



UNIVERSIDAD
CIENFUEGOS
Carlos Rafael Rodríguez

Trabajo Diploma

TÍTULO: *Validar el Sistema de Mantenimiento Anual en el área de Basculador – Tandem de la UEB de Industria EA “5 de Septiembre”.*

AUTOR: *Tomás Canedo Márquez*

TUTOR: *Ing. José F. García Castellón*

Sede Universitaria 5 de Septiembre

PENSAMIENTO

SOLO RENUNCIAN A LA CALIDAD LOS QUE NO LA POSEEN NI TIENEN VOLUNTAD
PARA ALCANZARLA.

CHÉ

DEDICATORIA

- A la Revolución por haberme dado la posibilidad de desarrollarme como profesional.
- A la persona que me hace feliz, mi esposa.
- A ellos que siempre han deseado lo mejor para mí y que han sabido guiarme por el camino del conocimiento para hacerme comprender que es la única vía del éxito.
- A todos los que de una forma u otra han aportado su granito en la realización de nuestros sueños.

AGRADECIMIENTOS

- Se me hace difícil en tan poco espacio, agradecer, luego del deber cumplido a tantas personas que diversas formas me apoyaron, impulsaron y establecieron vínculos con mi vida estudiantil y laboral. A todos ellos gracias por su incondicionalidad, aún cuando no puedan estar presentes.
- Agradezco a mi tutor por su paciencia, colaboración por haberme brindado sus conocimientos para ponerlos en función de mi formación profesional y laboral.
- A quienes ni en mil vidas podría pagarles sus sacrificios y desvelos, a mi madre y mi esposa, por confiar en mí.

A todos muchas gracias

RESUMEN

Durante los dos últimos años en el periodo activo del área Basculador-Tandem de la empresa azucarera "5 de Septiembre se ha venido incrementando el tiempo perdido por roturas e interrupciones operativas en esta área, esta ha estado motivada fundamentalmente por deterioro de los equipos o la mala operación de estos, la calidad de reparaciones, la llegada impuntual de los recursos con que se repara, las condiciones con las cuales se acometen estos trabajos, etc.

Este incremento de tiempo perdido en operaciones genera una serie de problemas que influyen en todo el proceso fabril, como por ejemplo la caída de presión de vapor, la disminución de generación de electricidad, la disminución de los niveles de combustible principal (bagazo), la interrupción en los procesos tecnológicos de la fabricación del azúcar.

Índice

INTRODUCCIÓN	9
HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN:.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
CAPÍTULO I.....	11
CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTOS	14
1.1.2 ¿QUÉ ES MANTENIMIENTO?	14
1.1.3 MISIÓN DEL MANTENIMIENTO	15
1.2 FUNCIONES GENERALES Y PRINCIPALES DEL MANTENIMIENTO.....	15
1.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.	16
1.4.1 CARACTERÍSTICAS:	16
1.4.2CONDICIONES PARA APLICARLO:.....	16
1.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	17
1.5.1CARACTERÍSTICAS:	17
1.5.2 OBJETIVOS QUE PERSIGUE:	17
1.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO (MPP).....	17
1.6.1 SERVICIOS TÉCNICOS.....	18
1.6.2 LAS REPARACIONES PROGRAMADAS EN EL (MPP).....	18
1.7 MANTENIMIENTO PREVENTIVO CONDICIONAL (MPC)	19
1.8 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	20
1.9 MANTENIMIENTO PROACTIVO	20
1.10 SISTEMA ALTERNO DE MANTENIMIENTO. SAM.....	21
1.10.1 EQUIPOS DE PRIORIDAD (A)	21
1.10.2 EQUIPOS DE PRIORIDAD (B)	21
LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO RECOMENDADA:.....	22
1.10.3 EQUIPOS DE PRIORIDAD (C)	22
1.11 CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA QUE HACE PECULIARMENTE IMPORTANTE EL MANTENIMIENTO.....	23
1.11.1 ZAFRA:	24
1.11.2 LIMPIEZA GENERAL DEL INGENIO:	24
1.11.3 DESARME:	24
1.11.4 ETAPA INACTIVA:	24
1.11.5 REPARACIONES:	25
1.11.6 PRUEBA:.....	25
1.11.7 AJUSTES:	25
1.11 MANTENIMIENTO EN OPERACIÓN	25
1.12.1 M1 LIBRO DE INCIDENCIAS.	26
1.12.2 INSPECCIONES TÉCNICAS POR TURNO	26
1.12.3 M2 LIBRO DE TRABAJOS PENDIENTES.....	26
1.12.4 PARADAS PROGRAMADAS PARA MANTENIMIENTO:	27

1.12.5 M4 SOLICITUD DE TRABAJO AL TALLER:	27
1.12.6 M5 CONTROL DE REPUESTOS CRÍTICOS Y BÁSICOS:	28
1.12.7 M6 PASAPORTE DEL EQUIPO:	28
1.12.8 M12 ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO:	28
1.13 MANTENIMIENTO EN OPERACIONES INTERRUMPIDAS (M.O.I.).	28
1.13.1 ASPECTOS DEL M.O.I.: EL SISTEMÁTICO Y EL COORDINADO	29
CONCLUSIONES PARCIALES.	30
CAPITULO II	31
2.1 RESEÑA HISTÓRICA.	31
2.2 CARACTERIZACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE BASCULADOR.	32
2.3 FUNCIONES DEL AREA	32
2.4 EQUIPAMIENTO BÁSICO.	32
2.5 CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS.	33
2.5.1 EQUIPOS DE PRIORIDAD (A)	33
2.5.2 EQUIPOS DE PRIORIDAD (B).	34
2.5.3 EQUIPOS DE PRIORIDAD (C)	34
2.6 TIPO DE MANTENIMIENTO ACTUAL QUE SE APLICA EN EL ÁREA	35
2.6.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO. (PROGRAMADO)	35
2.6.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO. PLANIFICADO (MPP)	35
2.6.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO O BASADO EN LA CONDICIÓN:	35
2.7 REQUISITOS A TENER EN CUENTA EN LA EJECUCIÓN DE INSPECCIONES TÉCNICAS:	36
UNA ACTIVIDAD IMPORTANTE A VALORAR SON LOS:	37
2.8 MANTENIMIENTO EN OPERACIÓN INTERRUMPIDA. (MOI). SE DIVIDE EN:	37
2.10 CARACTERIZACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE TANDEM	42
2.10.1 FUNCIONES DEL TANDEM.	42
2.10.2 EQUIPAMIENTO BÁSICO.	42
2.10.3 CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS.	44
2.10.3.1 EQUIPOS DE PRIORIDAD (A)	44
2.10.3.2 EQUIPOS DE PRIORIDAD (B).	46
2.10.3.3 EQUIPOS DE PRIORIDAD (C)	46
CAPITULO III	48
3.1. INTRODUCCIÓN	48
3.2 PROPUESTAS.	48
3.3. CICLO DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.	48
3.4 REQUISITOS BÁSICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.	49
3.5. TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO.	49
3.6 TIPOS DE TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICOS.	50
3.6.1 ANÁLISIS DE VIBRACIONES, VIBROTEST 60:	50
3.6.2 MEDICIÓN DE TEMPERATURA A DISTANCIA POR INFRARROJO.	51
3.6.3 TACÓMETRO DIGITAL A DISTANCIA.	51

3.6.4	MEDIDOR DE ESPESORES.....	52
3.6.5	ANÁLISIS POR ULTRASONIDO.	52
3.6.6	ANÁLISIS DE TERMOGRAFÍA.....	52
3.6.7	ANÁLISIS DE ACEITE.	52
3.7	ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO OPERACIONAL.....	52
3.8	ANÁLISIS DE VIBRACIONES.....	53
3.9	APLICACIÓN DE LOS MEDIOS DE DIAGNÓSTICO.....	54
3.9.1	A LOS MOTORES SE LE CONTROLA	54
3.9.2	A LOS REDUCTORES SE LE CONTROLA:	54
3.9.3	A LOS TRENES DE ENGRANE SE LE CONTROLA	54
3.10	INFORME DEL DIAGNOSTICO ZAFRA 2009.....	54
3.11	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS REPARACIONES AÑO 2008 Y 2009	56
3.12	CONCLUSIONES PARCIALES EN EL CAPÍTULO III:.....	61
	CONCLUSIONES GENERALES.....	62
	RECOMENDACIONES	63
	BIBLIOGRAFIA	64
	ANEXOS.....	67

INTRODUCCIÓN

El sector azucarero viene realizando una serie de transformaciones desde hace algunos años y una de ellas está relacionada con el Mantenimiento donde han aparecido nuevos conceptos, como son el Plan de Mantenimiento Anual y las Reparaciones Continuas

Conceptos estos que están cambiando la mentalidad del personal que se dedica al Mantenimiento de los centrales esto a traído a su vez otros conceptos y otras formas de ver las diferentes etapas del año azucarero, indiscutiblemente aunque siempre en sentido general se le hace rechazo a los cambios se esta viendo con ejemplos concretos los beneficios de esta nueva línea de trabajo en el mantenimiento.

En la última década se ha estado implementando en la industria una estrategia de Mantenimiento a través de las Técnicas Predictivas, pero fundamentadas en mantenimiento por avería fundamentado en no poseer equipos de diagnósticos no destructivos para aumentar la vida de los componentes de los Equipos, aumentando así su disponibilidad, aumento de la Productividad y bajos costo por Mantenimiento.

Durante años se ha realizado un trabajo de mantenimiento fundamentado en el periodo de reparaciones que estaba enmarcado en los meses de no zafra (Septiembre-Noviembre). Todo esto traía como consecuencia el alto costo del mantenimiento ya que se realizaba un desarme y reparación total de todos los equipos.

En el área de Basculador y Tandem de la Empresa Azucarera "5 de Septiembre" se presenta como Problema Científico: Que no se aplica con el rigor necesario el plan de Mantenimiento Anual o Reparaciones Continuas, por lo que no es posible corregir a tiempo los defectos técnicos de los equipos, de forma tal que esto afecta su estado técnico y su disponibilidad de producción, terminando la zafra con un alto tiempo perdido por roturas y bajo por ciento de avance en las reparaciones.

Hipótesis de la Investigación:

Logra a través del mantenimiento preventivo y planificado corregir las afectaciones que mediante el diagnóstico se pueden detectar en los equipos, que mayor incidencia tienen en el tiempo perdido de forma tal, que mantengan su estado técnico y su disponibilidad para la producción, disminuyendo el tiempo perdido por rotura.

Objetivo general:

Implementar el plan de mantenimiento preventivo planificado para prevenir o corregir a tiempo mediante el diagnóstico los defectos de los equipos, manteniendo un buen estado técnico y disponibilidad para la producción.

Objetivos específicos

1. Desarrollar el marco teórico basado en una revisión bibliográfica que aborda las particularidades referidas al tema de la investigación, tanto nacional como internacional y específicas del sector azucarero.
2. Diagnosticar la situación actual para conocer el comportamiento de los principales equipos que provocan un alto tiempo perdido durante la zafra

Para lograr estos objetivos específicos la investigación se proponen estructurarlo en 3 capítulos:

- **Capítulo I:** Brindar la teoría necesaria referente a la evolución del proceso de mantenimiento en el ámbito mundial, y las particularidades del sector azucarero.
- **Capítulo II:** Realizar caracterización general del área de Basculador y Tandem de la Empresa Azucarera “5 de Septiembre”, realizar diagnóstico sobre la base de datos obtenidos de la norma técnica 37 y en la hoja de incidencia del Programa de Main Pack para determinar los equipos que mayor incidencia tuvieron en el tiempo perdido industrial.
- **Capítulo III:** Realizar una validación de la propuesta de introducir el sistema de mantenimiento predictivo como alternativa de aplicación del mantenimiento, que permitan la toma de decisiones para minimizar los costos en la actividad, y disminuir el tiempo perdido por roturas y los gastos de mantenimiento.

Capítulo I

Estado actual de la teoría y la práctica sobre el tema en investigación

Introducción

El sector azucarero viene realizando una serie de transformaciones desde hace algunos años y una de ellas está relacionada con el mantenimiento donde han aparecido nuevos conceptos, como son las y el **Plan de Mantenimiento anual** o **Reparaciones Continuas**.

Conceptos estos que están cambiando la mentalidad del personal que se dedica al mantenimiento de los centrales, esto a traído a su vez otros conceptos y otras formas de ver las diferentes etapas del año azucarero, indiscutiblemente se le hace rechazo a los cambios que se han producido en esta nueva línea de trabajo en el mantenimiento.

Todo proceso de elaboración industrial tiene necesariamente que conducirse de modo tal que se logre en el mismo una alta eficiencia, logrando que los costos sean solo los necesarios, la industria azucarera no esta ajena a este criterio y por ello el mantenimiento tiene una incidencia fundamental en este proceso.

Al abordar el estudio de este tema deben tenerse en cuenta factores relativos a la selección del tipo de mantenimiento que se va aplicar.

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico-industrial de la humanidad. Al fin del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo efectivo de operación. Con lo ocurrido en la primera Guerra Mundial y la implantación de la producción en serie, instituida por Ford, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y, en consecuencia, sintieron la necesidad de crear equipos que pudiesen efectuar reparaciones en las máquinas en el menor tiempo posible. Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era de ejecución del mantenimiento, hoy conocida como **Correctivo**.

Esa situación se mantuvo hasta la década de 30, cuando, en función de la segunda Guerra Mundial y de la necesidad de aumentar la rapidez de producción, la administración industrial pasó a preocuparse, no solo en corregir fallas, sino evitar que ellas ocurriesen, y el personal técnico de mantenimiento pasó a practicar el proceso de **Prevención** de averías que, juntamente con la

corrección, completaban el cuadro de mantenimiento, formando una estructura tan importante como la de operación.

A partir de 1966, con la difusión de las computadoras, el fortalecimiento de las Asociaciones Nacionales de Mantenimiento, formados al fin del período anterior, y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la Ingeniería de Mantenimiento pasó a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, buscando la optimización de la actuación de las equipos de ejecución de mantenimiento. Eses criterios, conocidos como **Mantenimiento Predictivo** o **Previsivo**, fueran asociados a métodos de planeamiento y control de mantenimiento automatizados, reduciendo los cargos burocráticos de los ejecutantes de mantenimiento. En algunas empresas, los especialistas de esa área, pasaran a componer un órgano de asesoramiento de alto nivel a la supervisión de rango superior, de producción.

A partir de 1980 y hasta hoy día, con el desarrollo de las computadoras personales, a costes reducidos y lenguajes simples, los órganos de mantenimiento pasaran a desarrollar y procesar sus propios programas, eliminando los inconvenientes de la dependencia de disponibilidad humana y de equipos para la atención a sus prioridades de procesamiento de las informaciones por la computadora central, además de las dificultades de comunicación en la transmisión de sus necesidades para el analista de sistemas, ni siempre familiarizado con la área de mantenimiento. Sin embargo es recomendable que esas computadoras personales hagan parte de la red de computadoras de la empresa, posibilitando que sus informaciones queden disponibles para los otros órganos así como recibir informaciones de otros sistemas de gestión (material, compras, contabilidad, financiero, control patrimonial, recursos humanos, control de calidad, nuevos proyectos y seguridad industrial).

Bajo el aspecto tecnológico, el desarrollo del mantenimiento presenta cinco etapas conocidos como: *Escuela Latina* (Francia en promedio de los años 60), *Investigaciones Rusas* (Rusia en el fin de la década de 60), *Terotecnología* (Inglaterra en el inicio de los años 70), *TPM - "Total Productive Maintenance"* (Mantenimiento Productivo Total) - Japón en el inicio de la década de 70) y *Análisis y Diagnóstico del Mantenimiento* (Estados Unidos - promedio de la década de 80).

La **Escuela Latina** presupone que el aumento de la productividad de las empresas es obtenido a través del Mantenimiento que, con el apoyo de un Sistema informatizado y integrado, moviliza los recursos y trabajo en equipos de varios segmentos y diferentes niveles de jerarquía motivados y coordinados segundo una misma dirección, o sea, el Mantenimiento coordina grupos de trabajo en diversos niveles de supervisión buscando mayor eficiencia y disponibilidad de los equipos.

En las **Investigaciones Rusas** es creado el concepto de "*Ciclo de Mantenimiento*", definido como el intervalo comprendido entre dos "*Revisiones Generales*" que abarcan todos los trabajos de

ajustes y sustituciones ejecutados durante ese período. Entre dos "*Revisiones Generales*" son intercaladas inspecciones sistemáticas de detección de averías o verificaciones diversas. Esta teoría desarrollo para el llamado Mantenimiento Selectivo y, mas adelante para el Mantenimiento Predictivo.

La **Terotecnologia** es la alternativa técnica capaz de combinar los medios financieros, estudios de fiabilidad, evaluaciones técnico-económicas y métodos de gestión de modo a obtener ciclos de vida de los equipos cada vez menos dispendiosos. Según este concepto, el corazón de los Sistema Terotecnológico esta en el mantenimiento.

En el **TPM** se busca la mejor tasa de utilización de los equipos, a evaluación de los costos totales de los equipos en función del tiempo y de la incidencia de las intervenciones en el costo de sus ciclos de vida, la extensión de intervenciones y otras áreas (particularmente la operación) y la participación de todas las áreas en la búsqueda de mejoras de la productividad.

El **Análisis y Diagnóstico** es un proceso emergente en el campo de la Gestión de Mantenimiento. Consiste en formar un grupo de trabajo de la propia empresa que, asesorado o no por consultores externos, evalúa la situación de los diversos aspectos de Gestión del Mantenimiento y otras áreas a ella relacionadas (operación, material, compras etc.), buscando a establecer los medios y recursos necesarios para una adecuación al proceso de evolución de la empresa buscando su mejor competitividad en el mercado.

Otros estudiosos enmarcan el desarrollo del mantenimiento en 3 etapas coincidentes con las etapas del desarrollo industrial.

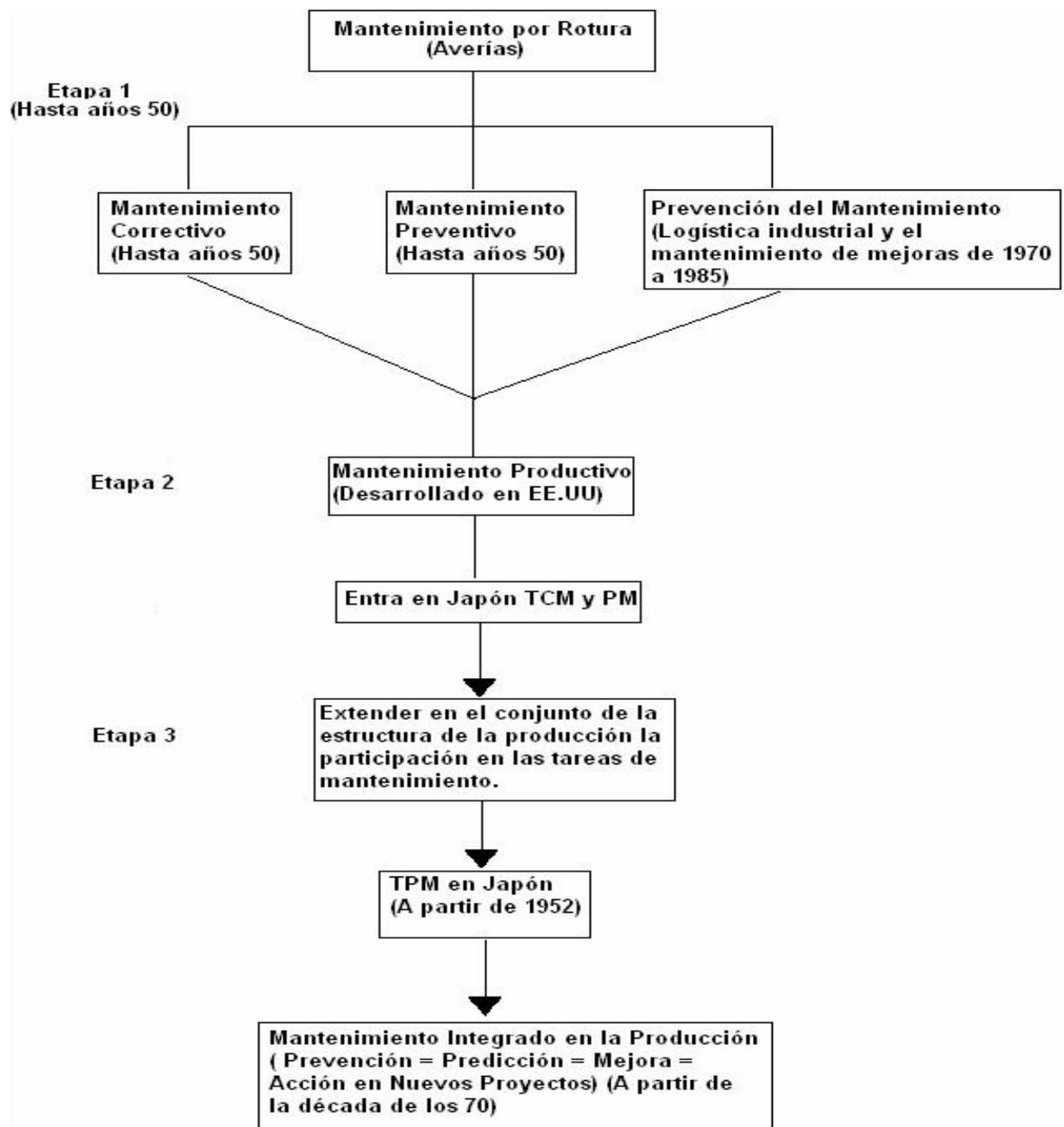


Figura 1. Evolución del mantenimiento hacia el TPM.

Conceptos básicos sobre los tipos de mantenimientos

1.1.2 ¿Qué es mantenimiento?

El Mantenimiento se define como el conjunto de actividades técnicas y organizativas, que tienen como objetivo lograr máxima disponibilidad con mínimos costos posibles y a la vez garantizar la seguridad para las personas y el medio ambiente.

1.1.3 Misión del Mantenimiento

Garantizar la creación de condiciones óptimas en el estado técnico de los equipos, partes, piezas e instalaciones productivas en general, que permitan alcanzar altos niveles de disponibilidad técnica todo el año, con eficiencia y eficacia al menor costo posible, apoyados en el uso de las técnicas de diagnóstico y la automatización de la información, aplicar la ciencia y la técnica, crear condiciones para asimilar y desarrollar nuevas tecnologías.

1.2 Funciones generales y principales del Mantenimiento

1. Organizar el proceso de prestación de servicio de Mantenimiento y producción de piezas y componentes, utilizando las técnicas más modernas de diagnóstico para garantizar los altos niveles de disponibilidad técnica del equipamiento y la maquinaria.
2. Organizar y entrenar la fuerza de trabajo en brigadas con un perfil profesional amplio.
3. Proyectar y ejecutar sus planes y presupuestos, así como los objetivos y metas a alcanzar en cada periodo.
4. Aplicar rigurosamente el sistema de mantenimiento establecido, apoyado en sistema de gestión automatizados para la toma de decisiones.
5. Aplicar la política de innovación tecnológica de toda la maquinaria en general y asimilación de nuevos equipos y tecnologías para mejorar la eficiencia económica de la empresa, incrementar su competitividad y convertirla en un factor decisivo para el cambio tecnológico.
6. Dirigir el proceso inversionista y contratar la ejecución de las obras.

1.3 Los tipos o categorías de mantenimiento a aplicar en cada equipo para disminuir las fallas lo da el Árbol de Disminución de Falla en sus cuatro categorías de mantenimiento.

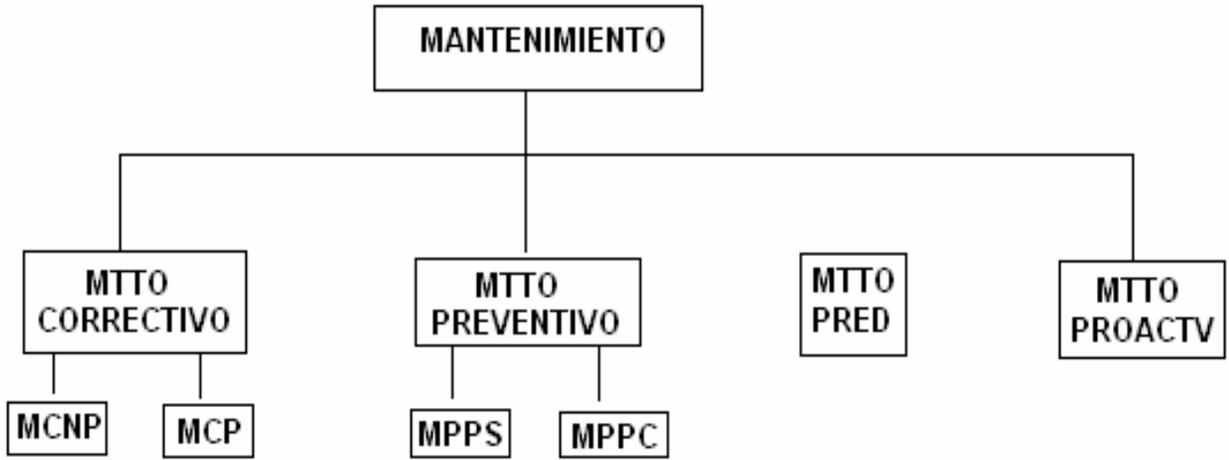


Figura 2. Árbol de decisión de falla.

1.4 Mantenimiento correctivo.

Acciones que tienen lugar luego que ocurre una falla o avería, que están encaminadas a restablecer el funcionamiento del equipo.

1.4.1 Características:

- ❖ Las maquinas operan sin ningún tipo de mantenimiento establecido.
- ❖ Se aplica cuando la probabilidad de rotura es mínima.

1.4.2 Condiciones para aplicarlo:

- ❖ Los costos sean mínimos.
- ❖ La incidencia en el proceso sea mínimo o casi nulo.

1.4.3 Se clasifica en dos grupos:

- **No programado:** Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por avería imprevista a reparar lo mas pronto posible o por una condición imprevista que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).
- **Programado:** Se sabe con antelación que 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 para realizarla correctamente.

1.5 Mantenimiento preventivo.

Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir y detectar la ocurrencia de fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción.

1.5.1 Características:

- Acciones que responden a una planificación o sea tareas que se planifican para que no ocurra la falla.

1.5.2 Objetivos que persigue:

- Mantener el equipo en su capacidad de diseño.
- Reducir el potencial o probabilidad de ocurrencia de fallo.

1.6 Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP)

Su objetivo fundamental es garantizar una explotación racional de los equipos minimizando los imprevistos y las interrupciones de producción.

Este sistema establece distintos tipos de intervenciones que se clasifican en dos grandes grupos: Los servicios técnicos y las reparaciones programadas.

1.6.1 Servicios técnicos.

Los Servicios técnicos están constituidos por los trabajos que se ejecutan a los equipos entre dos reparaciones programadas y pueden ser, en dependencia del tipo de servicio y de la experiencia de trabajo, planificado o no planificado.

Entre los servicios técnicos planificados se incluye los siguientes:

- ✓ Revisión: La revisión prepara las condiciones para la próxima reparación. Permite conocer el estado técnico del equipo. Por su importancia en la relación con las reparaciones, la revisión se incluye en la estructura del ciclo de reparación.
- ✓ Limpieza y fregado: Estas operaciones se efectúan teniendo en cuenta las condiciones de explotación del equipo.
- ✓ Conservación para la no operación: Se lleva a cabo cuando se prevé que el equipo habrá de permanecer fuera de operación durante un periodo relativamente prolongado, de manera de minimizar la acción de los agentes ambientales.
- ✓ Lubricación: Consiste en la aplicación de los lubricantes adecuados con la frecuencia, en las cantidades y por los medios indicados para contrarrestar los efectos de la fricción.

Entre los servicios técnicos no planificados pueden encontrarse varios, tales como el cambio de piezas que presentan dificultades para la correcta operación del equipo y el restablecimiento de ajustes o tolerancias perdidas por causa imprevistas.

1.6.2 Las reparaciones programadas en el (MPP)

En el MPP se contemplan tres tipos de reparaciones (pequeñas, medianas y generales.)

Reparaciones pequeñas, se efectúan la restauración o sustitución de alguna pieza y se regula el equipo, con el objetivo de garantizar la explotación normal de este hasta que le corresponda la reparación siguiente.

Reparación mediana, el equipo se desmonta parcialmente. Sobre la reparación o sustitución de piezas que sigue el mismo criterio expuesto en cuanto a la reparación pequeña. Se realizan los ajustes necesarios. Se estima que el volumen de reparación mediana representa entre el 50% y el 60% de la reparación general.

Reparación general, también denominada reparación capital tiene como objetivo devolver al equipo la precisión, la potencia y productividad original. Implica el desarme completo del equipo y la reparación o sustitución de todas las piezas, conjunta o agregada que presenten desgaste. Generalmente tiene un costo superior al 10% del valor inicial del equipo.

Para aplicar los tipos de mantenimiento planificados antes descritos hay que hacer un análisis de la vida estimada del equipo para dar la frecuencia o **ciclo de mantenimiento**, que se define como: El periodo entre dos reparaciones generales o, para el caso de equipos que inician su operación, al

periodo entre su puesta en funcionamiento y la primera reparación general. Durante su vida útil, un equipo puede ser sometido a varios ciclos de reparación. En el ciclo de reparación es necesario tener en cuenta dos características principales: Su duración y su estructura.

La frecuencia o ciclo de mantenimiento depende de cinco aspectos fundamentales:

- ✓ Recomendaciones del fabricante.
- ✓ Tecnología y diseño del equipo.
- ✓ Régimen de explotación.
- ✓ Condiciones de explotación.
- ✓ Experiencias.

La ventaja del MPP es disminuir los costos con respecto al mantenimiento correctivo.

Las desventajas son:

- ❖ Es difícil determinar el momento del mantenimiento.
- ❖ A todos los equipos se le establece el mismo tratamiento de ciclo.
- ❖ Se trata, por tanto, de una serie de actuaciones sistemáticas en la que se desmontan las máquinas y se observan para reparar o sustituir los elementos sometidos a desgaste.

El elevado costo de estas revisiones (mano de obra, tiempo de parada, etc.) hace que en el Mantenimiento Preventivo se analizara la condición del equipo.

1.7 Mantenimiento Preventivo Condicional (MPC)

Es donde el monitoreo de la condición nos da una visión del ciclo de mantenimiento.

Las técnicas para monitorear la condición son:

- 1.- Medición de vibraciones.
- 2.- Medición de temperatura.
- 3.- Análisis de los aceites.
- 4.- Técnicas de ultrasonido.
- 5.- Mediciones de espesores.
- 6.- Ensayos no destructivos.

1.7.1 Las ventajas de este tipo de mantenimiento se pueden enumerar como:

1. Reducción del número de fallas y aumento de la disponibilidad del equipamiento.
2. Reducción significativa de los costos.
3. Disminución del consumo de piezas de repuesto.

La principal desventaja es que requiere de instrumentos variados y costosos que demandan personal altamente calificado.

1.8 Mantenimiento Predictivo

Es una variante del MPC y consiste, por tanto, en un conjunto de técnicas y métodos que aplicados sobre las máquinas y equipos, permiten conocer su estado para poder así intervenir con anterioridad a que pueda producirse el fallo. Debemos, por tanto, establecer una serie de parámetros medibles cuya variación va a reflejar el deterioro de aquellas partes o componentes que puedan producir fallos o averías en los activos o sistemas.

En este caso, las intervenciones sobre los equipos productivos no dependen de un programa preestablecido, sino de las condiciones de funcionamiento de dichos equipos. Son estas las que anuncian que algunas de sus partes están llegando a un punto en el que va a ser necesaria una intervención que podemos planificar, por tanto necesita de equipos mas sofisticados y manejo de grandes bases de datos apoyados en programas de computación.

Por otra parte debe existir un equipo técnico de mantenimiento especializado, con funciones claramente definidas que anime la mejora de la disponibilidad y asistencia a los profesionales y operarios de mantenimiento y la producción, así como que sea el gestor de la documentación técnica de los equipos, evaluando resultados y costos de mantenimiento a través de índices de referencia que permitirán mejorar la gestión del servicio en la empresa.

Hoy día, una herramienta práctica para desarrollar una gestión moderna del mantenimiento nos la proporciona un sistema de organización que no recaiga solo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa y donde el buen funcionamiento de las maquinas o instalaciones dependan y sea responsabilidad de todos, esto se conoce como TPM (Mantenimiento Productivo Total) y los sistemas GMAC (Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora)

1.9 Mantenimiento Proactivo

En este tipo de mantenimiento se busca la raíz de la avería, identifica y corrige la causa primera de las fallas de la maquinaria, tratando de maximizar la vida útil operativa, a través de acciones que modifican las condiciones de operación, se hace un análisis profundo, y se establece registro y resultado estadístico donde se:

- ❖ Monitoree la calidad de la materia prima.
- ❖ Monitoree los parámetros indicados de la fábrica.
- ❖ Aplicación intensiva del MPC.

El Mantenimiento Proactivo es producto de una nueva estrategia de mantenimiento que pretende disminuir los costos, a través de la reducción de la tasa de fallas que presenta la maquinaria.

1.10 Sistema Alterno de Mantenimiento. SAM

El Sistema Alterno o Alternativo de Mantenimiento es una combinación de todos los sistemas tradicionales, por tanto es un mantenimiento flexible que tiene las siguientes ventajas:

- ✚ Aplicación del mantenimiento más adecuado a la instalación.
- ✚ Por ajustarse a las condiciones de cada equipo se logra una alta disponibilidad del equipo
- ✚ Reducción de los costos.
- ✚ Disminuye la posibilidad que se produzcan errores.

Para aplicar el SAM es necesario clasificar el equipamiento por nivel de prioridad, que internacionalmente se clasifica en 1, 2, 3, 4 y 5. en nuestro trabajo lo clasificamos en A,B y C.

1.10.1 Equipos de prioridad (A)

- ✓ Son los equipos fundamentales, son insustituibles.
- ✓ Su parada para mantenimiento interrumpe la producción.
- ✓ Los recursos financieros y materiales para su mantenimiento son cuantiosos.
- ✓ Requiere de personal capacitado.

Su objetivo es lograr la máxima disponibilidad.

Las acciones de mantenimiento recomendadas son:

- ✓ Cumplir estrictamente con el MPC (mantenimiento preventivo condicional) y el Mantenimiento Predictivo.
- ✓ Hay una frecuencia alta de inspecciones.
- ✓ Estricto cumplimiento de lubricación, limpieza y pintura.
- ✓ Registro y seguimiento de la falla.
- ✓ Se debe reducir el tiempo medio de reparación.

1.10.2 Equipos de prioridad (B)

Son equipos que pertenecen al proceso de producción fundamental pero su salida para mantenimiento no afecta la continuidad del proceso productivo.

- ✓ La prioridad y la solución en avería es media.
- ✓ Los recursos humanos y financieros son menos que los equipos de prioridad 2.
- ✓ Reducir los costos de mantenimiento al mínimo posible.

Las acciones de mantenimiento recomendada:

- ✓ El régimen de lubricación, limpieza y pintura es bajo.
- ✓ El modo de inspección es con los cinco sentidos.
- ✓ El mantenimiento correctivo abunda.

1.10.3 Equipos de prioridad (C)

Son equipos que no intervienen directamente en el proceso de producción, la probabilidad de

	ASPECTOS	1(A)	2(B)	3(C)
1	Importancia Productiva	Imp. (+ 50 %)	Limitante (< 50 %)	Convencional
2	Intercambiabilidad	Irreemplazable	Reemplazable	Intercambiable
3	Régimen Diario de operación	Continuo	Intermitente	Alterno
4	Nivel de utilización	Alto	Medio	Bajo
5	Redundancia	No	Si	Si
6	Mantenibilidad	Alta complejidad	Media complejidad	Simple complejidad
7	Costo del Mantenimiento	Alto	Medio	Bajo
8	Costo de reparación general.	Alto	Medio	Bajo
9	Grado de protección(IP)	Bajo	Protegido	Protegido
10	Valor de adquisición	Alto	Protegido	Bajo
11	Facilidad de adquisición	Malo	Regular	Buena
12	Seguridad operacional	Peligroso	Influyente	Poco Influyente
13	Condiciones del ambiente	Severo	Menos Severo	Ambiente
14	Impacto ambiental	Impacto	Impacto	No hay Impacto
15	Consumo energético	Alto	Medio	Bajo
	(Puntos)			

avería es baja.

El objetivo que persigue es buscar mínimos costos.

Las acciones de mantenimiento son:

- ✓ Aplicar el preventivo con una frecuencia larga o aplicar el correctivo.
- ✓ Fundamentalmente la limpieza, pintura es en largos periodos.

1.11 Características de la industria azucarera que hace peculiarmente importante el mantenimiento.

Su carácter cíclico y la implícita alternancia entre producción intensa y no producción constituyen el núcleo del mantenimiento. La vieja práctica del desarme total, en los últimos tiempos controvertida, resulta el centro de la organización de cualquier programa de esta actividad.

La necesidad de las paradas programadas durante la zafra, motivadas por el requerimiento de limpieza química de los evaporadores.

Paradas no programadas durante la contienda, que implican una cantidad de azúcar que no se produce, y las pérdidas económicas que esto acarrea, pero también el deterioro de la materia prima no procesada en tiempo, que además de disminuir su contenido de sacarosa, dificulta su extracción en el proceso.

Variabilidad de la calidad de la materia prima que provoca un espectro amplio de solicitudes de los materiales de la maquinaria azucarera. Esta variabilidad no solo está condicionada por las diferentes variedades de caña que se muele sino que depende también de las técnicas de cosecha y las condiciones climáticas del momento del corte (mayor o menor contenido de humedad, tierra, arena y en general materia extraña).

Diversidad del tipo de mantenimiento, al incluir un sector industrial y otro agrícola con características diferentes.

Los Servicios de Mantenimiento presentan internamente una estructura, que garantice una correcta aplicación de una estrategia de zafra y reparaciones acorde a las nuevas condiciones y necesidades de la industria.

El ciclo de mantenimiento, que cubre un año normal, en función a las nuevas necesidades objetivas de la industria se ha dividido organizativamente

ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

AÑO AZUCARERO

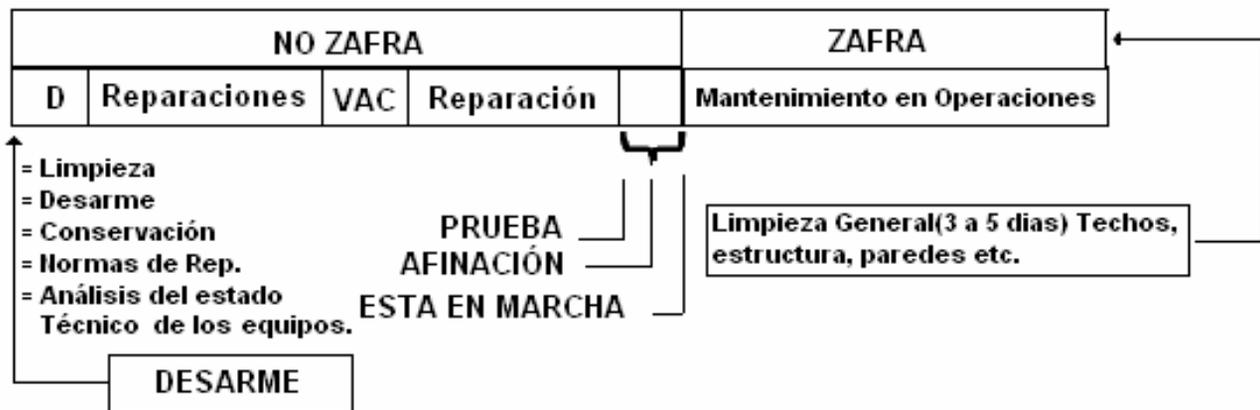


Figura 4 . Estrategia de Mantenimiento para el año Azucarero.

1.11.1 Zafra:

Período de producción donde se requiere la mayor eficiencia y para lo cual se establece el sistema de paradas programadas para Mantenimiento y Limpieza, que conlleva la realización de un listado de trabajos a ejecutar en cada equipo, registro y control de las incidencias y trabajos pendientes, así como la construcción y control de Repuestos Críticos y Básicos, inspecciones técnicas por turno.

1.11.2 Limpieza General del Ingenio:

Ciclo de tres ó cinco días, una vez terminada la zafra, debe servir para la limpieza general de todo el ingenio e incluye pisos, techo, estructuras, ventanales, paredes.

1.11.3 Desarme:

Una vez terminada la zafra se procede al desarme de los equipos e instalaciones del ingenio, según la Instrucción No.1. Desarme, Limpieza y Conservación de los Equipos. Esta etapa se aprovecha para el reajuste de Pre Plan de Reparaciones.

1.11.4 Etapa Inactiva:

Tiempo enmarcado entre el fin del desarme y el comienzo de las reparaciones y que se aprovecha fundamentalmente para:

- a) Vacaciones del personal.
- b) Inicio de Inversiones que por su envergadura, complejidad, necesidad de personal calificado, etc. Necesitará más tiempo que el planificado para las reparaciones y que no pueden o deben efectuarse paralelas con éstas.
- c) Seminarios, cursos y conferencias al personal de mantenimiento y reparación que lo requiera.

1.11.5 Reparaciones:

Tiempo utilizado en las reparaciones y mantenimiento de todos los equipos e instalaciones de la fábrica cuyo programa se sustenta en un sistema certificado, en su fase inicial funciona con un orden de trabajo y posteriormente con un comprobante de la calidad del trabajo realizado.

Control del avance periódico que reflejan las reparaciones de acuerdo al programa elaborado.

Cada Jefe de Área, debe entregar al Jefe de Mantenimiento su área "Lista para Moler" mediante el certificado que avala la calidad del trabajo realizado.

También el Jefe de Mantenimiento entregará al Director, el Ingenio Listo para Moler", señalando todas las medidas preventivas que entienda pertinentes.

1.11.6 Prueba:

Tiempo durante el cual se prueba el Ingenio, según la Instrucción No.2 para lo cual todos los equipos deben estar debidamente reparados.

1.11.7 Ajustes:

Tiempo no menor de diez días entre el fin de las reparaciones y el comienzo de la zafra que sirve para tomar las medidas pertinentes para que la fábrica comience su operación sin dificultades. Esta etapa sirve para resolver cualquier deficiencia detectada durante la prueba de fin de reparaciones del Ingenio.

1.11 Mantenimiento en Operación

La organización del Mantenimiento en Operación es de vital importancia para mantener en óptimas condiciones el funcionamiento mecánico de los equipos estáticos y dinámicos de los centrales azucareros.

Esta organización comprende entre otros, los siguientes aspectos:

- M1, Libro de Incidencias.
- Inspecciones técnicas por turnos.
- M2, Libro de Trabajos Pendientes.
- Paradas Programadas para Mantenimiento.
- Trabajos a Realizar en la Parada Programada.
- M4, Solicitud de Trabajo de Taller.
- M5, Control de Repuestos Críticos y Básicos.
- M6, Pasaporte del Equipo.
- M11, Solicitud de Trabajo de Mantenimiento.
- M12, Orden de Trabajo de Mantenimiento.

Objetivos de los aspectos señalados anteriormente:

1.12.1 M1 Libro de Incidencias.

Este libro está confeccionado con los modelos M1, en el cual los Jefes de turno y/o Jefes de mantenimiento u otros directivos, anotarán todas las incidencias que ocurran en su jornada de trabajo, especificando si están resueltas o no, y detallando en las observaciones cualquier aspecto significativo.

1.12.2 Inspecciones Técnicas por Turno

Para mantener el control preventivo de las condiciones técnicas en los equipos del ingenio, se establecen las inspecciones técnicas por turno. Estas inspecciones brindan una información de incalculable valor para prevenir roturas e interrupciones, mejorar la ejecución de los trabajos en las paradas programadas y obtener mayores elementos para el periodo de Reparaciones.

La inspección debe realizarse como mínimo una vez en el turno y la misma la realizará el mecánico del área, el jefe del área o el jefe de turno en algunos casos; es decir, personas que conozcan las instalaciones y tengan la capacidad y conocimientos suficientes para detectar cualquier anomalía en el funcionamiento de los equipos.

Todas las deficiencias detectadas deberán reflejarse en (los) Libro (s) de Incidencias.

1.12.3 M2 Libro de Trabajos pendientes

Con los modelos M2 se confeccionará el Libro de Trabajos Pendientes en el que reflejará:

- a) Trabajos pendientes no realizados y que aparecen en el Libro de Incidencias (M1).
- b) Trabajos que el Jefe de Mantenimiento entienda necesarios hacer.
- c) Trabajos a realizar por el Taller de Maquinaria como aseguramientos de los anteriores y su fecha de entrega.
- d) Necesidad de piezas, materiales, así como de personal, y observaciones finales.

Todos los días y como primera tarea de Técnico en organización y Control del Mantenimiento reflejará en este Libro los trabajos que han quedado pendientes en el Libro de Incidencias y a otros trabajos señalados por el Jefe de Mantenimiento que deberán ejecutarse en la Parada Programada, antes o después de ésta, o en las próximas reparaciones.

Este Libro será supervisado directamente por el jefe de mantenimiento y quedará como una Memoria de Trabajos Pendientes.

1.12.4 Paradas programadas para Mantenimiento:

A los efectos de organizar el mantenimiento en el periodo de operaciones se establecerá el Programa de Paradas para Mantenimiento.

En cada Parada Programada se harán los trabajos de mantenimiento necesarios para continuar laborando eficientemente, dichos trabajos surgen de las siguientes fuentes:

- a) Trabajos a realizar en la Parada Programada, que aparecen relacionados para cada uno de los equipos.
- b) Los trabajos no realizados que han sido reportados en el Libro de Incidencias y que fueron pasados al Libro de Trabajos Pendientes.
- c) Trabajos que por su envergadura el jefe de mantenimiento refleja en el Libro de Trabajos Pendientes y entiende necesario realizar en la Parada Programada.

Para el día de la Parada Programada para Mantenimiento deben estar garantizados:

- a) El personal debidamente organizado en brigadas, en la cantidad necesaria.
- b) Los materiales, piezas y repuestos necesarios.
- c) Herramientas en general, equipos de soldar, cortar, compresores, extensiones eléctricas, aparejos, diferenciales, etc.

Todo lo anterior es de vital importancia para realizar los trabajos de mantenimiento, anterior a la Parada se reunirá el Consejo de Dirección del ingenio para analizar los trabajos a realizar, organización del trabajo y aseguramientos.

1.12.5 M4 Solicitud de Trabajo al Taller:

La Solicitud de Trabajos al Taller necesarios, de piezas y repuestos para el mantenimiento se realiza a través del modelo M4.

1.12.6 M5 Control de Repuestos Críticos y Básicos:

Se denominan Repuestos Críticos y Básicos los destinados a sustituir aquellas piezas cuya rotura o desgaste afectan o paralizan el proceso de producción. Dadas las características de la industria azucarera, donde no existe doble línea de producción o doble equipamiento para sustitución por roturas o defectos, los Repuestos Críticos y Básicos juegan un papel decisivo en el mantenimiento y reducen considerablemente el tiempo perdido en Zafra por roturas o defectos de los equipos. 26

1.12.7 M6 Pasaporte del Equipo:

Como parte del historial del equipo se le llevará la tarjeta de Pasaporte (M6) donde se reflejará una serie de especificaciones y parámetros técnicos, sus componentes y accesorios, etc. Además debe llevarse el control de las reparaciones efectuadas en los últimos años.

1.12.8 M12 Orden de Trabajo de Mantenimiento:

La definición clara de quien debe hacer determinados trabajos es el objetivo fundamental de este modelo. Todas las instrucciones de ejecución de determinado trabajo, debe realizarse mediante este modelo, tanto para mecánicos, como paileros, instrumentistas, electricistas, etc. En fin todo para todo el personal de mantenimiento de la Unidad.

Existen cuatro fuentes fundamentales que pueden generar una orden de trabajo de mantenimiento y son:

- a) Las solicitudes de trabajo de mantenimiento (M – 11).
- b) Los problemas reflejados en el libro de incidencias y/o en el de trabajos pendientes.
- c) Los imprevistos.
- d) Los trabajos a ejecutar en la parada programada para mantenimiento.

1.13 Mantenimiento en operaciones interrumpidas (M.O.I.).

El objetivo del mantenimiento en operación interrumpida, (M.O.I) es mantener el ingenio en las más eficientes condiciones de operación, libre de paradas causadas por roturas o por mal funcionamiento de los equipos.

1.13.1 Aspectos del M.O.I.: el Sistemático y el Coordinado

1) El M.O.I. sistemático.

Se implanta como tarea permanente diaria. Es el mantenimiento que se dará obligatoriamente a los equipos siempre que el ingenio pare por un periodo de duración de media hora o más.

2) El M.O.I. Coordinado.

Se programa anticipadamente para reparar los desperfectos que hayan sido detectado y reportados en el libro de incidencias o en el de trabajos pendientes.

El sistema estará organizado de forma tal que cuando el ingenio pare ya cada jefe sabrá la tarea que le corresponde realizar y los operarios que habrán de trabajar con él. El tipo de trabajo que cada trabajador realiza durante el M.O.I. estará en correspondencia con la experiencia y habilidad que posee. Si cada trabajador siempre realiza el mismo tipo de trabajo, se especializara en él y lo hará bien y rápidamente, lográndose los siguientes beneficios.

a) Cada vez que el ingenio pare, cada operario sabrá lo que le corresponde hacer sin tener que preguntarle.

b) El personal aprenderá a conocer las características normales de los equipos, por lo que le será fácil detectar cualquier anomalía que se presente.

c) Conocerá las herramientas y repuestos requeridos para cada trabajo y el lugar donde se guardan.

d) Cada trabajador se preocupará por que los equipos que él atiende sean bien operados y por lo tanto, se mantendrá atento para evitar cualquier maltrato o falta de atención por parte de otro obrero.

Este mantenimiento es totalmente diferente del M.O.I. sistemático, solamente se realizarán aquellos trabajos que aparecen en la pizarra del M.O.I. siguen el orden de prioridad establecido. Para la realización de estos trabajos se parte del listado de trabajos Pendientes que aparecen en los libros de incidencia y de Trabajos Pendientes.

La planificación de cada uno de estos trabajos se prepara anticipadamente tomando en cuenta los factores siguientes:

a) La brigada que lo realizara (La formación de la brigada es la misma que se describió anteriormente).

b) Tiempo calculado que habrá de tomar cada trabajo.

- c) Las piezas de repuesto que han de ser utilizadas y las herramientas y equipos necesarios para efectuar el trabajo, deberán ser depositadas en un área determinadas para ser utilizadas en el momento en que se presenté la oportunidad.
- d) En un área bien visible del tandem se informara, mediante la pizarra del M.O.I .Cuales son los trabajos priorizados cada día cuando se presenté la oportunidad

Conclusiones parciales.

Después de haber hecho una revisión bibliográfica referente al tema del mantenimiento tanto en el ámbito nacional como mundial y las especificaciones del sector azucarero en Cuba, llegamos a la conclusión de que el mantenimiento es un pilar fundamental en la producción, ya que con un buen sistema de mantenimiento se puede lograr reducir el tiempo perdido por roturas que tanto daño proporciona a la economía de la empresa y al país.

Capítulo II

Caracterización de la empresa

2.1 Reseña Histórica.

El ingenio “5 DE SEPTIEMBRE” está situado al noroeste de la provincia de Cienfuegos, cerca del poblado de Turquino en el municipio de Rodas, Km. 208 de la autopista Nacional. Limitan sus áreas cañeras por el norte con el río Hanábana, límite de la provincia de Cienfuegos con Villa Clara, hacia el sur con el poblado de Rodas y áreas cañeras de la Empresa Azucarera “14 de Julio”, hacia el este con plantaciones cañeras de la Empresa Azucarera “Ciudad Caracas”, y “Elpidio Gómez” y la Empresa agropecuaria “Ramón Balboa”, al oeste con la Pecuaria Aguada y áreas de la Empresa Agropecuaria “1 de Mayo.”

El macizo de sus plantaciones cañeras es atravesado de este a oeste por la Autopista Nacional.

El central está comunicado por vía férrea con el ingenio “Antonio Sánchez” y la extensa red ferroviaria interior que comunica los centros de acopio y limpieza, se enlaza con el Ferrocarril Nacional Cienfuegos-Habana por el poblado de Jabacoa lo cual le permite tener acceso al puerto de Cienfuegos y la Terminal Exportadora. Existe una extensa red de caminos que comunican todas las áreas cañeras con el central, existen pasos automotor y ferroviario sobre la Autopista Nacional para la vinculación cañera de la región norte.

La zona industrial esta enclavada en una pequeña meseta distante 42 Km. de Cienfuegos, 16 Km. de Rodas cabecera municipal.

El ingenio se proyectó para procesar una norma potencial de 7000 TM/d con un tiempo perdido del 15 %, área cañera de 1140 cab, y un estimado a moler de 71 500 000 @ con rendimientos promedio de 87700 @ /Cab. con sistema de riego. Era capaz de procesar todas sus cañas en un período de 160 días con una norma operacional de 510 000 @ /d, un rendimiento industrial promedio del 12% y una producción de 741 TM/d. Los suelos del CAI son aptos para el cultivo en un 91% y es mecanizable al 78%

.En la actualidad producto de la Tarea Álvaro Reynoso se reajusto su norma potencial a 4600tm/día

El central comenzó a construirse en el primer trimestre de 1977 y se realizaron pruebas con carga en Julio y noviembre de 1981.

Situación Actual

Área total geográfica de 1972.7 Cab, de ellas destinadas a caña 1129.9 Cab y 84.1 Cab destinadas al Autoconsumo. Cuenta con 7 UBPC, 1 Granja Estatal, 5 CPA.

La empresa comenzó sus operaciones en el año 1981.

2.2 Caracterización Actual del área de Basculador

Esta es el área por donde recibe la materia prima (caña) el ingenio, más conocida por **Basculador**, por lo que se estructura con el equipamiento más idóneo según los medios de transporte con que cuenta el ingenio.

Los medios de transporte son:

- Carros de ferrocarril.
- Camiones.

Capacidad aproximada de los medios de transporte.

Tipo de transporte	Capacidad aproximada
Carro de ferrocarril	28 ton (2334@)
Camiones	8 ton (696 @)

Por lo que en el basculador se instalan:

- Viradores de ferrocarril.
- Viradores de camiones.

2.3 FUNCIONES DEL AREA

El basculador tiene dos funciones fundamentales para el trabajo eficiente del ingenio las cuales son:

- 1- Recibir y transportar la caña hacia el tandem.
- 2- Preparar la caña para la molienda.

2.4 EQUIPAMIENTO BÁSICO.

Para realizar las funciones asignadas, el basculador cuenta con el siguiente equipamiento básico:

1.-Winche Carro

- Motor Hidráulico

2.-Estera Caña # 1

- Motor Eléctrico
- Reductor PM-1000

3.-Estera Caña # 2

- Motor Hidráulico

4.-Rompe Bulto

- Motor Eléctrico
- Reductor PM-300

5.-Nivelador

- Motor Eléctrico
- Reductor PM-300

6.-Cuchilla # 1

- Motor Eléctrico

7.-Cuchilla # 2

- Motor Eléctrico

8.- Bomba Hidráulica # 1

- Motor Eléctrico

9.- Bomba Hidráulica # 2

- Motor Eléctrico

10. Bomba de Achique

- Motor Eléctrico

11. Sistema Limpieza

- Motor Eléctrico
- Reductor PM-300

2.5 CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS

2.5.1 Equipos de prioridad (A)

1.- Estera Caña # 1

- Motor Eléctrico
- Reductor PM-1000

2.-Esteras Caña # 2

- Motor Hidráulico

3.- Cuchilla # 1

- Motor Eléctrico

4.-Cuchilla # 2

- Motor Eléctrico

5.- Estera Caña # 1

- Motor Eléctrico
- Reductor PM-1000

6.-Esteras Caña # 2

- Motor Hidráulico

2.5.2 Equipos de prioridad (B)

Rompe Bulto

- Motor Eléctrico
- Reductor PM-300

Nivelador

- Motor Eléctrico
- Reductor PM-300

Bomba Hidráulica # 1

- Motor Eléctrico

9.- Bomba Hidráulica # 2

- Motor Eléctrico

Winche Carro

- Motor Hidráulico

2.5.3 Equipos de prioridad (C)

1.- Bomba de Achique

- Motor Eléctrico

2.- Sistema Limpieza

- Motor Eléctrico

2.6 Tipo de Mantenimiento actual que se aplica en el área

2.6.1 Mantenimiento correctivo. (Programado)

Acciones que tienen lugar luego que ocurre una falla o avería, que están encaminadas a restablecer el funcionamiento del equipo.

2.6.2 Mantenimiento preventivo. Planificado (MPP)

Implica la restauración de la capacidad de trabajo de los equipos (precisión, potencia, rendimiento) y de su comportamiento (índices de consumo, etc.), mediante el mantenimiento técnico racional, cambio y reparación de las piezas y conjuntos desgastados, realizados conforme a un plan elaborado con anterioridad.

Su objetivo fundamental es garantizar una explotación racional de los equipos minimizando los imprevistos y las interrupciones de producción.

Este sistema establece distintos tipos de intervenciones que se clasifican en dos grandes grupos: Los servicios técnicos y las reparaciones programadas.

2.6.3 Mantenimiento predictivo o basado en la condición:

Consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares de tiempo sin desmontarlos y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según su condición. Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial). A veces se le llama mantenimiento detectivo o búsqueda de fallas, aunque la definición de este último podría ser la de aquella función que consiste en la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso de falla (falla funcional). Hay que describir aquí también otro tipo de mantenimiento que surge a partir de los anteriores el mantenimiento mejorativo o rediseños, consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación para mejorar su funcionamiento en pro de que no sufra averías repetitivas. Es preciso disponer de un sistema de mejora continua para tratar de distanciarse de los competidores y así mejorar nuestra posición en el mercado. En cuanto a mantenimiento se refiere, las únicas estrategias válidas hoy

en día son las encaminadas tanto a aumentar la disponibilidad y eficacia de los equipos productivos como a reducir los costes de mantenimiento, siempre dentro del marco de la seguridad y el medio ambiente.

El técnico de ingeniería de mantenimiento para comenzar la zafra tiene listo los medios de control y modelos de inspección técnica por turnos, ellos son:

- Libro de incidencias.
- Libro de trabajos pendientes.
- Guías de inspecciones técnicas por turnos y de día.
- Programación del MOI sistemático.
- Libro registro de temperatura de chumaceras.
- Registro de parámetros de equipos importantes.
- Modulo de repuestos fundamentales.
- Pasaportes técnico de los equipos y certificados de calidad.

2.7 Requisitos a tener en cuenta en la ejecución de inspecciones técnicas:

Informar los aspectos a tener en cuenta para cada uno de los equipos de las distintas áreas con el objetivo de verificar el estado actual de la maquinaria a partir de la metodología elegida, resulta indispensable. A continuación se señalan los siguientes:

- Prevenir roturas y deficiencias, debe realizarse mediante las guías técnicas, de cada una de las máquinas y equipos, realizando el control del cumplimiento del programa de mantenimiento y diagnóstico.
- Realizar inspecciones técnicas durante las 24 horas del día en todas las áreas.
- Encargar al personal técnico de la ingeniería de mantenimiento a informar en el consejo o reunión del área el estado y cumplimiento de las inspecciones técnicas por parte de los mecánicos, (controlar diariamente en modelo orientado al efecto).
- Conceder a los mecánicos guías diarios o copias que se coloquen en los libros de incidencias, las cuales se firmarán por el mecánico en cuestión.
- El jefe del grupo técnico, creará un grupo de **contrapartida con técnicos** de experiencias. Diariamente realizarán inspecciones en las áreas y confrontarán sus resultados con los realizados por los mecánicos.

Para lograr la implementación de estos requisitos se crearon los **libros de incidencias centralizados** en el salón de reuniones de la oficina de maquinaria de todas las áreas del central y demás unidades, plasmando en los mismos todos los acontecimientos ocurridos en el período de tiempo que se analiza. Para ello es necesario cumplir las siguientes funciones:

- El técnico que se encarga de la ingeniería de mantenimiento diariamente y como primera tarea del día recogerá las incidencias de cada libro así como los equipos rotos, con estas actualizadas se lo informará al jefe de servicios de mantenimiento, para hacer las órdenes de trabajo que correspondan en cada caso.
- El técnico que se encarga de la ingeniería de mantenimiento, actualizará la pizarra de MOI y dejará por escrito la relación de trabajos a ejecutar por el personal de mantenimiento, tanto de día como de turno.
- Todo lo orientado en la reunión de la mañana, será chequeado a las 4. 00 pm por el director de mantenimiento y los jefes de área de la fábrica.
- El jefe del grupo técnico de mantenimiento realizará un análisis por escrito de cada parada del ingenio, dejando clara posibles causas.

Otros documentos normativos son: **libro de trabajos pendientes.**

- Este será llevado por el técnico que se encarga de la ingeniería de mantenimiento y en él se reflejarán todos los trabajos de mantenimiento y reparación no ejecutados en los turnos de trabajo (que aparecen en los libros de incidencias) y que deben ser incluidos en el MOI o en la programación de la parada para mantenimiento.
- El libro de trabajos pendientes debe ser actualizado con lo que se ha resuelto en el día y precisa dejarse.

Una actividad importante a valorar son los:

cambios de turno: estos constituyen el elemento primario de dirección. En las entregas de turnos deben estar presente el personal entrante y saliente de cada turno, las mismas tienen que estar precedidas por un cuadro fundamental de la empresa, se realizará el análisis del comportamiento del proceso y el mantenimiento de equipos rotos, asistencia del personal de operación y mantenimiento), para tomar medidas de inmediato por quienes corresponda, sobre las deficiencias que se detecten. Otro elemento vital para el plan de presupuesto de gastos, lo constituye.

2.8 Mantenimiento en operación interrumpida. (MOI). Se divide en:

2.8.1 MOI sistemático:

- Se implanta como tarea permanente del plan de mantenimiento diario, consiste además en aprovechar el tiempo de las paradas imprevistas, por media hora ó más, con el objetivo de

mantener el sistema productivo, en las más eficientes condiciones de operación, con una alta disponibilidad de la maquinaria y equipos, para organizadamente ejecutar aquellos trabajos de mantenimiento, y limpieza posibles de acometer, aprovechando al máximo el personal de que se dispone. El mismo se ejecuta por el personal de mantenimiento, de acuerdo a los trabajos pendientes, y aquellas revisiones que requieren que la maquinaria esté parada.

- Participa además el personal de operación, en la limpieza, atención y revisión de su puesto de trabajo, para el mismo se deben confeccionar guías de revisión de los trabajos a realizar por cada puesto de trabajo.
- El sistema estará organizado en brigadas, de forma tal que cuando el central pare, ya cada jefe sabrá la tarea que le corresponde realizar, y los operarios que habrán de trabajar con él. El tipo de trabajo que cada trabajador realiza durante el MOI, estará en correspondencia con su calificación y experiencia.
- Cuando la parada del central es por rotura, participa solamente el personal de operación necesario, el resto continúa con su tarea según corresponda en la guía.
- Cada vez que el central pare, cada operario sabrá lo que le corresponde hacer sin tener que preguntarlo.
- El personal aprenderá a conocer aún más las máquinas y equipos que opera, sus características y parámetros normales de operación, esto contribuirá a detectar con mayor facilidad, cualquier deficiencia en los equipos, para avisar a mantenimiento.
- En todos los centrales y en el lugar visible debe colocarse la pizarra del MOI.
- El técnico que se encarga de la ingeniería de mantenimiento llevará el control diario de la ejecución del mismo.

2.8.2 MOI. Coordinado:

Este mantenimiento es diferente del MOI sistemático, solamente se realizarán aquellos trabajos que aparecen en la pizarra del MOI, siguiendo el orden de prioridad establecido. Para la realización de estos trabajos se parte del listado de las labores pendientes que aparecen en los libros de incidencias.

2.9 A continuación se realiza la localización por el Diagrama de Pareto de uno de los problemas, basados en los datos de la norma técnica No 37 de la zafras 2008. a nivel de Ingenio y por equipos de mayor afectación. En % y en Horas.

DIAGRAMA PARETTO-TIEMPO PERDIDO 2008

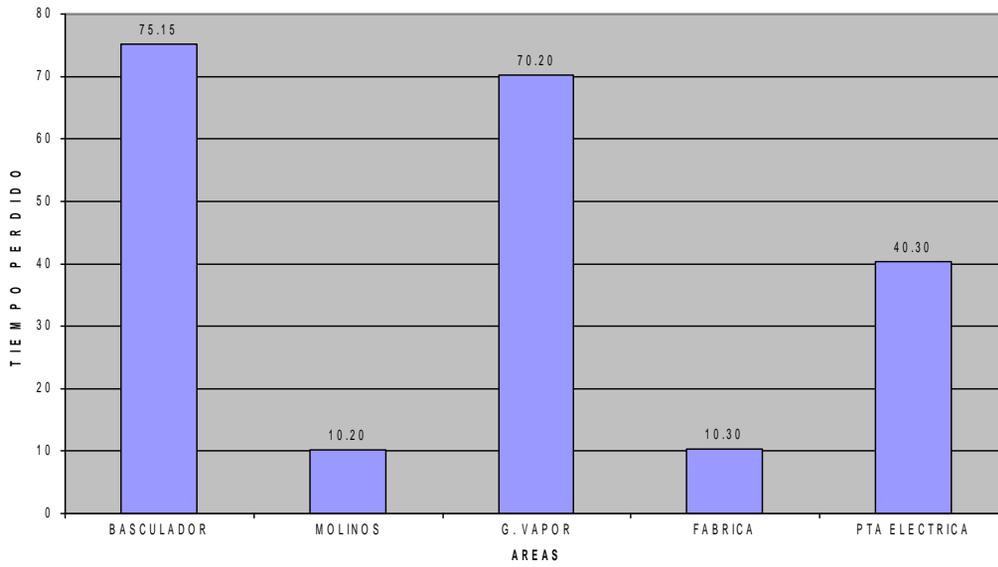
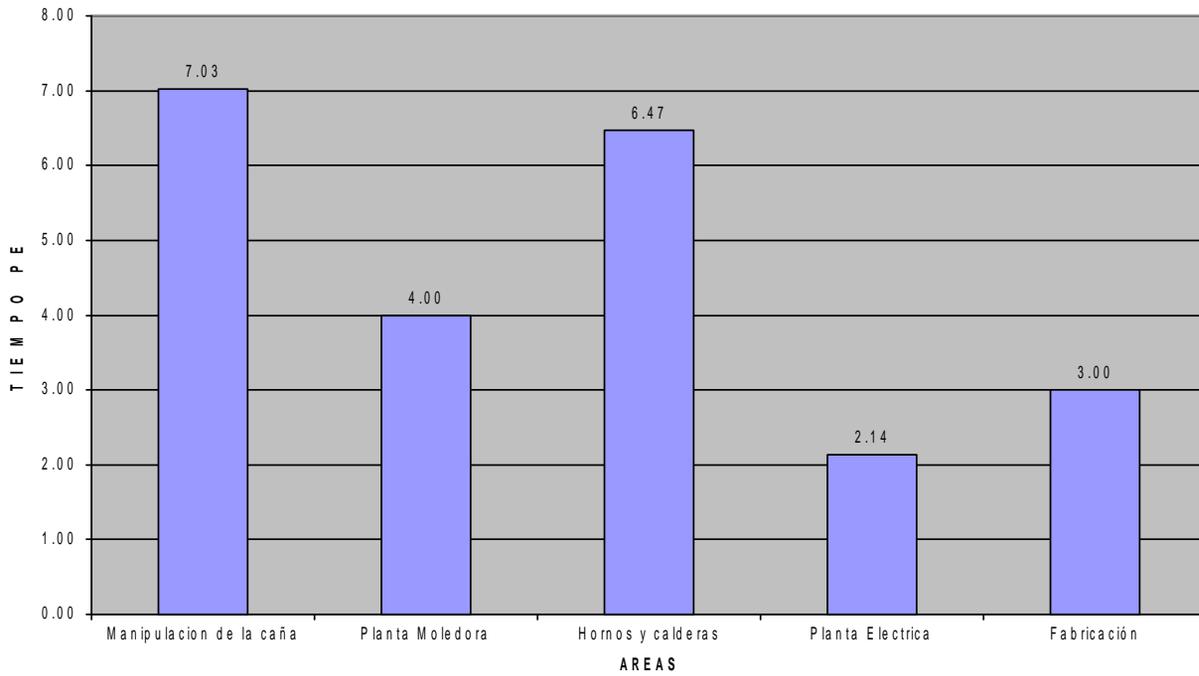


DIAGRAMA DE PARETTO-TIEMPO PERDIDO EN LAS AREAS 2008



TIEMPO PERDIDO POR EQUIPOS BASCULADOR 2008

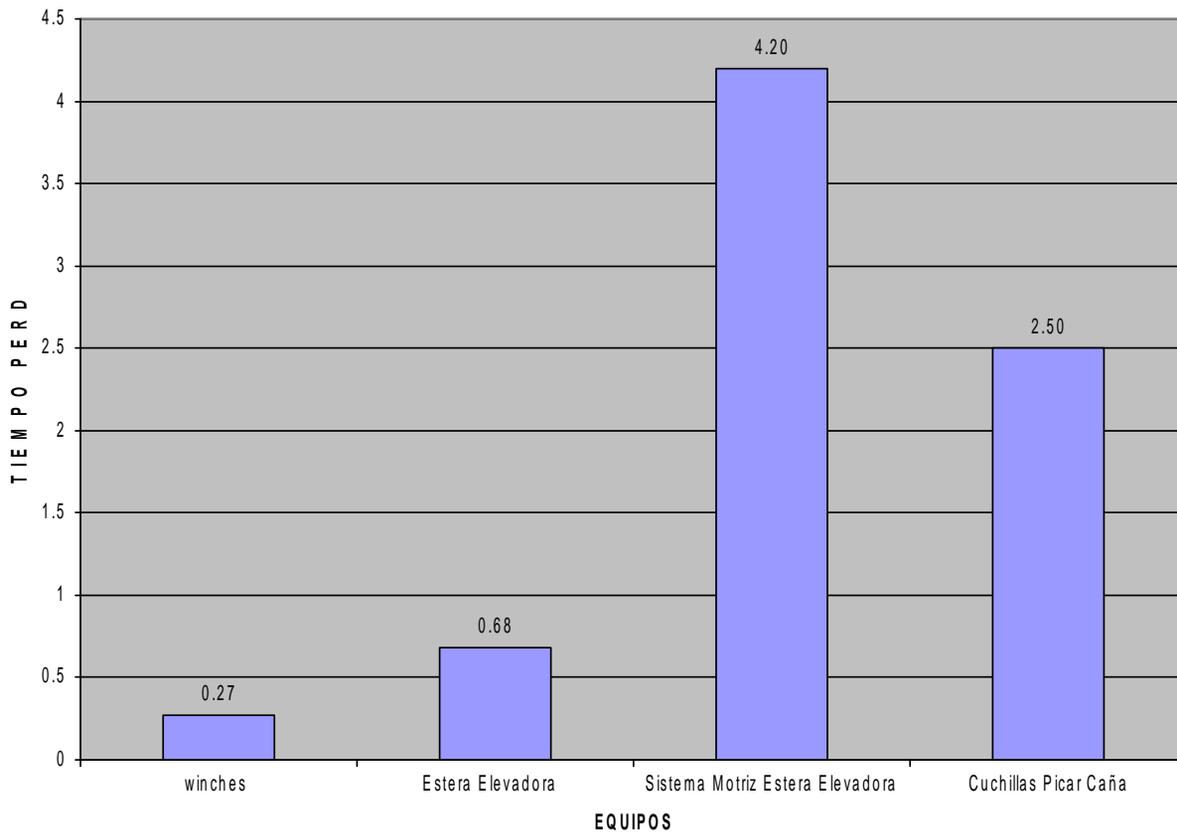
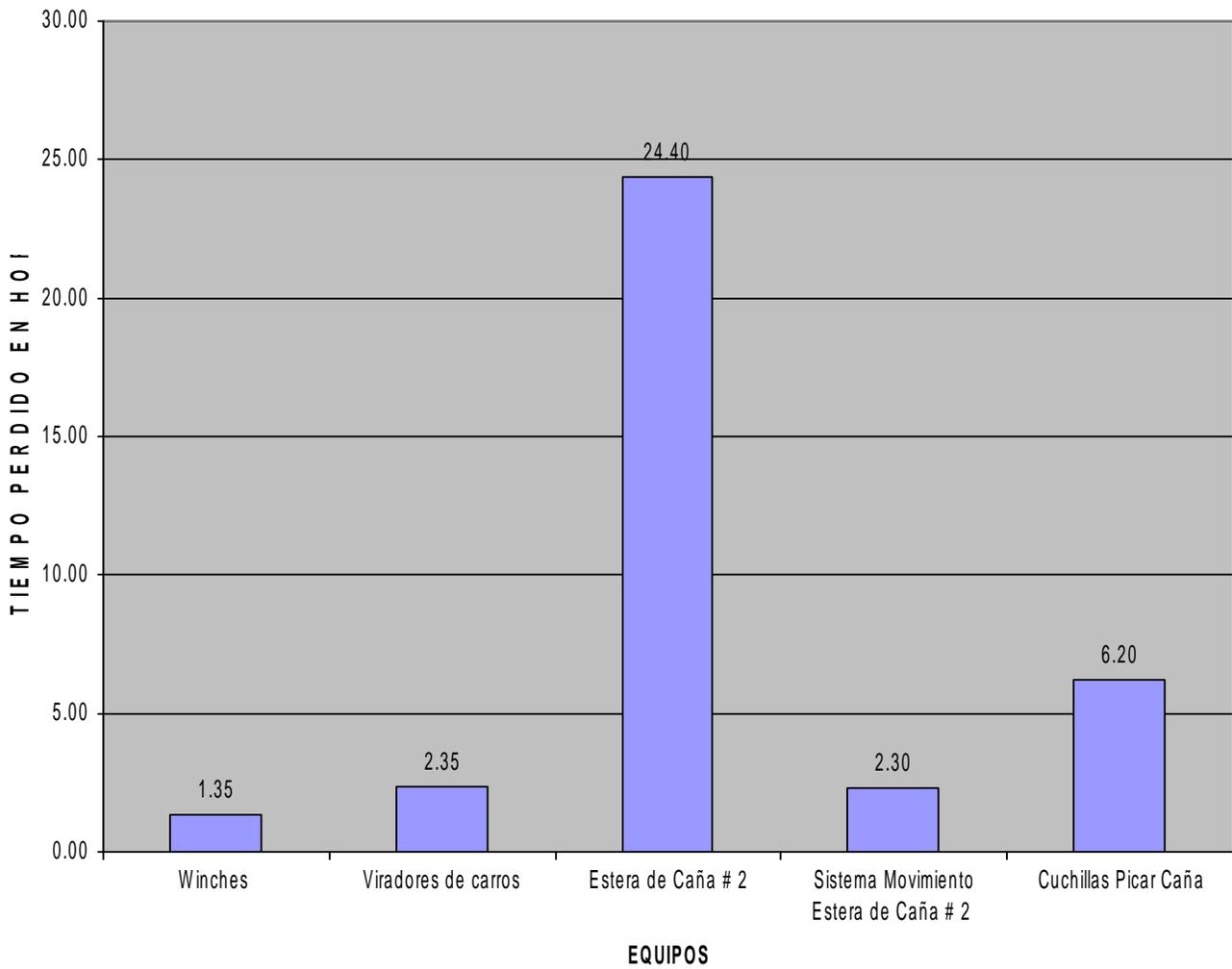


DIAGRAMA PARETTO-TIEMPO PERDIDO POR EQUIPOS 2008



Como se observa en los Diagramas anteriores el área de Basculador y el Tandem son las de mayor incidencia en el tiempo perdido por lo que decidí realizar el análisis en esta área.

2.10 Caracterización Actual del área de Tandem

El tandem es una de las áreas de mayor importancia dentro de la industria, es donde se realiza la molienda, es decir la extracción del guarapo a la caña, por lo que su trabajo es el punto de partida del balance de masa y energía de la fábrica.

A esta área muchos la denominan el “corazón” del ingenio, y cuando alguien está interesado en conocer como marcha el trabajo, las dos preguntas iniciales son:

¿Está moliendo?

¿Cuanto esta moliendo?

2.10.1 FUNCIONES DEL TANDEM

Las funciones de un Tandem son las siguientes:

- a).- Moler la cantidad de caña normada
- b).- Extraer el máximo del contenido de Pol que tiene la caña.
- c).- Entregar el bagazo para combustible de las calderas y la producción de derivados.

2.10.2 EQUIPAMIENTO BÁSICO.

El equipamiento básico de un tandem está compuesto por los siguientes equipos y sistemas:

1.-Autoquen

- Sistema hidráulico

2.- Molino # 1

- Motor Eléctrico
- Reductor Flender
- Marcha invertida

3.- Molino # 2

- Motor Eléctrico
- Reductor Flender
- Marcha invertida

4.- Molino # 3

- Motor Eléctrico
- Reductor Flender
- Marcha invertida

5.-Molino # 4

- Motor Eléctrico
- Reductor Flender
- Marcha invertida

6.- Molino # 5

- Motor Eléctrico
- Reductor Flender
- Marcha invertida

7.- Bba Jugo Fabrica # 1

- Motor Eléctrico

8.- Bba Jugo Fabrica # 2

- Motor Eléctrico

9.- Bba Colador Rotatorio # 1

- Motor Eléctrico

10 Bba Colador Rotatorio # 2

- Motor Eléctrico

11 Bba Maceración # 1

- Motor Eléctrico

12 Bba Maceración # 2

- Motor Eléctrico

13 Bba Maceración # 3

- Motor Eléctrico

14 Conductor Intermedio # 1

- Motor Eléctrico
- Reductor PM- 250

15 Conductor Intermedio # 2

- Motor Eléctrico
- Reductor PM- 250

16 Conductor Intermedio # 3

- Motor Eléctrico
- Reductor PM- 250

17 Conductor Intermedio # 4

- Motor Eléctrico
- Reductor PM- 250

18 Conductor Salida

- Motor Eléctrico
- Reductor PM- 250

19 Colador Rotatorio

- Motor Eléctrico
- Reductor PM- 300

20 Bba Enfriamiento # 1

- Motor Eléctrico

21Bba Enfriamiento # 2

- Motor Eléctrico

22 Bba Rechazo # 1

- Motor Eléctrico

23 Bba Rechazo # 2

- Motor Eléctrico

24 Bba Inhibición # 1

- Motor Eléctrico

25 Bba Inhibición # 2

- Motor Eléctrico

26 Bomba de Achique

- Motor Eléctrico

2.10.3 CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS

2.10.3.1 Equipos de prioridad (A)

1.- Autoquen

- Sistema hidráulico

2.- Molino # 1

- Motor Eléctrico
- Reductor Flender

- Marcha invertida

3.- Molino # 2

- Motor Eléctrico
- Reductor Flender
- Marcha invertida

4.- Molino # 3

- Motor Eléctrico
- Reductor Flender
- Marcha invertida

5.-Molino # 4

- Motor Eléctrico
- Reductor Flender
- Marcha invertida

6.- Molino # 5

- Motor Eléctrico
- Reductor Flender
- Marcha invertida

7.- Bba Maceración # 1

- Motor Eléctrico

8.- Bba Maceración # 2

- Motor Eléctrico

9.- Bba Maceración # 3

- Motor Eléctrico

10. Conductor Intermedio # 1

- Motor Eléctrico
- Reductor PM- 250

11. Conductor Intermedio # 2

- Motor Eléctrico
- Reductor PM- 250

12. Conductor Intermedio # 3

- Motor Eléctrico
- Reductor PM- 250

13. Conductor Intermedio # 4

- Motor Eléctrico
- Reductor PM- 250

14. Conductor Salida

- Motor Eléctrico
- Reductor PM- 250

15. Colador Rotatorio

- Motor Eléctrico
- Reductor PM- 300

2.10.3.2 Equipos de prioridad (B)

1.- Bba Jugo Fabrica # 1

- Motor Eléctrico

2.- Bba Jugo Fabrica # 2

- Motor Eléctrico

3.- Bba Colador Rotatorio # 1

- Motor Eléctrico

4.- Bba Colador Rotatorio # 2

- Motor Eléctrico

5.- Bba Inhibición # 1

- Motor Eléctrico

6.- Bba Inhibición # 2

- Motor Eléctrico

7.- Bba Enfriamiento # 1

- Motor Eléctrico

8.- Bba Enfriamiento # 2

- Motor Eléctrico

9.- Bba Rechazo # 1

- Motor Eléctrico

10. Bba Rechazo # 2

- Motor Eléctrico

2.10.3.3 Equipos de prioridad (C)

1.- Bomba de Achique

- Motor Eléctrico

2.11 INTRODUCIMOS LA PARTE ECONOMICA DEL AÑO 2008

No	Áreas	Reparación Ordinarias	Reparación Capital	Total
		MN	MN	MN
1	Basculador	56.50	13.20	69.70
2	Molinos	183.00		183.00
3	Generación de Vapor	216.5	30.00	246.50
4	Fabricación	123.4	10.00	133.40
5	Planta Eléctrica	308.4	15.30	323.70
	Industria	887.8	68.5	956.30

No	Áreas	Salario		
		Plan	Real	%
1	Basculador	25.00	28.60	114
2	Molinos	60.00	64.50	107
3	Generación de Vapor	98.5	103.80	105
4	Fabricación	160.7	168.70	104
5	Planta Eléctrica	53.2	54.60	102
	Industria	397.4	420.2	105.7

Capítulo III

3.1. Introducción

Como se pudo observar en el capítulo anterior el área de mayor tiempo perdido por rotura fue el Basculador

3.2 Propuestas.

El Sistema de Mantenimiento Predictivo o por Diagnóstico debe ser considerado como un complemento al Sistema de Mantenimiento Planificado, comúnmente implementado en las diversas Industrias nacionales e internacionales.

Es menester señalar, que el ámbito de acción propio de este sistema es el de aquella maquinaria que presenta por su forma de operación un deterioro paulatino de sus condiciones de funcionamiento como están concebidas las nuestras

El auge que el Mantenimiento Predictivo es consecuencia directa del ahorro de recursos que se alcanza una vez que éste se encuentra consolidado al interior de la empresa. En este sentido, existen estudios realizados en Estados Unidos que hablan de una reducción cercana al 30% de los costos en mantenimiento

3.3. Ciclo del Mantenimiento Predictivo.

Objeto tener una mayor claridad respecto a la forma de trabajo que posee el Sistema de Mantenimiento Predictivo, se detallará su ciclo de operación general:

- 1.- La máquina deberá ser periódicamente monitoreada a través de las diferentes Técnicas de Diagnóstico que se hayan definido e implementado para su análisis.
- 2.- Los parámetros medidos serán comparados con las alarmas de operación previamente definidas. Si el límite no es excedido se continuará el monitoreo de las variables con la periodicidad establecida. En caso contrario, si la máquina presenta valores de parámetros por sobre los límites establecidos se deberá efectuar un análisis del problema.
- 3.- El análisis, que deberá ser efectuado por personal idóneo, tanto por sus conocimientos en la máquina como en las técnicas de diagnóstico, definirá la necesidad de incrementar los intervalos de medición o de programar una reparación.
- 4.- Si el análisis ha definido la necesidad de efectuar la reparación de la máquina, ésta se llevará a cabo de acuerdo a lo programado. Una vez ejecutado el trabajo será necesario tomar una nueva medición de parámetros, a fin de evaluar el óptimo funcionamiento de la máquina y que éstos se constituyan como "línea base" (referencia) del futuro estudio de tendencias.

5.- Por último, la máquina volverá a su monitoreo periódico, hasta que se produzca una nueva alarma operacional.

3.4 Requisitos básicos para la implementación del sistema.

La experiencia ha demostrado, que el Sistema de Mantenimiento para su óptimo funcionamiento requiere ser implementado cumpliendo ciertos requisitos básicos; entendiéndose como básicos, que ellos son fundamentales para alcanzar un mínimo nivel de confiabilidad del sistema y que asegure un adecuado nivel de mantenimiento de la maquinaria. El no cumplimiento de alguno de estos requisitos, motivará un análisis superficial y en oportunidades erróneo, que tendrá como consecuencia un aumento de los costos, ya sea por efectuar reparaciones innecesarias o inadecuadas, como por estar expuesto a fallas progresivas del material, que en oportunidades tendrán consecuencias catastróficas. Estos requisitos o requerimientos pueden ser definidos como sigue:

- ❖ Estudio de la organización definiendo necesidades, capacidades y sistema de administración interna. En suma conocer la estructura interna en la cual se implementará el sistema.
- ❖ Creación de la orgánica técnico-administrativa con la cual trabajará el sistema, definiendo las responsabilidades del personal de la organización. Lo anterior se considera prioritario, pues gracias a esta etapa se establecerán los requerimientos humanos y materiales.
- ❖ Análisis de la maquinaria, definiendo técnicas de diagnóstico y forma de aplicación de ellas. En este sentido, es menester señalar que las técnicas a implementar serán analizadas para cada máquina en particular, ya que las características propias de ella determinarán la mejor forma en las que pueden ser analizadas.
- ❖ Capacitación del personal acorde a sus funciones en el proceso de mantenimiento. Será necesario definir los perfiles profesionales de cada integrante de la organización, a fin de determinar la capacitación requerida por cada uno de ellos. Hincapié se debe hacer en señalar la necesidad de contar con personal idóneo en el análisis y diagnóstico de la maquinaria, debiéndose resaltar la gran importancia que posee la experiencia en su rendimiento profesional.
- ❖ Adquisición de equipamiento que permita la óptima implementación del sistema. Especial cuidado se deberá tener en las capacidades de los equipos y en su adecuada compatibilidad con el equipamiento computacional existente en la organización.

3.5. Técnicas de diagnóstico.

Las Técnicas de Diagnóstico pueden ser definidas, como todas aquellas pruebas, mediciones y tratamientos de la información, que trabajando dentro de una normativa y bajo un sustento teórico y práctico, permiten conocer la condición de una máquina en tiempo presente y prever su estado futuro. Especial atención se debe syndicar a la experiencia que avala el uso de estas técnicas y cómo ellas son el resultado de largas investigaciones de carácter empírico. De esta forma, es sencillo vislumbrar que su óptima utilización dependerá en forma importante de la experiencia del analista. Su conocimiento de la técnica, más el que posea de la máquina a analizar, serán sin duda el mejor aval que se tenga para asegurar un acertado diagnóstico.

3.6 Tipos de técnicas de diagnósticos.

Análisis de Vibraciones.

Esta técnica es sin lugar a dudas la que más utilidad ha presentado a los analistas desde sus orígenes. La teoría y experiencia acumulada a través del tiempo han dado como resultado un importante grado de aciertos, mediante lo cual se ha prestigiado la técnica y masificado su uso. Adicionalmente a lo indicado, ha jugado un papel de importancia el bajo costo relativo de los equipos de medición con respecto a la reducción de los costos de mantenimiento.

Por ser esta técnica, la que en mayor medida se utiliza en las Empresa Azucareras es que será tratada con mayor detención en este Trabajo Diploma.

3.6.1 Análisis de vibraciones, Vibrotest 60:

- ❖ Detecta aproximadamente el 70 % de fallas mecánicas, y funcionales.

Permite diagnosticar el estado de los rodamientos. (BCU) Unidad de condición del rodamiento.

- ❖ Balanceo dinámico en dos o más planos, con el módulo 7.
- ❖ Análisis espectral para determinar fallas incipientes en cajas reductoras.



Figura 1. Vibrotest 60.

3.6.2 Medición de temperatura a distancia por infrarrojo.

- ❖ Medición de temperatura en máquinas, motores, reductores, paneles eléctricos, combinadas, locomotoras.
- ❖ Medición de temperatura de aislamiento de tuberías y equipos tecnológicos.



Figura 2. Medidor de temperatura a distancia.

3.6.3 Tacómetro digital a distancia.

- ❖ Medición de velocidad de rotación de las máquinas agroindustriales con o sin contacto.



Figura 3. Tacómetro digital a distancia.

3.6.4 Medidor de espesores.

- ❖ Espesores en recipientes, tuberías, y equipos tecnológicos, conductores, componentes de la maquinaria agrícola y el transporte.

3.6.5 Análisis por ultrasonido.

- ❖ Permite determinar grietas y fisuras en guijos, ejes, coronas, y trenes de engranes, y componentes de la maquinaria agrícola y el transporte.
- ❖ Alineación por rayos láser, altimétricos y planimétricos.
- ❖ Permite alinear motores, turbinas, reductores, acoplamientos, bombas y otros.

3.6.6 Análisis de termografía.

- ❖ Permite “**ver donde el ojo humano no ve**”
- ❖ Pizarras eléctrica, transformadores,
- ❖ Líneas de vapor, intercambiadores de calor, caldera, hornos, entre otros.
- ❖ Es la herramienta más poderosa para identificar fallas en los sistemas eléctricos por excelencia y otros como mecánicos.

3.6.7 Análisis de aceite.

Permite determinar el estado del lubricante, en la explotación de una máquina.

- Permite observar el desgaste prematuro de partes internas.

3.7 Análisis del Rendimiento Operacional.

Debe entenderse como aquella técnica que controla los más representativos parámetros de operación de la maquinaria, ya que éstos son un reflejo indirecto del rendimiento operacional de la misma. Es menester señalar, que la definición de los parámetros a ser controlados será una tarea prioritaria en este sentido y que su buena elección repercutirá notablemente en la eficiente implementación de esta técnica.

En otro aspecto, es importante que el estudio de tendencias que se efectúe de los parámetros operacionales considere a la máquina en un régimen estable y sin variaciones a través del tiempo. Mediciones en estado transiente y efectuadas a diferentes solicitudes que la previamente determinada no deberán ser considerados en el estudio de tendencias.

Por último, es necesario destacar que el análisis de la tendencia lo realizamos de forma manual, existe el software CM-400 pero no se aplica ya que el programa no es compatible con el Windows XP.

3.8 Análisis de vibraciones.

Con el Objetivo de dar una mejor explicación del Mantenimiento Predictivo, a continuación se especificará en mayor profundidad la Técnica de Análisis de Vibraciones, que a saber reúne las más altas capacidades de análisis.

Una vibración mecánica se define como el movimiento oscilatorio de una máquina, de una estructura o de una parte de ellas, alrededor de su posición original de reposo. Siendo una de las formas más simples de vibración el movimiento armónico, mediante la obtención de las mediciones con el equipo Vibrotest 60 se logra saber el estado técnico del equipo y su análisis de tendencia para lograr con mejor predicción los problemas presentes y la toma de decisión para su solución.

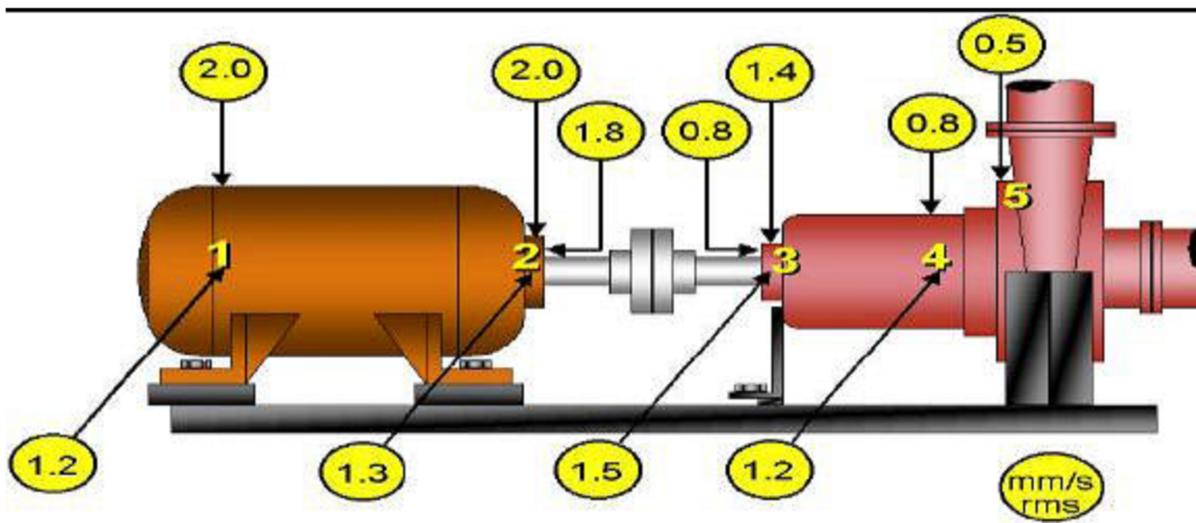


Figura 4. Grafico de los puntos de medición de un equipo rotomecánico

3.9 Aplicación de los Medios de Diagnóstico.

3.9.1 A los motores se le controla

- Ruidos anormales.
- Vibraciones.
- Temperatura.
- Consumo de corriente
- Consumo de potencia.
- Chisporroteo en los anillos
- Temperatura en los rodamientos

3.9.2 A los reductores se le controla:

- Ruido
- Vibraciones
- Temperatura
- Temperatura de los rodamientos
- Nivel de presión de aceite

3.9.3 A los Trenes de Engrane se le controla

- Ruido
- Vibraciones
- Presión de aceite

3.10 INFORME DEL DIAGNOSTICO ZAFRA 2009

AREA: Basculador

En esta área se realizó el Diagnóstico correspondientes, existiendo problemas en los siguientes equipos:

1.- **El Nivelador** presenta problema en su eje, observándose flexión en el mismo, además el reductor presenta un ruido en su interior.

Recomendamos: Destapar y revisar situación del engranaje.

2.- **Cuchilla de Picar Caña # 1**, este equipo presento problemas mecánicos durante la Zafra , ocasionando problema en la base del lado voladora, mantiene mediciones de vibraciones fuera de parámetros, debido a posible flexión de su eje, copling en mal estado y un balanceo defectuoso, además los tornillos y gomas del copling estaban en mal estado e incompletos.

Recomendamos: Rectificar que no este flexado, cambio de los copling, poner tornillos y revisión de los rodamientos y manguitos

AREA: Tandem

En esta área se realizo el Diagnostico correspondientes, existiendo problemas en los siguientes equipos:

1.- **Bombas de Enfriamiento Molino # 1**, este equipo presentas vibraciones fuera de parámetros en ambos lados de la Bomba, en calculas realizados nos indica que presenta problemas en los rodamientos.

Recomendamos: Revisión de los rodamientos

2.- **Bombas de Maceración # 1,2y 3**, en mediciones realizadas se han detectado vibraciones fuera de parámetros que pueden ser provocadas por flexión del eje o por problemas en los rodamientos, se observa en la Bombas # 1 que el flujo de guarapo da directamente sobre el eje.

Recomendamos: Revisión de los rodamientos, Rectificación de los ejes y desvío del flujo de guarapo en los canastos

3.- **Reductores Flender # 3**, Se observa ruidos en la parte de engrane entre el 2do y 3er paso, las vibraciones aumentan e ese lugar

Recomendamos: Destapar y revisar rodamientos y engranes.

4.- **Reductores Flender # 4**, Se observa ruido en la parte de la marcha invertida, que puede ser ocasionada por flojedad en la cuña.

Recomendamos: Destapar y revisar.

5.- **Bomba de Agua Inhibición # 2:** Presento vibraciones fuera de los rangos en Lado Copling, en los cálculos realizados nos da problema en el rodamiento.

Recomendamos: Destapar y revisar rodamientos y demás componentes.

3.11 Análisis Económico de las Reparaciones año 2008 y 2009

Gastos de Materiales 2008

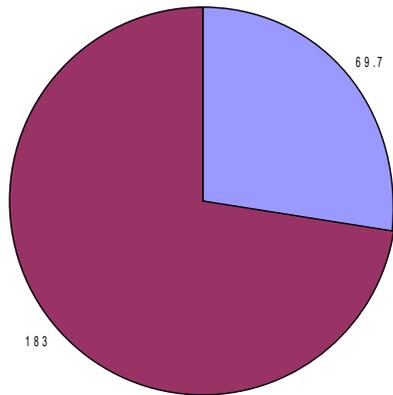
No	Áreas	Reparación Ordinarias	Reparación Capital	Total
		MN	MN	MN
1	Basculador	56.50	13.20	69.70
2	Molinos	183.00		183.00
3	Generación de Vapor	216.5	30.00	246.50
4	Fabricación	123.4	10.00	133.40
5	Planta Eléctrica	308.4	15.30	323.70
	Industria	887.8	68.5	956.30

Gastos de Salario 2008

No	Áreas	Salario		
		Plan	Real	%
1	Basculador	25.00	28.60	114
2	Molinos	60.00	64.50	107
3	Generación de Vapor	98.5	103.80	105
4	Fabricación	160.7	168.70	104
5	Planta Eléctrica	53.2	54.60	102
	Industria	397.4	420.2	105.7

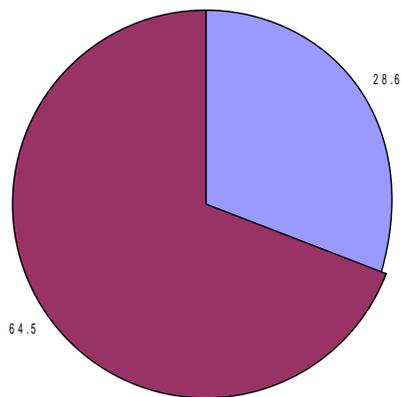
GASTOS DE MATERIALES 2008

■ BASCULADOR
■ MOLINOS



GASTOS DE SALARIO 2008

■ BASCULADOR
■ MOLINOS



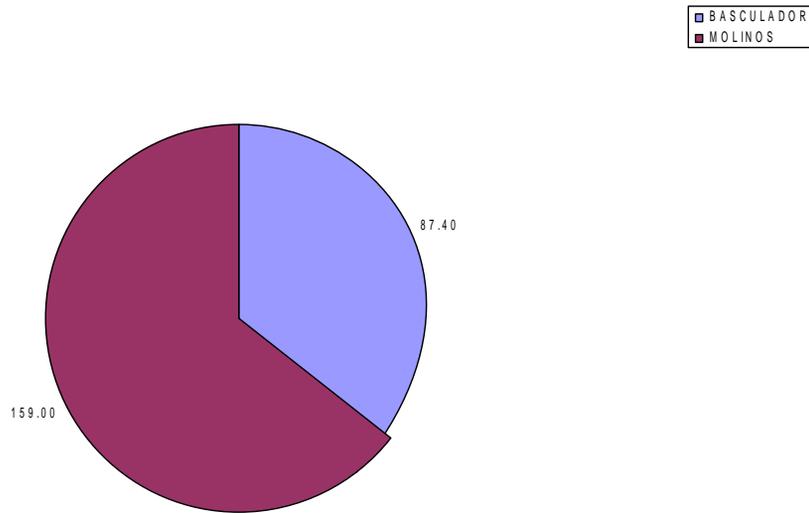
Gastos de Materiales 2009

No	Áreas	Reparación Ordinarias	Reparación Capital	Total
		MN	MN	MN
1	Basculador	71.60	15.8	87.40
2	Molinos	141.20	17.8	159.00
3	Generación de Vapor	95.10	96.2	191.30
4	Fabricación	118.6	78.7	197.30
5	Planta Eléctrica	71.50	24.0	95.50
	Industria	498.00	232.50	730.50

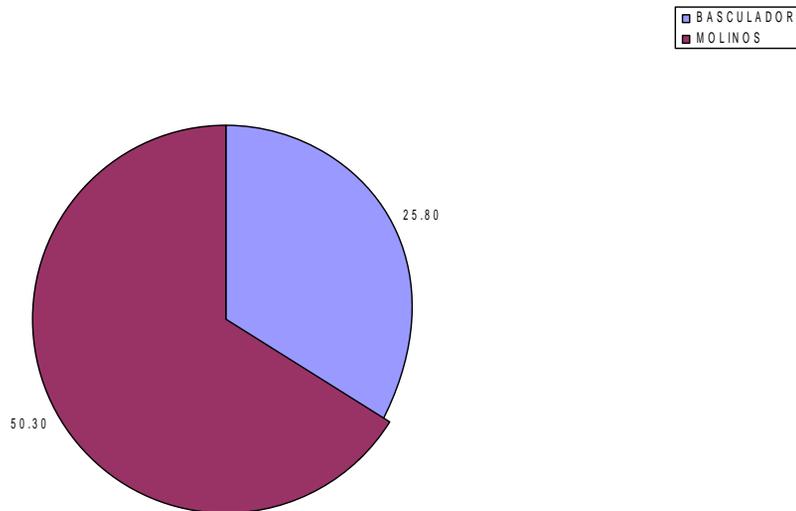
Gastos de Salario 2009

No	Áreas	Salario		
		Plan	Real	%
1	Basculador	30.10	25.80	86
2	Molinos	55.00	50.30	91
3	Generación de Vapor	99.40	105.2	106
4	Fabricación	132.20	92.60	70
5	Planta Eléctrica	45.50	48.40	106
	Industria	362.2	322.6	89

GASTOS DE MATERIALES 2009



GASTO DE SALARIO 2009



A partir de las consideraciones anteriores se hizo necesario hallar la diferencia del gasto total de materiales en Moneda Nacional y el salario en moneda nacional de las reparaciones realizadas y determinar el porcentaje por este concepto. **Diferencia de gasto total en materiales, entre las dos reparaciones analizadas y el salario gastado:**

$$DGT_{MN} = GTM_{2008} - GTM_{2009}.$$

DGT_{MN} – Diferencia en (M.N) de gasto total de materiales.

GTM₂₀₀₈ – Gasto total de materiales en el año 2008.

GTM₂₀₀₉ – Gasto total de materiales en el año 2009.

$$DGT_{MN} = \$956.30 - \$ 730.50 = \$ \mathbf{219.80}$$

$$\mathbf{DGT_{MN} = GTM_{2008} - GTM_{2009}.}$$

DGTS_{MN} – Diferencia en (M.N) de gasto total de Salario.

GTS₂₀₀₈ – Gasto total de Salario en el año 2008.

GTS₂₀₀₉ – Gasto total de Salario en el año 2009.

$$DGTS_{MN} = \$420.20 - \$ 322.60 = \$ \mathbf{97.60}$$

Se observa que los cálculos realizados expresan los ahorros ocurridos en el año 2009 con respecto al 2008, que fueron de 219.80 MP en materiales y 97.60 MP en salario.

Hallar por ciento de reducción de gasto

$$PRGM_{MN} = \frac{DGT}{GTM} \times 100$$

$$PRGM_{MN} = \frac{219.80}{730.50} \times 100$$

$$PRGM_{MN} = 30\%$$

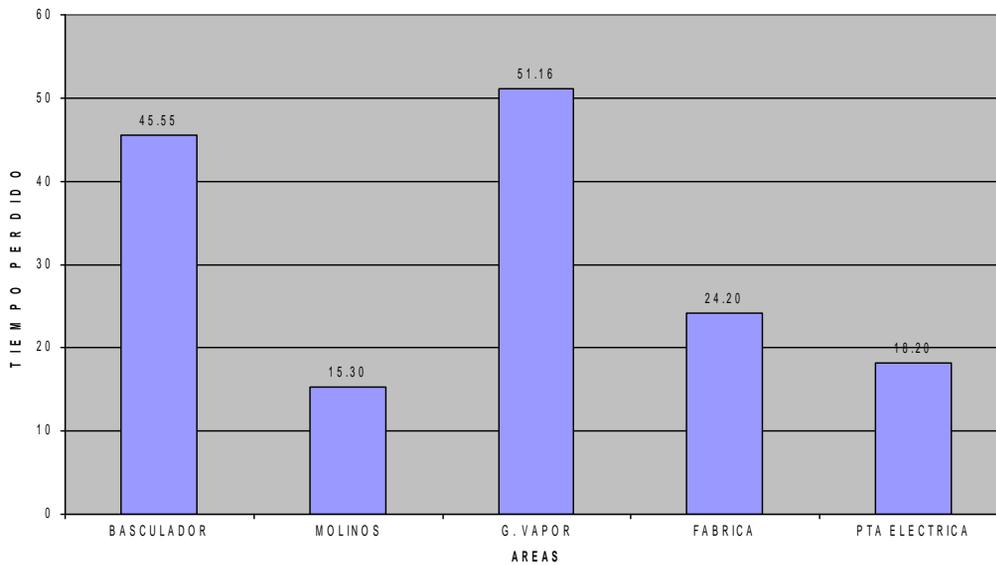
$$PRGS_{MN} = \frac{DGT}{GTM} \times 100$$

$$PRGS_{MN} = \frac{97.60}{322.60} \times 100$$

$$PRGS_{MN} = 30.2\%$$

Se observa una reducción de gastos de materiales en un 30 % en M.N, y un 30.2 % en salario luego de haber aplicado el nuevo sistema de mantenimiento Predictivo.

DIAGRAMA PARETTO-TIEMPO PERDIDO 2009



Si se tiene en cuenta, que se ha calculado por la dirección de economía de la empresa, que 1 hora de parada representa una pérdida de 13.0 MP y analizando las horas de paradas del área Basculador-Tandem en el año 2008 que fue de 85.35 horas lo que significa una pérdida de 110.9 MP solo en salario. En el año 2009 se perdieron 60.85 horas con 79.1 MP

3.12 Conclusiones parciales en el capítulo III:

- ❖ La introducción del nuevo sistema de mantenimiento es satisfactorio, logrando reducir los gastos de materiales y salario
- ❖ Permitted a partir de los diferentes cálculos integrales realizar análisis comparativos de las reparaciones del año 2008 y 2009
- ❖ La introducción de un Informe Técnico que realiza su valoración sobre los equipos que deben ser reparados.
- ❖ Con la implementación del procedimiento se logró reducir los costos en el mantenimiento y las reparaciones.

Conclusiones Generales

- ✚ El mantenimiento industrial azucarero constituye una prioridad en nuestra Empresa Azucarera ya que mediante ella se reduce los Tiempo perdidos por roturas y además se minimiza los gastos que van al costo de la tonelada de azúcar.
- ✚ La aplicación del Sistema de mantenimiento predictivo se sustenta en herramienta informática y equipos de Diagnostico no destructivos
- ✚ El análisis de los comportamientos históricos de las actividades de MPP efectuadas en el año 2008 permite realizar adecuaciones y proponer la validación del Sistema de Mantenimiento Predictivo como herramienta más útil para controlar los costos y analizar las causas posibles de las anomalías que se detecten en el desarrollo de la zafra.
- ✚ En la misma se sintetizan los criterios teóricos que sustentan dicho procedimiento en función de la superación de técnicos y especialistas, lo que contribuyó a reducir los costos del mantenimiento como un elemento adicional para el trabajo en la empresa.
- ✚ La aplicación de este sistema de Mantenimiento es de fácil implantación en otras área de la industria , lo que constituiría la principal garantía para disminuir el tiempo perdido y los gastos en mantenimiento

RECOMENDACIONES

Recomendaciones Finales.

Las principales Recomendaciones de orden general, que pueden ser mencionadas, son las siguientes:

- 1.- La incorporación del Mantenimiento Predictivo en la organización produce un importante impacto en el sistema
- 2.- Se debe evitar desprestigiar las técnicas de análisis a través de un diagnóstico superficial, que pueda traer consigo inapropiadas decisiones técnicas. La capacitación del personal analista se estima prioritaria.
- 3.- Este Sistema de mantenimiento predictivo debe ser introducido al interior de la organización, ser estandarizado explícitamente y divulgadas apropiadamente a todos sus integrantes.
- 4.- El Mantenimiento Predictivo no representa por si solo la solución integral del Sistema de Mantenimiento y por tanto su aplicación debe estar inserta en una estrategia general de mantenimiento.
- 5.- El Mantenimiento Predictivo posee riesgos al ser implementado, en lo referente al diagnóstico y la predicción de fallas. Lo anterior, debe ser de pleno conocimiento de todos los integrantes de la organización, de no ser así podrían formarse falsas expectativas, que al producirse eventuales fallas de predicción o diagnóstico traerían como consecuencia la pérdida de confianza en el sistema y con ello un posible fracaso en su puesta en marcha. Sin lugar a dudas, el tema del Mantenimiento Predictivo es mucho más amplio de lo expresado en estas líneas y por lo mismo no ha sido la intención de este trabajo el profundizar en algún tópico en particular. Sólo se ha pretendido, a través de una síntesis conceptual, el entregar la experiencia que el autor ha recogido en su análisis en los años 2008 y 2009.
- 6- Recomendar que la aplicación del software CM-400 sea aplicado mediante el sistema informático, ya que se realiza en Microsoft Office Excel en gráficos para obtener el análisis de tendencia.

BIBLIOGRAFIA

Anay Rivero Ávila, , Moreira, , R.J.V. & Bernal , S.C., 1990. Mantenimiento por Diagnóstico y Balance de Equipos Rotatorios en Centrales Termoeléctricas, p.96 h.

Aguarda Por Su Príncipe. Tomado De:

<http://www.cujae.edu.cu/centros/ceim/articulos/CenicientaRevIM.PDF>,
2006

Bruel, Kjaer. —: /s.s./,1984.—34 p., 2008. Bruel Mantenimiento Predictivo.

Castillo Morales, Gabriel, 1999. *Mantenimiento a Equipos, Máquinas e Instalaciones*, Cienfuegos.

Corrales, Antonio. : 25-27. , 1993. Reflexión sobre el mantenimiento en las industrias modernas. *Mantenimiento (España)*.

Colectivo de Autores.1992. Coloquio sobre formación de mantenimiento. *Mantenimiento (España)*, p.25-32.

Cuba. Ministerio del Azúcar, 2003. Política para la Organización del Mantenimiento en la Empresa Azucarera Mielera y Agropecuaria.

Directiva Direcing 74-02.B, Armada de Chile; "Mantención Sintomática Mediante Medición de Vibraciones". - Pedro Saavedra, Universidad de Concepción de Chile; "Análisis de Vibraciones en Máquinas Rotatorias".

Díaz Guillermo. , 2006. Historia y evolución del Mantenimiento. Available at:

<http://www.pedic.es/home/index.php/the-news/mantenimiento-en-general/45-articulos>. .

Díaz Matalobos, Ángel. , 1992. *Confiabilidad en mantenimiento*, Caracas: Ediciones IESA.

D. Keith Denton. Seguridad Industrial. Mc Graw-Hill. 1984. México.

División de Ingeniería de vibraciones, Ruido y Diagnóstico Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" CUJAE.

El Mantenimiento Industrial. Tomado De:
<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/>, 2006.

El Mantenimiento Industrial. Tomado De:
<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/>, 2006.

Enciclopedia Encarta. New York: Microsoft Corporation; 2007

García Orestes, 2005. *Proyecto Regional de Mantenimiento*, La Habana: Instituto Cubano de Investigación Azucareras.

Grimaldi-Simonds. *La Seguridad Industrial Su Administración*. Alfaomoga México 1985.

García, Santiago. Foros Industriales y de Mantenimiento. Tomado De:
<http://www.foro-industrial.com/foros/viewtopic.php?p=4419>, 2006.

García J.M. Amezaga U. El mantenimiento preventivo y la medida de su eficiencia. *Revista Mantenimiento*. marzo1992; 3-4:5-9.

Malaguera, José G. , 2001. Aspectos Técnicos Del Mantenimiento. Available at:
<http://www.wmeng.co.uk/wmemg/wmrem/rem.htm#Toc404493933>.

Morrow L. C, 1973. *Manual de Mantenimiento Industrial.*, México: CECSA.

Molina J. Mantenimiento y seguridad industrial. [artículo en línea] 2007. [consultado agosto 2007]
URL disponible en: <http://www.mantenimientos.htm>.

Mato F, Prins. *Mantenimiento preventivo planificado*. La Habana: Ed. Científico Técnica; 1982.

Mantenimiento de Equipos Tomado de:
http://buscon.rae.es/drael/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=Mantenimiento , 12 de junio de 2008.

Mantenimiento Industrial. Tomado de:

<http://www.monografias.com/Administración y Finanzas/ mantenimiento-industrial.shtml.htm>, 14 de junio de 2008.

Martín Ch. Mantenimiento y fiabilidad. Barcelona: Centro de investigación y asistencia técnica; 2005.

Mantenimiento: Empresas y Servicios. Definición de Mantenimiento Preventivo [web en línea] 2007. [Consultado agosto 2007]URL disponible en: <http://www.mantenimiento.com>

Newbrough ET. Mantenimiento preventivo. Londres: Elsevier Science Publisher; 1997. p. 220.

Palomino Marín, Evelio. , *Aplicación de espectro. Análisis de Vibraciones*, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” CUJAE: Centro de Estudios Innovación y Mantenimiento

Rey S, Francisco. , 1996. *Hacia la excelencia en mantenimiento*, Madrid: Editorial TGP Hoshin, S.L.

Sexto Cabrera, Luís Felipe. *Mantenimiento Industrial: Cienicienta Que*

Woodhouse J. *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. The Woodhouse Partnership; 2000.

ANEXOS

Anexo # 1

**Empresa azucarera
5 de Septiembre**

Dpto
Tecnico

Seccion: Ruidos, Vibraciones y Diagnostico

Cronograma de Monitoreo Equipos rotodinámicos Zafra 2009

Clasificación	Frecuencia de Medición																																																											
	Enero														Febrero																																													
	Semana #1				Semana #2				Semana #3				Semana #4				Semana #1				Semana #2				Semana #3				Semana #4																															
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D				
A	■				■		■				■				■				■				■				■				■				■		■				■				■				■				■							
B		■						■						■						■						■						■						■						■						■						■				
C			■																																																									

Clasificación	Frecuencia de Medición																																																						
	Marzo														Abril																																								
	Semana #1				Semana #2				Semana #3				Semana #4				Semana #1				Semana #2				Semana #3				Semana #4																										
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S
A	■				■		■				■				■				■				■				■				■				■		■				■		■				■		■				■		
B		■						■						■						■						■						■						■						■						■					
C			■																																																				

Anexo # 2

Control de Temperaturas en Guijos

		Fecha		Fecha		Fecha		Fecha		Fecha	
		LC	LE								
Molinos											
1	Sup										
	Cañ										
	Bag										
2	Sup										
	Cañ										
	Bag										
3	Sup										
	Cañ										
	Bag										
4	Sup										
	Cañ										
	Bag										
5	Sup										
	Cañ										
	Bag										
Hora											

Anexo # 3

Modelo Control Vibraciones Inicio Zafra				
Zafra:				
Área:				
Equipo:				
Fecha:	Equipo Motriz		Equipo Movido	
Hora:	1	2	3	4
Vertical				
Horizontal				
Axial				
BCU				
Observaciones				