento planificado.

Para la preparación y elaboración del plan de reparaciones se analizó previamente lo siguiente:

- Ciclo de reparación
- Estado técnico del objetivo o equipo que depende de:
  - Régimen de explotación a que fue sometido durante la campaña.
  - Calida de los mantenimientos precedentes
  - Nivel de problemas técnicos y roturas presentadas durante su explotación.
  - Sí la instalación a que pertenece enfrentará plan de producción para el próximo período.

- Planificación de materiales y repuestos necesarios teniendo en cuenta la existencia en almacenes y el nivel de consumo anual.
  - Planificación de las fuerzas necesarias.
  - Análisis previo de los costos de las reparaciones.
- El plan de reparaciones fue elaborado con seis meses de antelación a su ejecución y antes de finalizar este período se analizaron y realizaron los ajustes necesarios del mismo, que fueron aprobados por el consejo de dirección de la instalación.

#### **3.3.4.6.3-. Necesidad de recursos para la reparación. (Anexo II-4.4)**

Este documento se confecciono a partir del modelo plan de reparaciones y en el se plasmaron de forma ordenada un consolidado general todos los recursos materiales que se utilizaron en esta etapa del proceso, este documento se confeccionó por el técnico de M.P.P y se presentó a la dirección de aseguramiento para que con tiempo garantizara al menos el 85 % de la necesidad total.

En este documento se solicitaron fundamentalmente los recursos siguientes:

- Aceros y sus laminados.
- Rodamientos.
- Correas de transmisión.
- Tornillería.
- Materiales para enrollar motores.
- Grasas y lubricantes.
- Útiles y herramientas.
- Etc.

Para la confección de este documento el técnico de M.P.P revisó la existencia de estos recursos que tenía en el almacén de la instalación con el fin de no solicitarlo a instancia superiores.

#### **3.3.4.7-. Recursos necesarios.**

Los recursos que se necesitaron en esta etapa del proceso ya han sido detallados en el plan de recursos necesarios para la reparación. Además se señalaron los recursos humanos que se debían

#### **3.3.4.8-. Interrelación con otras etapas del proceso.**

Como ha podido verse durante el análisis de cada una de las etapas anteriores todas están interrelacionadas entre sí. Así por ejemplo la etapa de reparación se relacionó con las demás etapas de la siguiente forma:

- En la etapa de planificación y programación se confeccionó el plan de reparaciones que se aplicó en el período, así como los recursos materiales y humanos que se utilizaran.
- En la etapa de inspección y diagnóstico se determinaron las condiciones específicas que hicieron modificar y reestructurar el plan de reparaciones.
- En la etapa de mantenimiento se fueron creando las condiciones para realizar los trabajos que no era posible ejecutar durante paradas cortas y fue necesario posponer hasta las reparaciones.

#### **3.3.4.9-. RESULTADOS OBTENIDOS**

Los resultados obtenidos con la implementación de esta etapa pueden apreciarse con el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio de la misma.

Resultados obtenidos con la implementación de esta etapa.

- Se garantizó la disponibilidad de maquinarias y equipos para la producción de manera que quedaron aptos y en condición de operación inmediata.
- Se logró con el mínimo costo el mayor tiempo de servicio de las instalaciones y maquinarias productivas.
- Se preservó el valor de las instalaciones, optimizando su uso y minimizando el deterioro y, en consecuencia, su depreciación.
- Se logró disminuir los paros imprevistos de producción ocasionados por fallas inesperadas, tanto en los equipos como en las instalaciones.
- Se logró la creación de un proceso de mantenimiento preventivo capaz de alcanzar metas en la forma más económica posible.
- Se mejoró la calidad de la reparación efectuada con relación a las efectuadas anteriormente.
- Se logró disminuir los costos de la reparación con la utilización de menos personal y menos recursos materiales.
- Se logró entregar la instalación lista para la producción en el tiempo planificado.

### **3.3.5-. IMPLEMENTACION Y RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ETAPA DE EVALUACION DEL ESTADO TECNICO DE LA INSTALACION.**

#### **3.3.5.1-. Responsable y personal que participa.**

A diferencia de las otras etapas en que se ha dividido el proceso el responsable de esta no pertenece a la instalación. El máximo responsable de esta etapa es el especialista principal de mantenimiento de la subdirección industrial y el personal que participa son los especialistas del área de mantenimiento de la empresa, como son:

- Especialista mecánico.
- Especialista eléctrico.
- Especialista en lubricación.
- Especialista en instrumentación.
- Especialista en M.P.P.

Además participan también por la instalación el J' de la brigada de mantenimiento con cuantos especialistas del área el decida.

#### **3.3.5.2-. Objetivos.**

Con la implementación de esta etapa se logró cumplir con el objetivo propuesto pues durante todo el proceso, se fue evaluando el desarrollo de cada una de las etapas para lograr mejorar, los planes, las inspecciones, el mantenimiento y la reparación lo que trajo como resultado al final mejorar el estado técnico de la instalación.

#### **3.3.5.3-. Descripción de la etapa.**

Como ya se ha planteado esta etapa no esta enmarcada dentro de las cuatro etapas básicas del proceso pero si resultó un complemento importante del mismo pues sin ella era imposible conocer el estado de la mejora de los equipos de la instalación, así como el estado de la documentación que se tramita durante todo el proceso

La evaluación de la instalación se realizó con una frecuencia mensual y en cada una de ellas se evaluó la etapa determinada en que se encontraba el proceso. A continuación se describe de forma breve los aspectos fundamentales que se evaluaron en cada una de las etapas.

Etapa No. 1: Planificación y programación.

1. Que el plan se ejecutara en la fecha prevista.
2. Que se analizara toda la documentación requerida.
3. Que participara en la confección del plan todo el personal que lo requiere.

Etapa No. 2: Inspección y diagnóstico.

1. Que las guías de inspección se hicieran con la calidad requerida.
2. Que los reportes diarios de incidencia se hicieran con carácter diario.
3. Que las guías de inspección fueran confeccionadas por el personal de la producción.

Etapa No 3: Mantenimiento.

En esta etapa es donde más se profundiza la evaluación ya que aquí los equipos están en funcionamiento y se analizan entre otros los siguientes factores.

- El estado de la documentación.
- Condiciones de funcionamiento, dentro de las que se encuentran, vibraciones excesivas, ruidos anormales, calentamiento excesivo, estado de las transmisiones, etc.
- Situación de la lubricación.
- Situación de la parte eléctrica, aquí se incluye, pizarras eléctricas, motores eléctricos, conexiones.
- Situación de la instrumentación.
- Situación d los locales e instalaciones civiles.
- Etc.

A cada una de estas actividades se le otorgó una puntuación donde se pudo medir de forma numérica el estado en que se encontraba la instalación y así poder comparar con la evaluación que se había realizado anteriormente y determinar que realmente se esta logrando una mejora continua del equipamiento.

Etapa No 4: Reparación.

En esta etapa se evalúa lo siguiente.

1. Que la reparación se este efectuando según lo indicado en el plan.
2. Que se mantenga el orden y la limpieza en el área de trabajo.
3. Que se cumpla el tiempo establecido para cada operación.

4. Que la calidad de los trabajo garantice su funcionamiento correcto.

En cada una de las etapas en que se efectúan evaluaciones de este tipo y finalizada la misma con la puntuación obtenida y los problemas detectados se procedió a su discusión con la dirección de la instalación, donde participó el r el consejo de dirección completo y una selección de trabajadores destacados que tenían relación directa con el área de mantenimiento.

#### **3.3.5.4-. Elementos de entrada.**

Constituyeron elementos de entrada a esta etapa.

- ❖ Instalación completa que fue sometida a la evaluación.
- ❖ Toda la documentación relacionada con el área de mantenimiento.
- ❖ El personal que participó por la empresa.
- ❖ El personal que participó por la instalación.

#### **3.3.5.5-. Elementos de salida.**

Constituyeron elementos de salida a esta etapa.

- ❖ Evaluación numérica del estado técnico del equipamiento instalado.
- ❖ Lista de problemas detectados.
- Recomendaciones para la solución de los problemas.

#### **3.3.5.6-. Documentos que controlan el proceso.**

##### **3.3.5.6.1-. Guía para la evaluación del estado técnico de la instalación. (Anexo II-5.1)**

Este documento se confeccionó en una sección plenaria donde participó una representación del área de mantenimiento de todas las instalaciones que serían evaluadas posteriormente y la dirección del área de mantenimiento de la empresa, esta se realiza anualmente con el comienzo del ciclo del proceso por que tiene modificaciones en dependencia de las condiciones actuales. Con este documento se lograron los siguientes objetivos.

- Se Pudo dar una representación matemática del estado técnico de la instalación.
- Se Pudo hacer comparaciones y establecer una política de emulación entre instalaciones con características similares.
- Se Pudo medir el proceso de mejora continua del equipamiento entre una evaluación y otra.

### **3.3.5.7-. Recursos necesarios.**

Para la ejecución de esta etapa solo se necesitan recursos humanos y como puede apreciarse representa un considerable ahorro de recursos materiales. Porque como ya se planteo en el marco teórico del presente trabajo, los recursos materiales son importantes, pero el control y la organización de los mismos es más ya que de esta forma con menos recursos se puede lograr mejores resultados.

### **3.3.5.8-. Relación con otras etapas del proceso.**

Esta etapa precisamente se ha denominado complementaria pues como puede apreciarse esta implícita en cada una de las del resto del proceso y constituye la herramienta fundamental para medir el alcance y los resultados que sobre la instalación tiene la mejora continua.

### **3.3.5.9-. RESULTADOS OBTENIDOS**

Con la implementación de esta etapa se logra conocer realmente si se ha cumplido el objetivo principal del presente trabajo, pues es mediante la comparación de los resultados numéricos que aquí se obtienen con los de períodos anteriores que se conoce si realmente se ha logrado la mejora continua del equipamiento instalado en el molino SATAKE de la unidad Las Nuevas perteneciente al CAI Arrocerosur del jíbaro.

### **3.4-. RESULTADOS OBTENIDOS CON LA IMPLEMENTACION DEL PROCESO EN EL MOLINO SATAKE “LAS NUEVAS”.**

Como estaba previsto con la implementación de este proceso de mantenimiento en El molino SATAKE de la unidad industrial “Las Nuevas” perteneciente al CAI Arrocerosur del Jíbaro se lograron los objetivos planteados inicialmente, al poder comprobarse que la maquinaria, equipos e instalaciones de esta unidad logran un mejoramiento, y como parte de un proceso de mejora continua en sí se crean las bases para seguir mejorando en el futuro.

Con la etapa de evaluación se pudieron medir varios indicadores que demuestran esta hipótesis.

A continuación se hace una comparación con la situación que presenta la instalación después de la implementación del proceso que comenzó en enero de 2006

### Resultados obtenidos.

INDICADOR	Enero 2006	Mayo 2007
Índice de averías.	12 %	8%
Ejecución del M. Preventivo.	70 %	90%
Funcionabilidad de la Fábrica.	80 %	95%
Disponibilidad de la maquinaria.	75 %	100%
Costo de mantenimiento / producción	22%	16%
Paradas imprevistas. (Promedio /día)	0.4	0.05

Además de estos indicadores que pudieron ser medidos se obtuvieron otros que no por ser inmedibles resultan de menor importancia .

- Se preservó el valor de las instalaciones, optimizando su uso y minimizando el deterioro y, en consecuencia, su depreciación.
- Se logró la creación de un proceso de mantenimiento preventivo capaz de alcanzar metas en la forma más eficientes.
- Se mejoró la calidad de la reparación efectuada con relación a las efectuadas anteriormente.
- Se logró disminuir los costos de la reparación con la utilización de menos personal y menos recursos materiales.
- Se logró entregar la instalación lista para la producción en el tiempo planificado.

Además de estos indicadores que pueden o no medirse y en opinión del autor uno de los principales resultados obtenidos con la implementación del proceso, fue lo relacionado con el personal, que participó , pues de forma general se aumentaron los conocimientos que sobre el tema existía en la unidad y se logró una motivación al respecto, lo que conlleva a que tanto el personal de mantenimiento, el de producción y la dirección en sentido general, mantengan un mayor cuidado sobre los equipos, así como de su operación, con lo que se logra también un proceso de **mejora continua**.

## **CONCLUSIONES**

- 1-. El análisis de la bibliografía consultada sobre los procesos de mantenimiento y de mejora continua existentes en el mundo nos ha aportado mayores conocimientos sobre el tema y ha permitido obtener mejor calidad de los resultados propuestos.
- 2-. La integración de los conocimientos permitió proponer un procedimiento específico en el diseño y la implementación de un proceso de mantenimiento de acorde a la necesidad actual y futura de nuestra industria y al nivel de las técnicas más avanzadas que se utilizan en el mundo.
- 3-. Se logró diseñar un procedimiento específico en el proceso de mantenimiento preventivo planificado en el molino Satake Las Nuevas. Perteneciente al CAI Arrocerero Sur del Jíbaro.
- 4-. Se logró implementar el proceso de mantenimiento preventivo planificado, con los resultados expuestos en el desarrollo de la tesis
- 5-. Se valoraron los beneficios obtenidos con la implementación de este proceso, y se compararon con los existentes antes de la implementación del mismo.

### **RECOMENDACIONES.**

- 1-. Comprometer a todo el personal que participa en la producción de la fábrica fundamentalmente al de dirección en la implementación sistemática y el control de este proceso.
- 2-. Llevar un estricto control de los parámetros que sea necesario variar en este proceso e incorporarlo al mismo.
- 3-. Continuar profundizando en el conocimiento que existe en el mundo relacionado con la gestión de mantenimiento con vista a retroalimentar el proceso y convertirlo a la vez en un proceso de mejora continua.

## BIBLIOGRAFIA

- Blanchard B. S.,  
D. Verma &  
y E. L. Peterson** Maintainability. A key to effective Serviceability and Maintenance Management  
John Wiley & Sons, Nueva York (E.E.U.U.), 1995
- Bland, R. J. &  
J. Knezevic** A practical application of a new method condition based maintenance,  
Journal Maintenance Management International, Elsevier,  
Vol. 7, No 1, pags 31-37, 1987
- Davies, A:** Management Guide to Condition Monitoring in Manufac-  
ture, edit, The Institution of Production Engineers, 1990.
- E. Hugot .  
Eugenio Kovtun  
Julio Frometa.** Manual para ingenieros azucareros. 3th Edición.  
Mantenimiento Preventivo Planificado de las máquinas  
Herramientas.
- El-Harman, M. &  
Luis Felipe** The New Developments in condition Based Approach to  
Mantenimiento Industrial. Cenicienta que aguarda por  
un príncipe. ISJAE/ CEIM.
- J. Knezevic.** reabiliti, Proc. 10 th International Logisttics Congress,  
Exeter, U,K, pags 163-169, marzo 1994.
- Geraerds, M, W.J** Trends in maitenance Strategies and organization,  
Maintenance philosophies-state art, 4<sup>th</sup> EFNM Congress  
Londres (inglaterra), 1978.
- Grossman, G** TPM at Renault,  
Total Productive Maintenance Conference, MCE,  
Brucelas. (belgica), abril 1992.
- Kelly, A** Maintenance Planining and Control,  
Butterworths Co, Inglaterra, 1984.
- Newborought, E,T** Efctive Maitenance Management.  
McGraw-Hill Book Co, Nueva York (EE.UU) 1967.
- Malik, M.A.K** Reliable Preventive maintenance Scheduling.

Alle Trans, Vol 1 pags 221-228, 1979.

**Colectivo de autores** Manual para el sistema de mantenimiento del MINAL.

**GRETTIR.** Sistema de Mantenimiento Preventivo.

[http://www. Randburg com/IS/GrettirSP ASP](http://www.Randburg.com/IS/GrettirSP.ASP)

**www.Monografía . Com** Propuesta para la implementación del mantenimiento productivo total (T.P.M)

**www. Monografía.Com** Programa de formación de alta gerencia en gestión de mantenimiento. [http://www. Faces. UCV. VE/Cep/ AG.](http://www.Faces.UCV.VE/Cep/AG)

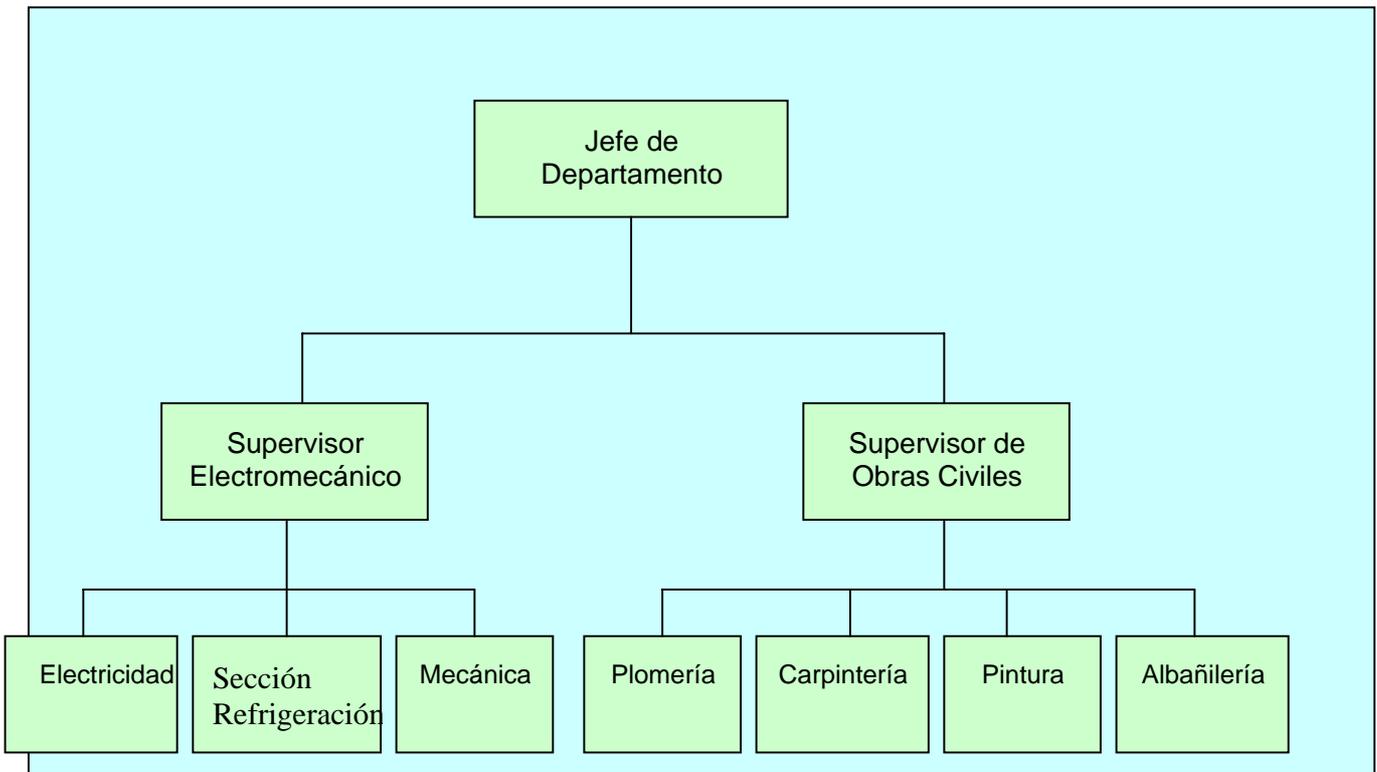
**www. Monografía.Com** Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión de mantenimiento. [http//Inter. Nal dstm.com.](http://Inter.Nal.dstm.com)

## **ANEXOS**

### **INDICE DE ANEXOS.**

Anexo I. 1	Organización del mantenimiento por rangos jerárquicos.
Anexo I. 2	Tarea de mantenimiento .
Anexo I. 3	Tipos de mantenimiento.
Anexo I. 4	Tarea de mantenimiento correctivo.
Anexo I. 5	Tarea de mantenimiento preventivo.
Anexo I. 6	Tarea de mantenimiento Condicional.
Anexo I. 7	Proceso de mantenimiento.
Anexo II-1.1	Acta de entrega de mantenimiento a producción.
Anexo II-1.2	Indice de carpeta.
Anexo II-1.3	Ficha técnica .
Anexo II-1.4	Tarjeta control de piezas de repuesto.
Anexo II-1.5	Necesidad anual y existencia de:.
Anexo II-1.6	Tarjeta record de reparaciones efectuadas.
Anexo II-1.7	Necesidad de construcción de piezas de repuesto.
Anexo II-2.1	Registro de incidencias.
Anexo II-2.2	Guía de inspección.
Anexo II-2.3	Control de lubricación.
Anexo II-2.4	Reporte de equipos averiados.
Anexo II-3.2	Plan mensual de mantenimiento.
Anexo II-3.3	Orden de trabajo.
Anexo II-4.1	Acta de entrega de producción a mantenimiento.
Anexo II-4.2	Plan de reparaciones.
Anexo II-4.3	Necesidad de recursos para la reparación.
Anexo II-5.1	Guía para la evaluación del estado tecnico de la instalación.
Anexo III-1	Diagrama objetivo de mantenimiento.

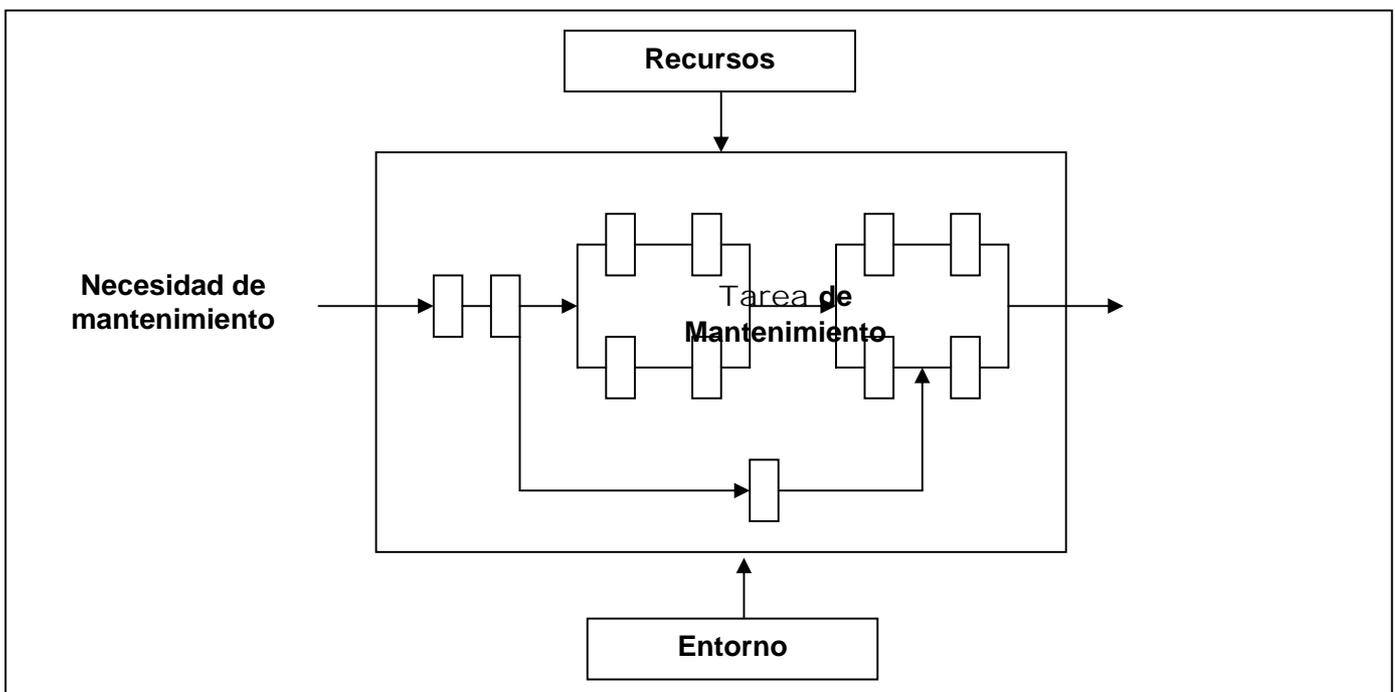
( ANEXO I.1)



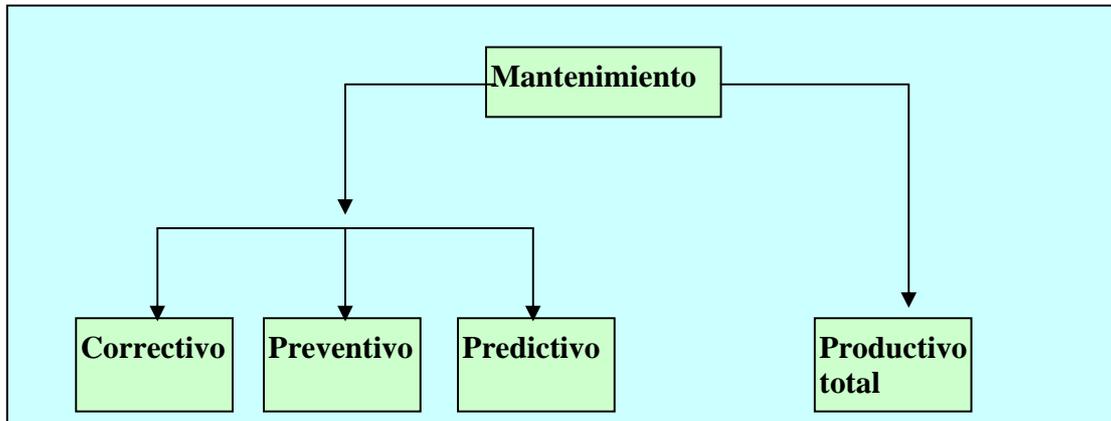
**Organigrama del Departamento de Mantenimiento**

(Hospital Central de Maracay)

(ANEXO II-2)

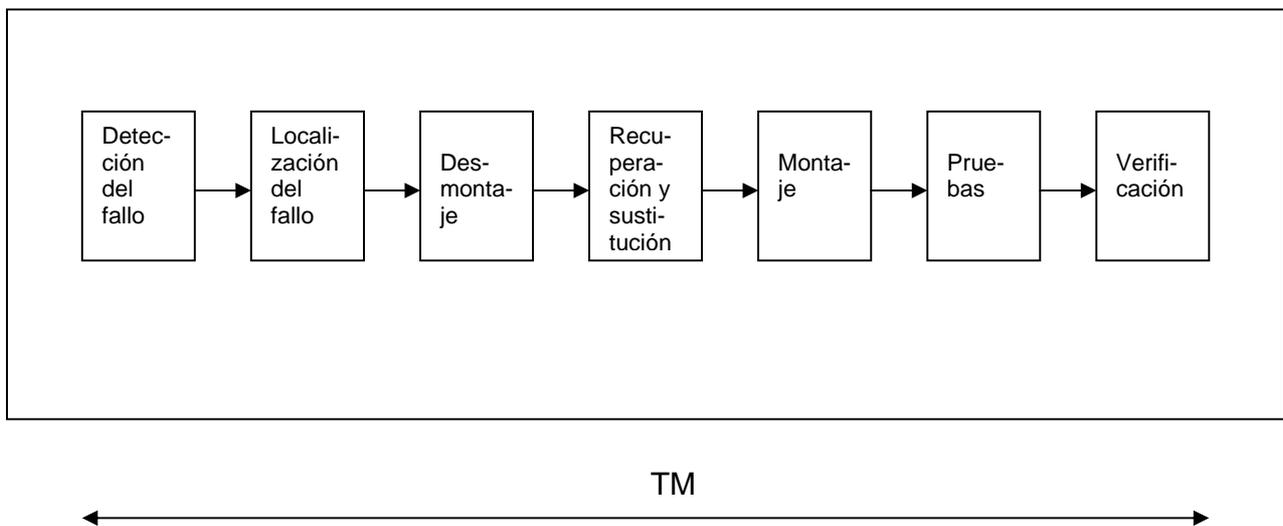


### ANEXO I.3



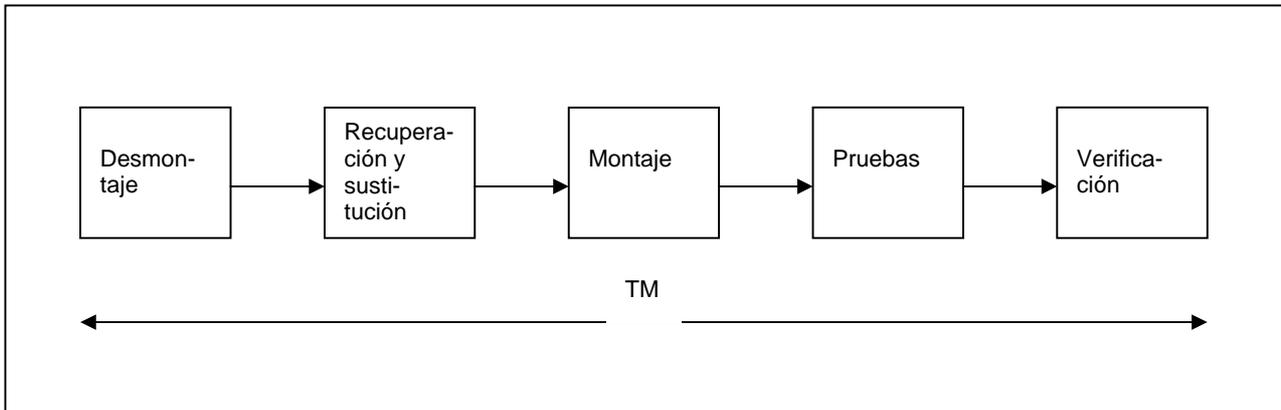
TIPOS DE MANTENIMIENTO.

### ANEXO I.4



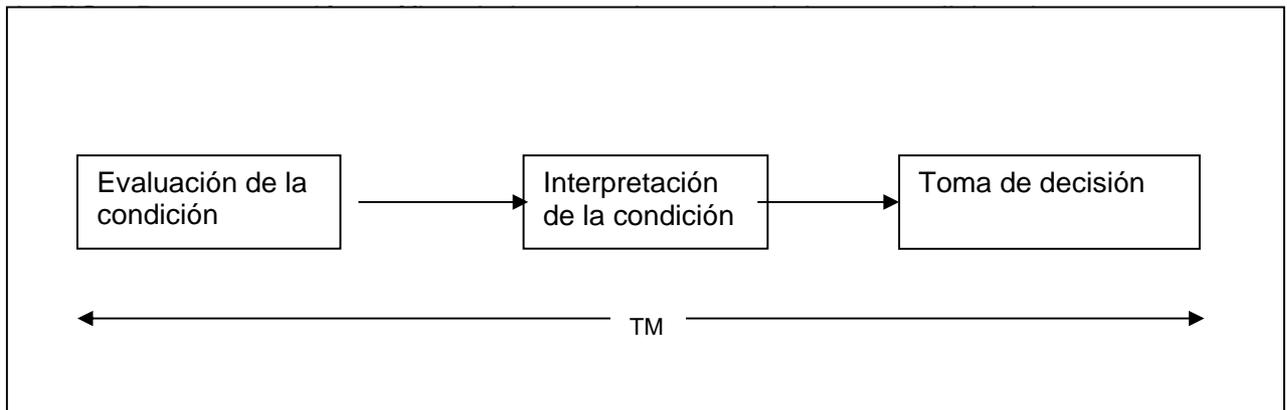
Representación gráfica de una tarea de mantenimiento correctiva.

## ANEXO I.5



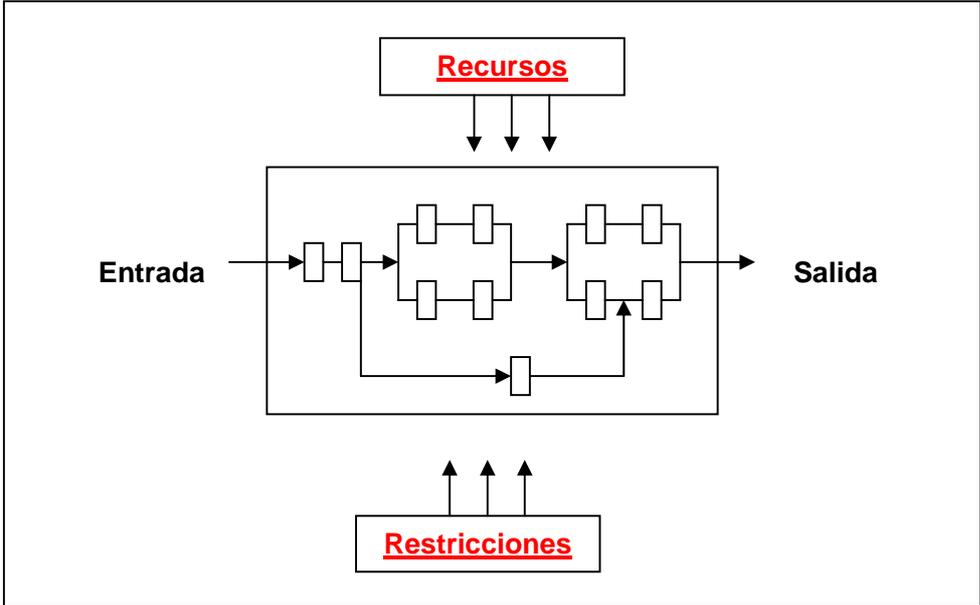
Representación gráfica de una tarea de mantenimiento preventivo.

## ANEXO (I.6)



Representación gráfica de una tarea típica de mantenimiento predictivo o condicional.

(ANEXO I.7)



El proceso de mantenimiento

**ANEXO II-1.1** Acta de entrega de mantenimiento a producción.

Acta

FECHA:

LUGAR:

HORA:

PARTICIPANTES: J` DE BRIGADA DE MANTENIMIENTO  
TECNICO DE M.P.P  
J` DE PRODUCCIÓN  
TECNÓLOGO  
J` BRIGADA ELECTRICISTA.  
J` BRIGADA MECANICO

DESARROLLO:

Los compañeros antes señalados se reúnen para hacer entrega de esta instalación al área de producción después de culminar la etapa de de reparación correspondiente al presente ciclo.

A continuación se hace referencia a la situación actual de la instalación.1-

1-. Se realizó el mantenimiento programado para esta etapa a todos los equipos programados.

2-. Se enrollaron 3 motores que se habían quemado en el ciclo productivo.

3-. Se le cambiaron los canjilones a 2 de los tres elevadores que estaban previstos pues no existían en la unidad.

4-. Se continúa trabajando con las correas defectuosas de las descascaradoras.

5-. Se sustituyeron todos los rodamientos previstos

6-. Etc.



**ANEXO II-1.3**  
**FICHA TECNICA**

Nombre del Equipo	No. Carpeta	No. Inventario	Marca	Modelo / Tipo	No. Serie	País de Origen	Año de fabric. Y Puesta en Marcha		
Capacidad	Potencia	Presión	Temperatura	Dimensiones cm			Tipo de Accionamiento		
Línea y Tipo de Producción	Turno de Trabajo	Horas efectivas diarias		Horas de trabajo al año		Días de trabajo al año		Valor de adquisición Del equipo	
Relación de Electromotores						Otros equipos y/o accesorios			
No Orden	Pot	Fases	RPM	No Tarj. Motor	No Inventar.	Parte que acciona	No Inventario		Descripción
Ciclo de reparación						Relación de catálogos			
Estructura						No.	Titulo	Idioma	Localización
Operaciones	Cantidad	Horas	Años	Meses	Días				
R. Parcial 1									
R. Parcial 2									
R. General									



**ANEXO II-1.5**

NECESIDAD ANUAL Y EXISTENCIA  
 ESTABLECIMIENTO \_\_\_\_\_  
 HECHO POR: \_\_\_\_\_  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_  
 EMPRESA \_\_\_\_\_  
 FECHA \_\_\_\_\_

Carpeta No	Nombre del equipo		Referencias			Cantidad Por equipo	Necesidad anual	Exist Almacen	RECIBIDO			
			Especificaciones						Diam Ext	Diam Int	Grueso	I





**ANEXO II-2.2**  
**GUIA PARA INSPECCION**

GUIA PARA INSPECCION					
FABRICA		FECHA	TURNO DE TRABAJO	SECCION O LINEA	HOJA NO
NO. CARPETA	EQUIPOS	ANOTACIONES		OBSERVACIONES	
_____ INSPECTOR			_____ J. MANTENIMIENTO		



**ANEXO II-2.4  
 REPORTE DE EQUIPOS AVERIADOS**

<b>REPORTE DE EQUIPOS AVERIADOS</b>																
Fabrica					Fecha											
<b>Características del equipo averiado</b>																
Tipo de Equipo:																
Marca del equipo				No de Inventario						KW						
Hp		Volts		Amp			RPM			Fases						
Frame		Forma constructiva			clase de aislamiento			Grado de protección								
Tipo de arrancador			Fusible instalado				Breaker Instalado									
Rango de termino			Ajuste del termino				Resultado quemado			Si		No				
<b>Ultimas mediciones efectuadas</b>																
Corriente (Amp)																
Voltaje (Volt)																
Resistencia de aisl (MI)																
Fecha		<b>D</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>M</b>	<b>A</b>
<b>Causas de la avería del equipo:</b> (Marque con una X la causa)																
___ Por humedad contacto					___ Por quedarse con dos fases					___ Por falso						
___ Por sobrecarga sello					___ Por entregarle agua					___ Defecto del						
___ Por termino muy grave averiado					___ Defectos mecánicos					___ Capacitor						
___ Por termino punteado centrifugo malo					___ Rodamiento malo					___ Disparador						
___ Corto circuito entre espiras					___ Otros											
Responsable de electricidad								Jefe de Mantenimiento								

**ANEXO II-3.2  
PLAN MENSUAL DE MANTENIMIENTO**

Días	Equipos	Se ejecutó		Observación
		Sí	No	
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
21.				
22.				
23.				
24.				
25.				
26.				
27.				
28.				
29.				
30.				

## **ANEXO II-4.1**

### **Acta de entrega de de producción a mantenimiento.**

Acta

FECHA:

LUGAR:

HORA:

PARTICIPANTES: J` DE BRIGADA DE MANTENIMIENTO

TECNICO DE M.P.P

J` DE PRODUCCIÓN

TECNÓLOGO

J` BRIGADA ELECTRICISTA.

J` BRIGADA MECANICO

#### **DESARROLLO:**

Los compañeros antes señalados se reúnen para hacer entrega de esta instalación al área de mantenimiento después de culminar la etapa de producción correspondiente al presente ciclo.

A continuación se hace referencia a la situación actual de la instalación al ser sometida a reparación

La instalación presenta dificultades en los siguientes sistemas.

- 1-. El sistema de transportación ha disminuido su capacidad en aproximadamente un 15 %
- 2-. El sistema de clasificación inicial ha reducido su efectividad y se considera que existen problemas de desgaste
- 3-. El sistema de descascarado
- 4-. El sistema de pulido presenta problemas en los sinfines de salida.
- 5-. Etc.

**ANEXO II-5.1**

**GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN**

<b>Unidad:</b>				
<b>Fecha:</b>				
	<b>Total Ptos</b>	<b>Ptos a Obtener</b>		<b>Real Obten.</b>
I. Control de Información	35			
1. Tener el Plan de Mtto. Mensual	5			
2. Cump. con el Mtto. Diario	5			
3. Tener orden de trabajo para el mtto.	3			
4. Informe diario de incidencia	5			
5. Actas de entrega de Mtto. a producción	2			
6. Tarjetas de equipos actualizados	5			
7. Guía de lubricación y mtto.	5			
8. Acta de la reunión mensual del Mtto	3			
9. Diagrama de flujo actualizado	2			
TOTAL	35			
II. Estado Técnico de los Equipos				
1. Motores y motorreductores limpios y pintados	5			
2. Guarderas colocadas	3			
3. Sacos en Tuberías fuera de control	5			
4. Salideros de arroz	2			
5. Emanaciones de polvo innecesarias	5			
6. Motores sin cajas eléctricas	2			
7. Instalaciones provisionales	2			
8. Sistema iluminación instalado	5			
9. Situación de las pizarras eléctricas	4			
TOTAL	33			
III. Condiciones de Funcionamiento				
1. Vibraciones excesivas	3			
2. Correa floja	2			
3. Lubricación de los Equipos	5			
4. Equipos desalineados	2			
TOTAL	12			
IV. Organización				
1. Piezas o chatarras mal ubicadas	5			
2. Situación de los locales de Mtto.	10			
3. Edificios y Alrededores	5			
Total	20			
	100			
<b>En todos los casos la Evaluación será Bien o Mal</b>				
<b>Si es Bien se obtiene el total de los puntos. Si es Mal no se obtiene ningún punto.</b>				

## ANEXO III-1.1

### DIAGRAMA OBJETIVO DE MANTENIMIENTO

Unidad: Molino SATAKE

#### Equipos de producción

Tolva de Recbo	Transp. de Cadena 2-1	Elevador 3-1 y 3-2	Transp. de Banda 4-1-4-2, 5-1, 5-2, 6-1 y 6-2	Silos Arroz Seco	Barredora de Silos	Transp. de Banda 11-1 y 11-2.	Transp. de Banda 12-1 y 12-2
Transp. de Banda No. 13	Limp. PH-80	Elevador 1,2, 8,10 y 16		Sinfin No. 5	Transportador de banda No. 7	Balanza Automática	Sinfin No. 12
Sinfin No. 14	Descascadora 13-1 al 13-7	Sinfin No. 15	Sinfin 17 y 12-3	Sinfin 12-1	Sinfin 12-2	Separadora 18-1 al 18-4	Sinfin 19
Elevador 20 y 10-1	Pulidores Abrasivos 22-1 al 6	Pulidores Fricc.	Blanqueadoras 24-1 a la 24-4	Elevadores 25-1 al 25-10	Zaranda Rot. 26-1 al 26-4	Elevador 27-1 y 27-2	Sinfin 28
Elevador 29	Clasificadores 30-1, 30-2 y 65	Elevador 31	Sinfin 32	Elevadores 33 y 34	Elevadores 62-1 al 62-4	Válvula Rot. 1 al 8	Transp. de Banda No. 40
Sinfin No. 41	Elevador No. 42	Elevador 64	Elevador 66	Sinfin No. 50	Sinfin No.16	Sinfin No.51	

#### Equipos auxiliares

Grúa Viajera	Ciclón PH-80	Vent. de la Cáscara 52-1 52-2	Ventilador No. 60	Ciclón No. 59	Soplador para Pul. 1 y 2	Soplador para Blanq. 1 y 2	Cabeza Co-sedora 45-1
Cabeza Co-sedora 46-1 y 46-2	Compresor de Aire	Bascula de Plataforma	Elevador de Agua	Estera Transp. 8, 9, 10 y 11	Estera Entlongadora No.3	Estera Entlongadora No. 5 A	Vent. Salvado 1 y 2
Ventilador Aereación 1 al 6	Zaranda Laboratorio	Aspiradora. Lab.	Descasc. Lab	Ventilador No. 58			Aparato Sold. Autog.
Equipo Sold. Elect. No. 1	Pulidores Abrasivos 22-1 al 6						









