



**Facultad de ciencias económicas y empresariales.
Departamento de ingeniería industrial
Sede Universitaria del Municipio de Palmira**

Título: Organización y planificación del Mantenimiento y Reparaciones
Continuadas de la Fabrica de Azúcar de la Empresa Elpidio Gómez.

Autor: Francisco Delgado Santomé

Tutor: Antonio Santana Jiménez

Curso 2008-2009

Año del 50 aniversario de la revolución.

Resumen

Durante los últimos años en el periodo activo de la planta moledora de la empresa azucarera Elpidio Gómez 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.

Con este trabajo se realiza el estudio del tiempo perdido en las anteriores zafras, que obran en el archivo de la empresa, con el fin de tomar medidas y mejorar este aspecto que tantas pérdidas y afectaciones provocan, tanto en el orden productivo como económico.

Pensamiento

“ Ninguna pérdida debe sernos más sensible que la del tiempo, puesto que es irreparable.”

“Zenòn”

Dedicatoria

- Este trabajo se lo dedico al desarrollo de las nuevas tecnologías de la industria azucarera en Cuba.

Agradecimientos

- A nuestros familiares y amigos que nos impulsan a seguir adelante cada día.
- A mis padres y hermana por enseñarme a luchar por lo que quiero, por ser mi mayor motivo de seguir adelante, por perdonar mis errores y estar siempre ahí, por escucharme y apoyarme.
- A la Revolución y al Comandante Fidel Castro, por haberme permitido realizar mi sueño.
- A todas aquellas personas que de una forma u otra me ayudaron en la realización de este trabajo.
- A la tarea Álvaro Reinoso que nos permitió cursar estos estudios para nuestra superación.

A todos muchas gracias
Francisco

INDICE

Págs.

| | |
|--|----|
| INTRODUCCION. | 1 |
| Capitulo No 1. | 3 |
| 1.0 ¿Que es Mantenimiento?. | 3 |
| 1.1 Misión del Mantenimiento | 3 |
| 1.5 Mantenimiento correctivo. | 9 |
| 1.6 Mantenimiento Preventivo | 10 |
| 1.7 Mantenimiento Preventivo Planificado (M.P.P.). | 10 |
| 1.7.1 Servicios Técnicos -. | 10 |
| I 1.7.2 Las reparaciones programadas en el (MPP) | 11 |
| 1.8 Mantenimiento Preventivo Condicional (MPC) | 12 |
| 1.9 Mantenimiento Predictivo | 13 |
| 1.10 Mantenimiento Proactivo | 14 |
| 1.10.1 Equipos de prioridad 2 (B). | 15 |
| 1.10.2 Equipos de prioridad 1 (A). | 15 |
| 1.10.3 Equipos de prioridad 3 (C) | 16 |
| 1.10.4 Equipos de prioridad 4 (D). | 17 |
| 1.10.5 Equipos de prioridad 5 (E). | 17 |
| 1.11 Una organización de mantenimiento | 18 |
| 1.12 Indicadores de confiabilidad | 18 |
| 1.12.1 Tiempo Medio Entre Fallas | 19 |
| 1.12.2 Tiempo Medio Para Reparación | 19 |
| 1.12.3 Tiempo Medio Para la Falla | 19 |
| 1.12.4 Disponibilidad de Equipos | 19 |
| 1.12.5 Relación de costo de mantenimiento vs. Producción | 20 |
| 1.12.6 Relación de costo | 20 |
| 1.13 Características de la industria Azucarera que peculiarmente Importante el Mantenimiento. | 21 |
| 1.13.1 Zafra | 22 |
| 1.13.2 Limpieza general del Ingenio | 23 |
| 1.13.3 Desarme | 23 |
| 1.13.4 Etapa Inactiva | 23 |

| INDICE | Págs. |
|--|--------------|
| 1.13.5 Reparaciones | 23 |
| 1.13.6 Prueba | 24 |
| 1.13.7 Ajuste .. | 24 |
| 1.14 Mantenimiento en operaciones | 24 |
| 1.14.1 M 1 Libro de Incidencias | 25 |
| 1.14.2 Inspección Técnica por Turnos | 25 |
| 1.14.3 M 2 Libro de Trabajos Pendientes. | 25 |
| 1.14.4 Paradas Programadas para Mantenimiento. | 26 |
| 1.14.5 M 4 Solicitud de Trabajo al Taller. | 26 |
| 1.14.6 M 5 Control de Repuestos. | 26 |
| 1.14.7 M 6 Pasaporte del Equipo. | 27 |
| 1.14.8 M12 Orden de Trabajo de Mantenimiento. | 27 |
| 1.15 Mantenimiento en Interrupción Operativa. | 27 |
| 1.15.1 Aspectos de M.O.I. | 28 |
| 1.16 Decisiones a tomar cuando ocurre una parada. | 29 |
| 1.17 Pre Plan de reparaciones. | 29 |
| 1.18 Trabajos Fundamentales a realizar en reparaciones. | 30 |
| 1.19 Discusión y aprobación del Pre Plan de Reparaciones. | 30 |
| 1.20 Confección de la Instrucción No 3. | 30 |
| Capitulo II. | 31 |
| 2.1 Reseña Histórica. | 31 |
| 2.2 Caracterización Actual de las Empresa. | 34 |
| 2.2.1 Unidades Básica de Producción Cañera. | 35 |
| 2.2.2 Unidad Básica de Producción Agropecuaria. | 36 |
| 2.2.3 Unidad Básica Industrial. | 36 |
| 2.2.4 Unidad de Servicios Técnicos. | 37 |
| 2.2.5 Unidad de Servicios Generales. | 37 |
| 2.3 Objeto Social. | 38 |
| 2.4 Misión | 38 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.5 | Visión. | 38 |
| 2.6 | Valores Prácticos. | 39 |
| 2.7 | Valores de Desarrollo. | 39 |
| 2.8 | Diagnostico Estratégico. | 39 |
| 2.9 | Análisis Estratégico. | 40 |
| 2.9.1 | Análisis Interno. | 40 |
| 2.9.1.1 | Fortalezas. | 40 |
| 2.9.1.2 | Debilidades. | 40 |
| 2.10 | Integración de la Empresa en el Sistema Nacional. | 40 |
| 2.11 | Situación de Equipamiento en la Fabrica de Azúcar. | 41 |
| 2.12 | Diagrama de Pareto. | 42 |
| 2.13 | Diagrama de Pareto. | 43 |
| 2.14 | Situación del Equipamiento en el Área del Tandem. | 43 |
| 2.15 | Estudio Técnico Integral de la Fábrica. | 44 |
| 2.16 | Análisis de la Situación Actua. | 44 |
| 2.16.1 | Preparación de la Molienda. | 44 |
| 2.16.2 | Primer Molino. | 45 |
| 2.16.3 | Segundo Molino. | 45 |
| 2.16.4 | Consumo de potencia de ambos Molinos. | 46 |
| 2.16.5 | Consumo de vapor de las turbinas de los Molinos 1 y 2. | 47 |
| 2.16.6 | Tercer Molino. | 47 |
| 2.16.7 | Cuarto Molino. | 48 |
| 2.16.8 | Consumo de Potencia de ambos Molinos. | 48 |
| 2.16.9 | Quinto Molino. | 49 |
| 2.16.10 | Factor Grueso del colchón. | 49 |
| 2.16.11 | Situación de la Planta Eléctrica. | 50 |
| 2.16.12 | Características Operativas. | 50 |
| 2.17 | Consumo de Vapor en Motores Primarios. | 51 |

| INDICE | Págs. |
|---|-------|
| 3.1 Introducción. | 52 |
| 3.2 Propuestas. | 52 |
| 3.2.1 Análisis de la Electrificación de los Molinos reduciendo Velocidad y Consumo de Potencia de los Mismos. | 52 |
| 3.2.1. Factor grueso de colchón para las nuevas condiciones. | 53 |
| 3.2.2 Análisis optimizando la Generación de Electricidad Disminuyendo al Máximo el Consumo de Potencia de los Molinos. | 53 |
| 3.3 En el tandem de molinos los trabajos serían los siguientes. | 54 |
| 3.3.1 Primer molino. | 55 |
| 3.3.2 Segundo Molino. | 55 |
| 3.3.3 Tercer Molino. | 56 |
| 3.3.4 Cuarto Molino. | 56 |
| 3.3.5 Cuchillas de picar caña. | 56 |
| 3.4 Análisis para el aumento de capacidad de generación de la Planta Eléctrica. | 57 |
| 3.5 Aplicación de los Medios de Diagnóstico. | 57 |
| 3.5.1 A los motores se le controla. | 57 |
| 3.5.2 A los reductores se le controla. | 58 |
| 3.5.3 A los Trenes de Engrane se le controla. | 58 |
| 3.6 Clasificación de los Equipos. | 58 |
| 3.6.1 Técnicas de Diagnósticos. | 59 |
| 3.7 Tipos de mantenimiento que requieren estos nuevos equipos. | 59 |
| 3.7.1 En el Mantenimiento Preventivo Planificado. | 59 |
| 3.7.2 Aspectos. | 60 |
| 3.7.2.1 Motores. | 60 |
| 3.7.2.2 Reductores. | 60 |
| 3.7.2.3 Tren de Engrane. | 60 |
| 3.8 En el Mantenimiento Preventivo Planificado Anual. | 61 |
| 3.8.1 Periodo de reparaciones del Tren de Engrane. | 61 |
| 3.8.2 Mantenimiento Preventivo Planificado. | 61 |
| 3.8.3 Mejora hecha en la sustitución de los equipos. | 61 |
| 3.8.4 Nueva instalación en nuestra empresa. | 61 |
| 3.9 Evaluación Económica. | 62 |
| 3.9.1 Antecedentes. | 62 |

| | |
|---|----|
| 3.9.2 Estudio técnico solicitado. | 62 |
| 3.10 Situación actual de la inversión u objeto de la inversión.. | 63 |
| 3.11 Ingeniería y Proyectos. | 63 |
| 3.12 Cronograma | 63 |
| 3.13 Costo de la inversión | 63 |
| 3.14 Resultados de la evaluación económica financiera. | 64 |
| 3.15 Conclusiones parciales | 64 |
| Conclusiones Generales | 65 |
| Recomendaciones | 66 |
| Referencias Bibliográficas | 67 |
| Anexos | |

Introducción

Las tradicionales formas de administración gerencial mirando siempre solo la producción, han cerrado por mucho tiempo muchas opciones de mejoras de gestión del mantenimiento, condición que a ocasionando perdidas de importantes inversiones, han querido estas salvarse cuando las condiciones físicas de las mismas han llegado a limites inadmisibles, con lo cual precipitaron cierre de plantas o reducción de su mercado de ventas, casualmente por la baja calidad de sus productos o por el alto costo de los mismos, la búsqueda de eficiente de un sistema que integre la producción desde el punto de vista del mantenimiento se a convertido en un asunto de primera prioridad dirigiéndose a obtener la máxima disponibilidad del equipo en la función que realiza en la producción.

El sector Azucarero viene realizando una serie de transformaciones desde hace algunos años y una de ella esta relacionada con el mantenimiento, donde han aparecido nuevos conceptos, como son las reparaciones continuadas y el plan de mantenimiento anual, concepto 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 otra forma de ver las diferentes etapas del año azucarero y aunque en sentido general hay una tendencia al rechazo cuando existen cambios, se esta viendo con ejemplos concreto los beneficios de esta nueva línea de trabajo en el mantenimiento.

En la Empresa Azucarera Elpidio Gómez se presenta como Problema Científico: Que no esta implementado el plan de Mantenimiento Anual o Reparaciones Continuadas, 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 diagnostico 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
3. Realizar análisis del uso de frecuencia óptima de aplicación de mantenimiento.

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 de la Empresa, realizar diagnóstico sobre la base de datos históricos obtenidos de la norma técnica 37 para determinar los equipos que mayor incidencia tuvieron en el tiempo perdido industrial.
- **Capítulo III:** Realizar propuesta de alternativas de aplicación del mantenimiento, que permitan la toma de decisiones para minimizar los costos en la actividad, y disminuir el tiempo perdido por roturas.

Nota: Los resultados esperados están relacionados con la aplicación óptima de la frecuencia del mantenimiento sobre aquellos equipos que mayor incidencia tuvieron sobre el tiempo perdido industrial.

Capítulo I

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

Introducción

La tradicional forma de administración gerencial mirando siempre solo la producción, ha cerrado por mucho tiempo muchas opciones de mejorar la gestión del mantenimiento, condición que ha ocasionado pérdidas de importantes inversiones

Han querido estas salvarse cuando las condiciones físicas de las mismas han llegado a límites inadmisibles, con lo cual precipitaron cierres de plantas o reducciones de sus mercados de ventas, casualmente por la baja calidad de sus productos o por el alto costo de los mismos.

La búsqueda de eficiencia de un sistema que integre la producción, desde el punto de vista de mantenimiento, donde se dirige a obtener la máxima disponibilidad del equipo y la función que realiza en la producción.

1. ¿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 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 sistemas 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 ¿Qué tipos de mantenimientos y organización, existen en la actualidad?

Evolución del Mantenimiento

El Mantenimiento ha tenido su evolución a través de tres etapas muy marcadas; véase (Figura 1), coincidentes más o menos con las etapas del desarrollo industrial.

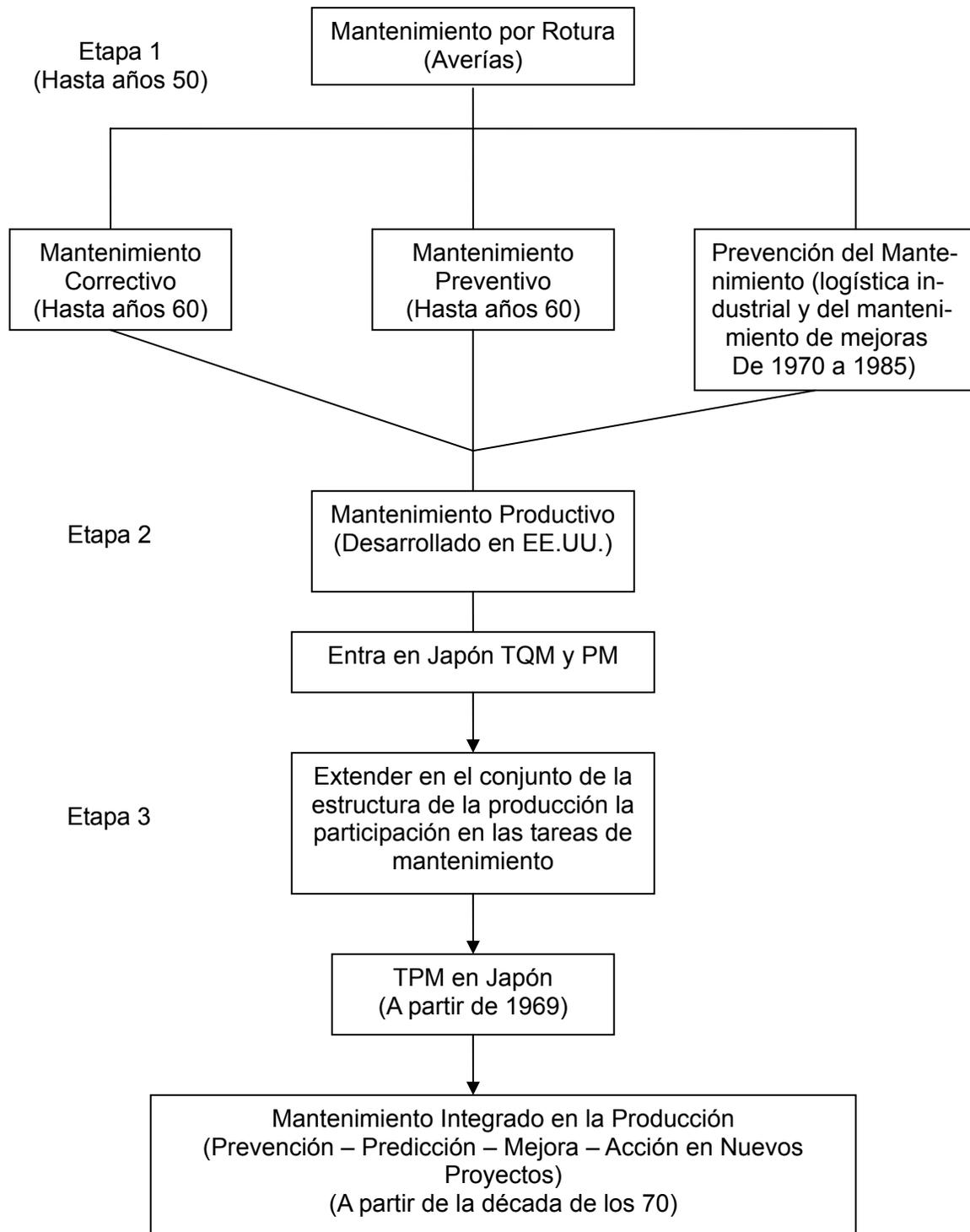


Figura 1. Evolución del mantenimiento hacia el TPM.

Etapa 1 Mantenimiento por rotura: Hasta los años 50, con una organización y planificación mínimas (mecánica y engrase) pues la industria no estaba muy mecanizada y las paradas de los equipos productivos no tenían demasiada importancia al tratarse de maquinaria sencilla y fiable, debido a esta sencillez, así como fácil de reparar.

Etapa 2 Mantenimiento Planificado (PM): La creciente automatización de los procesos productivos y su complejo mantenimiento, hizo que a partir de los años 50 en Estados Unidos se introdujese el concepto de Mantenimiento Preventivo. Ya en la década de los 60 surge en Estados Unidos el concepto de Mantenimiento Productivo en el seno de General Eléctrico. Este concepto hacía referencia a que el objetivo del mantenimiento no era únicamente reparar los equipos sino también planificarle y mejorar la productividad mediante adecuadas acciones en los mismos. De esta manera, el PM engloba el mantenimiento correctivo- preventivo- predictivo y la mejora; véase (Figura 1).

A partir de 1964 se introduce el Mantenimiento en Japón, no sin antes haberle dotado del toque característico japonés: mientras en la mayoría de las empresas norteamericanas el mantenimiento y la producción se mantenían separadas, los japoneses consiguen que todos los operadores participen en el mantenimiento de los equipos de producción.

Etapa 3 Mantenimiento Productivo Total (TPM): Si bien el TPM fue desarrollado por primera vez en 1969 en la empresa japonesa Nippon Denso del grupo Toyota y Japón lo generaliza a partir de 1971, esta etapa en Europa no comienza hasta el final de la década de los 80. Partiendo del concepto americano del PM que habían adoptado en la segunda etapa y que separaba al personal de mantenimiento del de la producción, evolucionaron hacia el mantenimiento y mejora de los equipos con la implicación de toda la organización.

Estas etapas evolutivas del Mantenimiento Industrial se caracterizaron por la Reducción de Costos y por la Garantía de la Calidad (a través de la confiabilidad y la productividad de los equipos) y cumplimiento de los tiempos de ejecución (a través de la disponibilidad de los equipos). Administración Moderna de Mantenimiento, Lourival Augusto Tavares

Dentro del costo de producción en una empresa está el costo de mantenimiento que se manifiesta de dos formas.

Costo de Disponibilidad: Es el que se incurre para mantener la disponibilidad del equipamiento.

Costo de Indisponibilidad: Es el que se incurre en averías, baja calidad, pérdidas energéticas, etc.

Por estos motivos aumentó la exigencia y necesidad de mejorar los servicios de mantenimiento para la disminución de estos costos, y esto se logra con la aplicación de una correcta ingeniería de mantenimiento, que se basa en las siguientes técnicas:

1. Establecer la estrategia mas adecuada a la producción.
2. Elaborar, preparar y optimizar los planes de mantenimiento preventivo y predictivo.
3. Elaborar los procedimientos de trabajo.
4. Implantar un sistema de gestión de las acciones de mantenimiento, los costos y su control.
5. El análisis de problemas técnicos de mantenimiento (análisis de averías).
6. Asimilación de nuevas tecnologías y métodos de trabajo.

1.4 Establecer la estrategia más adecuada a la producción:

Esta está dirigida fundamentalmente al aumento sustancial de la rentabilidad de la empresa y estar en perfecta concordancia con los objetivos de la producción y para ello es importante definir las formas de la política de mantenimiento a aplicar.

- a. **Contratado:** Se da por tres causas fundamentales, administrativas que es por necesidad, estratégica cuando la plantilla no puede cubrir la necesidad y tecnológicas por no tener especialización.
- b. **Por medios propios:** Cuando la empresa tiene el personal capacitado y cuenta con las herramientas suficientes.

Cuando el mantenimiento es por medios propios en la empresa tiene que existir un equipo de trabajo de producción y mantenimiento capaz de asumir esta política y partiendo de una correcta historia del equipo se aplica el **Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (R.C.M)** que no es más que el proceso que elimina o minimiza las consecuencias de las fallas siempre que se ejecuten las tareas correctas, mejorando la actitud y la destreza de todo el personal, desde el Director General hasta el trabajador de terreno y mejorando el funcionamiento del equipo por medio de la capacitación del personal que está directamente relacionado con él.

Lo importante o lo que preocupa no es la falla sino las consecuencias de la falla.

1. Pérdidas de producción.
2. Calidad deficiente.

3. Incumplimiento de los plazos.
4. Baja productividad.
5. Costo de los accidentes.
6. Daños al medio ambiente.

El RCM nos permite disminuir las consecuencias de las fallas y hacer las políticas de mantenimiento sobre estas.

La metodología RCM, propone un procedimiento que permite identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos en su contexto operacional.

El equipo se reúne periódicamente (por ejemplo una o dos veces por semana) y su objetivo será responder a las siete preguntas básicas del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad:

1. Cuáles son las funciones (¿qué queremos que el equipo haga?)
2. Cual es la falla funcional (¿de qué forma se puede fallar?)
3. Cual es el modo de fallo (¿qué causa que falle?)
4. Cual es el efecto de la falla (¿qué sucede cuando falla?)
5. Cual es la consecuencia de la falla (¿qué importa si falla?)
6. ¿Qué se puede hacer para prevenir o predecir los fallos?
7. ¿Qué debo hacer si no puedo prevenir o predecir el fallo?

Si esto se hace correctamente no sólo se obtendrán programas de mantenimiento de validez técnica superior, sino que también se logra un nivel muy alto de adaptación y participación, es decir, se logra la **pertenencia** de los resultados obtenidos por parte de operadores y técnicos de mantenimiento.

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.

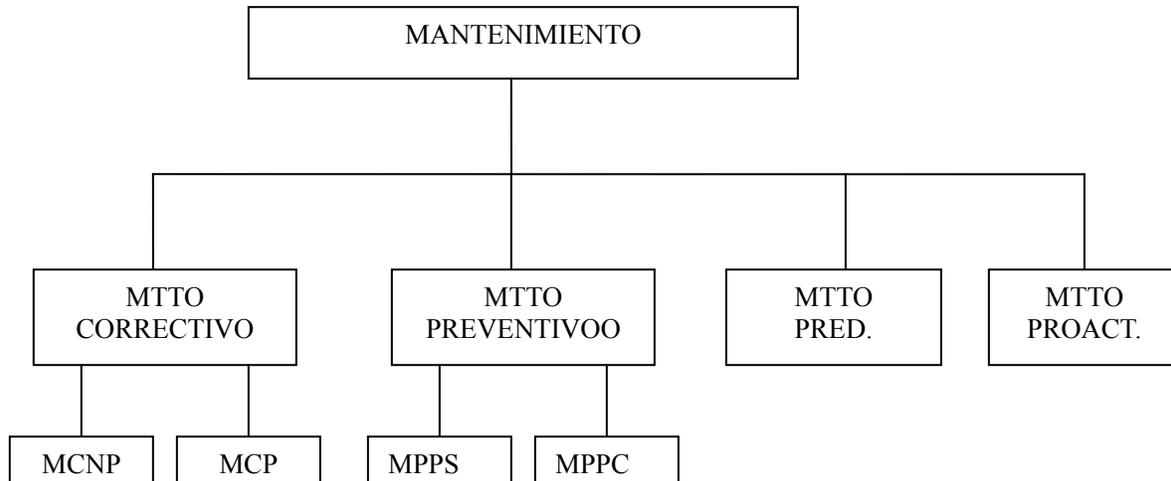


Figura 2: Árbol de decisión de falla.

1.5 Mantenimiento correctivo.

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

Características:

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

Condiciones para aplicarlo:

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

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.

1.6 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.

Características:

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

Objetivos que persigue:

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

1.7 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.

1.7.1 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 acabo 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.

1.7.2 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:

1. Recomendaciones del fabricante.
2. Tecnología y diseño del equipo.
3. Régimen de explotación.
4. Condiciones de explotación.

5. 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.

A este se le conoce como:

1.8 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:

- ✓ Medición de vibraciones.
- ✓ Medición de temperatura.
- ✓ Análisis de los aceites.
- ✓ Técnicas de ultrasonido.
- ✓ Mediciones de espesores.
- ✓ Ensayos no destructivos.

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.

1.9 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) véase la (Figura 3).

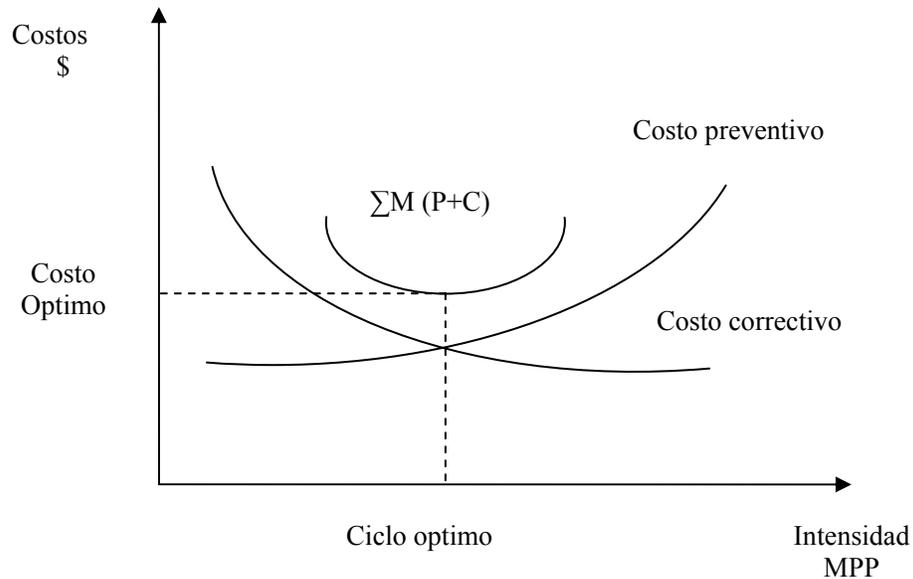


Figura 3. Relación de los costos y nivel de prevención en el mantenimiento.

Para hacer el ciclo óptimo de un equipo debe participar todo el personal de operación y mantenimiento.

De aquí que en todos los casos el TPM y los sistemas GMAC busquen, de acuerdo a la prioridad de las máquinas disminuir costos y aumentar disponibilidad.

1.10 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.

Es importante señalar, que las estrategias de mantenimiento mencionadas pueden ser

adoptadas en forma conjunta en una misma organización, a fin de dar un sistema de mantenimiento que complemente las ventajas comparativas que cada una de ellas posee, y se conoce como SAM (Sistema Alterno de Mantenimiento).

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 el 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.

La Unión Eléctrica utiliza para:

Equipos eléctricos y Mecánicos: A, B, C, D.

Equipos Automáticos: I, II, III

1.10.1 Equipos de prioridad 2 (B)

- Su parada para el mantenimiento afecta parcialmente la producción o disminuye la confiabilidad.
- La prioridad para la solución de la avería está en función de la criticidad de la maquina.
- Los recursos materiales, financieros y humanos son menores que en el caso de prioridad 1.

1.10.2 Equipos de prioridad 1 (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.
 - ✓ Generalmente en estos equipos el servicio de mantenimiento es contratado.
- Requieren del personal calificado pero no con el requerimiento de prioridad 1.

El objetivo es reducir el costo de mantenimiento sin aumentar sustancialmente la capacidad de disponibilidad.

Las acciones de mantenimiento recomendadas:

- ✓ Aplicar el MP (mantenimiento preventivo).
- ✓ Menor frecuencia de inspecciones.
- ✓ Puede incluir el diagnóstico de los cinco sentidos.
- ✓ Estado de lubricación, limpieza y pintura no tan frecuente como en los equipos de prioridad 1.

1.10.3 Equipos de prioridad 3 (C)

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.

1.10.4 Equipos de prioridad 4 (D)

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

1.10.5 Equipos de prioridad 5 (E)

Son los equipos de los sistemas de emergencia, de bombeo, protección, sistema de alumbrado de emergencia.

El objetivo es mantener la disponibilidad para entre en una situación sorpresiva.

Una herramienta que se puede utilizar para definir la clasificación de los equipos es:

| | 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 | Promedio | Bajo |
| 11 | Facilidad de adquisición | Malo | Regular | Buena |
| | Seguridad operacional | Peligroso | Influyente | Poco influyente |
| 13 | Condiciones del ambiente | Severo | Menos severo | Ambiente |

| | | | | |
|----|---------------------|---------|---------|----------------|
| | | | | normal |
| 14 | Impacto al ambiente | Impacto | Impacto | No hay impacto |
| 15 | Consumo energético | Alto | Medio | Bajo |
| | Σ (Puntos) | | | |

1.11 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 hará, cuando y como debe llevarse a cabo.
3. **Planificación del Trabajo y sistema de control:** un mecanismo para planificar y programar el trabajo, garantizar la recuperación de la información necesaria para que el esfuerzo de mantenimiento se dirija correctamente hacia el objetivo definiendo la totalidad del sistema de mantenimiento es un organismo en continua evolución, cuya organización necesitara una modificación continua con respuesta a unos requisitos cambiantes. Con 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.

1.12 Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento.

Índices Clase Mundial

Son llamados "índices clase mundial" aquellos que son utilizados según la misma expresión en todos los países.

Algunos indicadores de mantenimientos que permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes, y posibilite implementar un

plan de mantenimiento orientado a perfeccionar esta labor son:

1.12.1 Tiempo Medio Entre Fallas - Relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$\text{TMEF} = \frac{\text{NOIT. HROP}}{\sum \text{NTMC}}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

1.12.2 Tiempo Medio Para Reparación - Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$\text{TMPR} = \frac{\sum \text{HTMC}}{\text{NTMC}}$$

Este índice debe ser usado, para ítems en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

1.12.3 Tiempo Medio Para la Falla - Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$\text{TMPF} = \frac{\sum \text{HROP}}{\text{NTMC}}$$

Este índice debe ser usado para ítems que son sustituidos después de la ocurrencia de una falla

En caso de no existir gran cantidad de ítems, o en el caso que se desee obtener los Tiempos Promedios Entre Fallas de cada uno, es recomendable trabajar con periodos bastante amplios de observación (cinco años o más), para garantizar la confiabilidad de los resultados.

1.12.4 Disponibilidad de Equipos - Relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado.

$$DISP = \frac{\sum(HCAL - HTMN)}{\sum HCAL} \times 100$$

La disponibilidad de un ítem representa el porcentaje del tiempo en que quedó a disponibilidad del órgano de operación para desempeñar su actividad. El valor debe ser mayor de 90%.

1.12.5 Relación de costo de mantenimiento vs. Producción- Mide la proporción del costo de mantenimiento con relación al costo total de producción (5- 7 %).

$$\% \text{ Costo de mtto vs. Producción} = \frac{\text{Costo total de mtto}}{\text{Costo total de producción}} \times 1000$$

1.12.6 Relación de costo de mantenimiento contratado vs. Costo de mantenimiento total de mantenimiento. Mide la proporción del costo por contratación con relación al costo total de mantenimiento (20 – 30 %)

$$\% \text{ Costo de mtto contratado vs. Costo de mtto} = \frac{\text{Costo contratado}}{\text{Costo total de mtto}} \times 100$$

Horas de Producción trabajadas en mantenimiento vs. Horas totales en Producción. (2%)

Horas en trabajos preventivos vs. Horas totales de Mantenimiento. (30%)

Costo preventivo vs. Costo total. (20%)

1.13 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 según la Figura 4.

ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

AÑO AZUCARERO

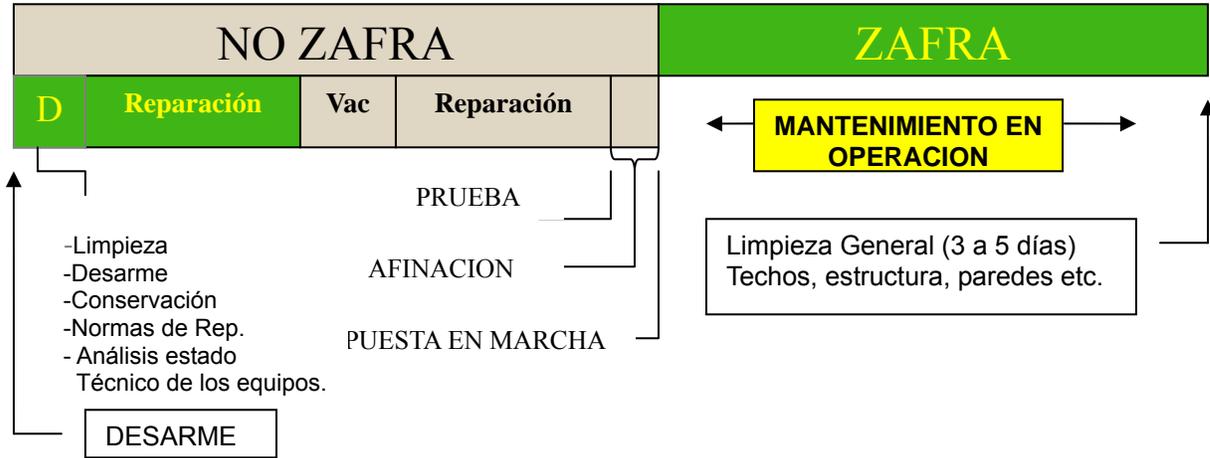


Figura 4. Estrategia de Mantenimiento para el año azucarero.

1.13.1 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, etc.

1.13.2 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, etc.

1.13.3 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.

1.13.4 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.

1.13.5 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 una 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.

1.13.6 Prueba:

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

1.13.7 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.

1.14 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:

1.14.1 _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.

1.14.2 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.

1.14.3 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.

1.14.4 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.

1.14.5 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.

1.14.6 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.

1.14.7 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.

1.14.8 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.

1.15 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.

1.15.1 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 el. 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 el 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 el 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 de acuerdo al 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

1.16 Decisiones a tomar cuando ocurre una parada

Cuando se conozca anticipadamente que va a ocurrir una parada por falta de caña, por lluvia, descarrilo, etc. La dirección, el tráfico, o a quien corresponda, lo informará al departamento de mantenimiento para poner en efecto el M.O.I. en cuanto pare el ingenio por una rotura él jefe de turno decidirá:

- a) Cuales brigadas participaran en la rotura
- b) Cuales participaran en el M.O.I. sistemático
- c) Cuales participaran en el M.O.I. coordinado (pizarra)

El tandem es el área del ingenio donde ocurre el mayor por ciento de roturas e interrupciones operativas que paralizan el proceso, además, tiene una influencia decisiva en el recobrado y en el trabajo de los hornos, por lo tanto deberá prestársele a esta área el mayor cuidado en la aplicación del M.O.I.

1.17 Pre-plan de reparaciones.

Todavía en el periodo de operación (zafra) y hasta mediados de la cada unidad debe confeccionar su Pre – Plan de Reparaciones, utilizando para eso, los modelos R-1, R-2 y R-3, donde se reflejara la necesidad de materiales, piezas de repuesto, fuerza de trabajo, etc., que permitirá hacer un ajuste acorde con el presupuesto y fuerza de trabajo asignado para ello

1.18 Trabajos fundamentales a realizar en reparaciones

Conjuntamente con el Pre Plan de Reparaciones, las unidades seleccionaran los trabajos que entiendan fundamentales en las próximas reparaciones, argumentándolas para su posterior discusión con los niveles de dirección que corresponda.

1.19 Discusión y aprobación del Pre-Plan de Reparación

A mediado del periodo de zafra se discutirían en cada unidad con todos los factores necesarios

- 1) El Pre-Plan de Reparaciones confeccionados en los modelos R-1, R-2 y R-3.
- 2) Trabajos fundamentales a realizar en reparaciones.

De esta discusión y aprobación en la empresa resultar

- 1) Solicitud de materiales, piezas y equipos necesarios para cumplir el pre-plan de reparaciones.
- 2) Solicitud de trabajo a talleres externos.

1.20 Confección de la instrucción No3 Tiempo perdido en Zafra.

Durante el transcurso de la zafra y por el laboratorio de control se ira recopilando la información de tiempo perdido según la metodología establecida y una vez terminada la zafra dentro de los 30 días siguientes se consolidara para que sirva de elemento de análisis en el reajuste del pre plan de reparaciones después del desarme.

Esta información de tiempo perdido se ira recopilando de acuerdo al codificador de tiempo perdido vigente.

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.

Entre 1830 - 1845 surge la zona histórica de Portugalete, caracterizándose por plantaciones cañeras e ingenios de pequeñas producciones de azúcar.

El 27 de Octubre de 1873 se funda el central Portugalete por Don Sotero Escarza Urioste, emigrante español que hizo fortuna en la plaza de comercio en Cienfuegos.

Durante la colonia y la neocolonial el central tuvo tres administraciones:

- 1873 - 1923: Familia Escarza.
- 1923 - 1937: Bank of Canadá.
- 1937 - 1961: Compañía Azucarera Luzárraga S.A.

La etapa del 1937 - 1961 se caracterizó por un período de profundas transformaciones, destacándose el año 1952, donde:

- Se sustituye la casa de madera por una estructura de acero y zinc, con una grúa de transportación y carrete eléctrico.
- Se introducen nuevos molinos, máquinas de moler, clarificadores, centrifugas y turbo.
- Se modifican las vías de comunicación por ferrocarril a vía ancha.
- Se repara la torre del ingenio.
- Se reconstruye el edificio, quedando la distribución espacial hasta nuestros días.

Entre 1902 - 1959 hubo altas producciones de azúcar, como la zafra de 1910 con 21 272 ton, 1925 con 18 359 ton y en 1958 con 21 799 ton.

En el año 1961 se nacionaliza el central y cambia el nombre de Portugalete por el de “Elpidio Gómez Guzmán”, líder azucarero quién fuera obrero de este central y el que desarrolló una lucha tenaz por defender a los obreros de esta industria.

De 1961 a 1963 este central tuvo bajas producciones de azúcar, un ejemplo lo tenemos en 1962 cuando solamente produjo 16 813.9 ton.

A partir del año 1963 se comienzan a estabilizar las producciones azucareras, en la zafra del 62 - 63 se molió con irregularidad debido a la falta de abastecimientos, necesidad de fuerza de trabajo, dificultades con la maquinaria, sobre todo en el área del basculador y en la segunda máquina de moler por malas condiciones de su base.

En 1963 comienza como administrador del central el compañero Pablo Arechavaleta Farrés, ejemplo de consagración al sector azucarero, maestro de las jóvenes generaciones.

Los avances de “Elpidio Gómez”, comienzan a reflejarse a partir de la zafra 64 - 65, donde se molieron 19 577.1 @ de caña, para una producción de 28 796 ton. En ciento diecinueve días de zafra, el recobrado se comportó al 83.20 y el rendimiento B -96 al 12.79.

Para la cuarta zafra del pueblo se realizaron inversiones tales como la instalación de una caldera para solucionar la baja presión existente, construcción de una nueva chimenea, instalación de un trasbordador en el batey.

Con vistas a la zafra del 70 se realizaron un gran número de inversiones en todas las áreas:

- Planta de moler: Se instaló un molino y una máquina de moler.
- Generación de Vapor: Se reconstruyeron las calderas.
- Clarificación del jugo: Se instalaron nuevas estaciones de calentadores (Honolulu).
- Evaporadores: Se instalaron nuevos.
- Cristalización: Se instaló un nuevo tacho.
- Manipulación de Azúcar: Se eliminó el sistema de envase en saco, adecuándose el sistema para azúcar a granel.

Toda esta inversión unida al esfuerzo de los trabajadores llevó a que el central produjera 50 056 ton. De azúcar, con un consumo de petróleo al 69.27% de lo previsto, representando un ahorro de 101 741 GAL. Hasta la fecha constituye la mayor producción de azúcar desde su fundación.

En 1983 surge el Complejo Agroindustrial “Elpidio Gómez Guzmán”, con Rodolfo Benavides como director y Pablo Arechavaleta como administrador.

En 1998 - 1999 el central no muele, motivado por insuficiencia de caña, en la industria se aprovecha esta cobertura para realizar la compactación del proceso, montar una nueva caldera (Evelma) con capacidad de 20 ton de vapor por hora y se realizan trabajos de reparación y conservación del central incluyendo desde la maquinaria industrial hasta la edificación.

En el año 2002 por estrategia de gobierno pasa a ser Empresa Azucarera "Elpidio Gómez Guzmán", con una nueva estructura la cual se encuentra dentro del proceso de cambios realizados en el sector, proceso que es conocido como "Tarea Álvaro Reinoso". Pero la situación económica desfavorable dentro del MINAZ lleva al cierre temporal del central desde el 1ro de mayo del 2004 hasta terminar el año 2006. Durante este período el Ministerio de Finanzas y Precios emite un subsidio anual por concepto de fábrica paralizada, específicamente en este último año su monto fue de \$ 2.559.402 siendo emitido a través de un análisis de los gastos incurridos en la actividad industrial, mostrándose estos en los estados financieros, para de esta manera subsanar las operaciones de la entidad.

La plantilla de la empresa está conformada por 481 trabajadores, de los cuales 327 son obreros, 53 de servicios, 70 técnicos, 4 administrativos y 27 dirigentes. El 77.96 % de la fuerza laboral es de sexo masculino y solo un 22.04 % es de sexo femenino y presentan 61 empleados con menos de 30 años de edad, lo que evidencia un fuerte envejecimiento en la fuerza laboral, resaltando además que 38 de ellos son obreros, 16 técnicos, 5 de servicios y 2 dirigentes.

- ✓ Se insertaron en el nuevo programa de superación un total de 116 trabajadores, de los cuales 59 pertenecen al área fabricación de azúcar, representando el 50.86 % del total de trabajadores matriculados.

La dirección del MINAZ emite la Resolución No. 222/2006, dada en la Habana el 30 de julio del 2006 y firmada por Ulises Rosales del Toro, a través de la cual se plantea la reorganización de la Dirección Empresarial y con ella la reapertura del central Elpidio Gómez en el año 2007, proceso que le permitirá buscar la eficiencia requerida en la producciones de caña, azúcar y sus derivados y el aseguramiento de la nueva misión de producir alimentos para la población (diversificación), contando con un personal comprometido con su trabajo, responsable y asumiendo todas las tareas e indicaciones emitidas.

Esta industria actualmente cuenta con una capacidad potencial de molida de 2880 ton./día en 3 turnos de 8 horas cada uno, con un bloque energético de 85 toneladas de vapor/hora a 18Kg./cm² y 310°C en vinculación con una planta eléctrica de 3 MW que cubre las necesidades

industriales y permite la entrega al Servicio Eléctrico Nacional (SEN) de más de 1.8 KW por tonelada de caña molida.

Posee un tandem parcialmente electrificado y una casa de calderas en la que se han introducido novedosas técnicas para la compactación del proceso, cristalización, clarificación y centrifugación con el objetivo de incrementar la calidad del azúcar. Se producen alrededor de 287 ton. /día de azúcar.

Aproximadamente el 88 % de la caña molida proviene del corte mecanizado, las variedades de caña predominantes son: C 86-12, C 86-156, provenientes de 2 centros de acopio, de Cambodia y San Francisco.

Para contribuir a dar de manera definitiva un salto cualitativo y cuantitativo en este renglón de la economía del país y que lleve implícito lo reglamentado en las resoluciones del Ministerio de Economía y Planificación (MEP), por consiguiente la Resolución No.2496 del 15 de Septiembre del 2005 donde es modificado el objeto empresarial de las empresas azucareras integradas al Grupo Empresarial Agroindustrial de Cienfuegos, subordinado al Ministerio.

2.2 Caracterización Actual de la Empresa.

La Empresa azucarera Elpidio Gómez Guzmán se encuentra ubicada en el batey del mismo nombre en el kilómetro 6 carretera ciego montero, municipio de Palmira, provincia Cienfuegos. Esta empresa presenta la estructura siguiente.

- 6 Unidades Básicas Producción Cañera (UBPC)
- 4 Cooperativas de Producción Agropecuarias(CPA)
- 1 Unidad Básica Industrial
- 1 Unidad de Servicios Técnicos
- 1 Unidad de Servicios Generales
- 1 Unidad de Autoconsumo
- 2 Cooperativas de Créditos y Servicios(CCS)

2.2.1 Unidades Básicas Producción Cañeras (UBPC) y Cooperativas

EMPRESA AZUCARERA ELPIDIO GOMEZ

| UBPC | CPA | CCS |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Peseta• Tres Picos• San Francisco• Vista Alegre | <ul style="list-style-type: none">• Manuel S. Leiva• 17 de Mayo• Raúl Díaz | <ul style="list-style-type: none">• Ernesto Guevara |
| <ul style="list-style-type: none">• Josefa• Ciro Águila | <ul style="list-style-type: none">• 8 de Octubre | <p>Banco de Semillas</p> <ul style="list-style-type: none">• Banco de Semillas certificado |

2.2.2 Producción Agropecuarias (CPA).

Son las unidades ubicadas en diferentes zonas aledañas a la Empresa con el objetivo de la producción de caña y la producción agropecuaria

2.2.3 Unidad Básica Industrial.

Es la unidad responsable de la producción de azúcar crudo y sus derivados (Bagazo, Cachaza, Mieles y electricidad)

Posee una norma potencial de molida diaria de 2 875 t/día (250 000 @/día), en el área de Basculador y Tándem hay instalado un Juego de Cuchilla de Picar Caña y 5 Molinos; cada uno de estos eran movidos por motores eléctricos y turbinas de vapor, con la siguiente distribución.

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------|---------|
| 1. Cuchilla de picar caña 1 | motor eléctrico 400kw | 600 rpm |
| 2. Molino 1 y 2 | turbina Skoda 1500 hp | 900 rpm |
| 3. Molino 3 y 4 | turbina Skoda 1150 hp | 900 rpm |
| 4. Molino 5 | motor eléctrico 320 Kw. | 600 rpm |

El área de Generación de Vapor posee cuatro Calderas EVELMA, tres de 20 t/h y una de 22 t/h de capacidad, las que tributan vapor a una presión de 18 Kg./cm² (250 Puig) a 310 °C de temperatura a la línea de vapor directo a las turbinas del Tándem y de la Planta Eléctrica, donde se encuentran instalado dos Turbogeneradores de 1500 Kw. de potencia a 480 volts, entregando el vapor a la línea de escape de 1,05 Kg./cm² (15 psig).

Existen dos Válvulas Reductoras de Vapor: una de 250 psig a 15 psig y la otra de 15 psig a 5 psig, para el completamiento de las demandas de vapor de los diferentes consumidores.

En el área de Calentamiento de Jugo hay instalado 6 Calentadores Webre de 43 tubos por pases, existen 13 taponados por pases por lo que realmente son 30 tubos por pases, con tubos de 32 X 1,5 X 4 900 mm, el calentamiento se realiza de la siguiente forma:

- Primer calentamiento se realiza en un calentador líquido a líquido.
- Calentamiento primario con vapor de la extracción del primer vaso del Cuádruple Efecto.
- Calentamiento rectificador con vapor de la extracción del Pre-evaporador.
- Calentamiento de Jugo Claro.

El área de evaporación tiene instalado dos Pre-evaporadores con una superficie calórica cada uno de 10 800 pcsc (1 003 m²), que se alimentan de vapor de escape de la línea de 15 psig y envían su evaporación a la línea de 5 psig de donde se alimentan la etapa de rectificación de

calentamiento del jugo y los Tachos (existen 6). El Cuádruple Efecto posee una superficie calórica total de 29 000 pcsc (2 694 m²), que trabaja con vapor de escape y posee extracción del primer vaso a la etapa de calentamiento primario del jugo mezclado.

El área de cristalización está compuesta por 6 tachos, distribuidos de la siguiente forma.

Tacho 1 – 14 pié de diám. Para MCA.

Tacho 2 – 12 pié de diám. Para mejorar semilla y preparar pié de templa

Tacho 3 – 12 pié de diám. Para MCA.

Tacho 4 – 10 pié de diám. Para cristalizar.

Tacho 5 – 12 pié de diám. Para MCC.

Tacho 6 – 12 pié de diám. Para MCB.

Por 4 cristalizadores para MCA, 2 para MCB, 2 recibidores de MCC y 2 rápidos.

El área de centrifugas está compuesta por 6 centrifugas ACW 1000 A de ellas 4 para MCC y 2 para MCB y 4 centrifugas ASEA para MCA.

Nuestros productos finales son los siguientes:

- El azúcar crudo que es enviada a dos tolvas y de ellas es embarcado por camiones hasta la Terminal de azúcar a grane.
- La miel final que se utiliza como alimento animal y para la obtención de alcoholes finos el ALFISA.
- La electricidad que se cojenara al sistema electro energético nacional

2.2.4 Unidad de Servicios Técnicos:

Unidad encargada de asegurar el trabajo de preparación de tierras, la Sanidad vegetal, el mantenimiento agrícola y su supervisión

2.2.5 Unidad de Servicios Generales:

Prestan servicios

2.2.6 Unidad de Autoconsumo:

Dedicada a la producción de hortalizas, vegetales con destino a la alimentación de los trabajadores, su familia y la población en general

2.3 El **objeto social** de la empresa es la producción cañera para la fabricación de azúcar crudo y sus derivados, así como la producción agropecuaria.

2.4 En la Planeación estratégica del 2007 se definió la **misión** de la Empresa Azucarera “Elpidio Gómez” para garantizar la recuperación cañera y no cañera, la producción y comercialización de azúcares y derivados en el territorio cienfueguero, así como en Cuba. Suministrando a sus clientes una producción de azúcar en la cantidad, calidad y momentos demandados obteniendo altos rendimientos industriales y agrícolas, satisfaciendo las exigencias del mercado, contando con un personal de basta experiencia en el sector, seguridad, alto grado de pertenencia, ética y comprometimiento con la dirección de la empresa y el país, sin ocasionar daños al Medio Ambiente y elevando el conocimiento de sus trabajadores

2.5 La empresa presenta como **visión** la diversificación, tanto agrícola como industrial, (producción de derivados y productos agropecuarios) constituye uno de los rasgos principales que caracterizan a la empresa.

El programa de Perfeccionamiento Empresarial alcanza a toda la empresa y es la razón principal de los buenos niveles de productividad y eficiencia en la producción y los servicios.

La disponibilidad de caña de azúcar, aumentando el efecto de las nuevas plantaciones de los últimos años.

Una mayor y oportuna disponibilidad de insumos y una adecuada atención cultural a las plantaciones.

La consolidación del programa de producción de semillas y recuperación del programa de riego y drenaje

La organización de las unidades de producción agrícola continúa fortaleciéndose, en lo cual han influido las facilidades crediticias y una mayor disponibilidad de técnicos.

El Estado técnico, la introducción de la automatización y un eficaz sistema de mantenimiento, se traduce en una operación industrial, que permite calificar de eficiente a la empresa.

El total de los aportes de excedentes de energía eléctrica se iguala o supera los insumos

totales, logrando el autoabastecimiento eléctrico.

La producción de cultivos varios se lleva a cabo con niveles aceptables de productividad y se encuentran en pleno proceso de crecimiento.

2.6 Valores prácticos o de control:

- **Experiencia:** Están provistos del conocimiento necesario para enfrentar cualquier tarea. La experiencia, capacidad, competencia y profesionalidad está avalada por los resultados obtenidos.
- **Eficiencia:** La empresa esta obligada a disminuir los costos, a la búsqueda de mayor productividad y rentabilidad en la empresa. **Valor Deseado**
- **Calidad:** Por los resultados que presentan es necesario atender a los clientes con la calidad que merecen. **Valor Deseado**

2.7 Valores de desarrollo

- **Modernización:** La empresa va camino de la modernización, tanto tecnológica como de los estilos de dirección.

Todos estos valores tienen congruencia con la misión, siendo un medio o instrumento para la dirección de la empresa, constituyendo, su parte visible, a las conductas a seguir en cuanto a la repercusión de tiempo, dinero y entusiasmo en todas las acciones para ir al fondo del problema que se presenta y que ayuda a revisar periódicamente el sistema de valores que se realiza por subsistemas.

2.8 Diagnóstico Estratégico

Se elabora después de los lineamientos planteados por la máxima dirección del país y al calor de los nuevos precios del azúcar en el mercado mundial.

2.9 Análisis Estratégico

2.9.1 Análisis Interno.

2.9.1.1 Fortalezas

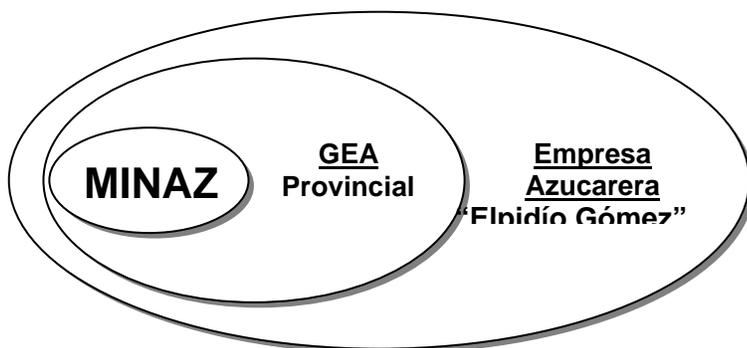
1. La empresa cuenta con un excelente Capital Humano con posibilidades de incrementar la cultura integral y los niveles educativos en el programa de capacitación de trabajadores.
2. La empresa dispone de un fondo de tierra que no está en explotación, que se utilizará para la producción cañera.
3. Existencia de un mercado nacional insatisfecho con precios preferenciales que propicia a la comercialización de los productos para satisfacer la demanda.

2.9.1.2 Debilidades

1. Insuficiente producción de caña por bajo rendimiento agrícola, lo que genera falta de disponibilidad de materia prima para la obtención del azúcar crudo.
2. Inadecuada aplicación de los procedimientos y normativas de la Empresa.
3. Escaso desarrollo de la biotecnología que aumenta la agresión del medio ambiente

2.10 Integración de la Empresa en el sistema Nacional.

Esta empresa se integra en la economía nacional y es dirigida por el GEA (Grupo Empresarial Azucarero), el cual es dirigido y representado por la Dirección Nacional del Ministerio del Azúcar (MINAZ).



Integración y relación de la Empresa Azucarera en el Sistema Nacional.

2.11 Situación del equipamiento en la fábrica de azúcar.

La fabrica de azúcar esta compuesta por cinco áreas fundamentales: Comenzando el proceso por el área de manipulación de caña. Esta área esta compuesta por dos basculantes (uno para camiones y otro para los carros de ferrocarril), estos se encuentran en buen estado técnico, dos esteras (una alimentadora y otra elevadora),

Donde la elevadora se produce algún tiempo perdido por resbalamiento de la caña debido a su inclinación. Un sistema hidráulico, un rompe bultos, un nivelador y una cuchilla de picar caña.

En el área del tandem se encuentran instalados cinco molinos, de los cuales cuatro están movidos por turbinas de vapor y uno por un motor eléctrico.

Las turbinas que movían los cuatro molinos primeros tenían un alto deterioro en los bloques de regulación y sellare de vapor en los puntos de apoyo así como altos consumo de aceite de lubricación, por diferentes salideros ocasionados por la cantidad de tiempo de explotación todas estas afectaciones provocaban una inestabilidad en su funcionamiento la cual motivaba un alto tiempo perdido por las paradas que se producían en estas maquinas.

Los reductores que se instalan a la salida de estas turbinas los cuales eran los encargados de reducir la velocidad de 900 rpm a 30 rpm se encuentran en buen estado técnico.

El tren de engrane que existía entre el reductor y el molino el cual era el encargado de reducir la velocidad de las 30 rpm a 5.7 rpm se encontraban en muy mal estado donde se encontraban dientes partidos en piñones y catalinas, estas ultimas con rallos partidos y soldados, mucho desgaste en los dientes de los engranes, desajuste en los collarines de los ejes, excentricidad en los alojamientos de los engranes, etc.

El área de Generación de Vapor compuesta por cuatro calderas EVELMA, las que se encuentran en buen estado técnico, un sistema de conductores de bagazo y un sistema de agua de alimentar calderas (considerado en buen estado).

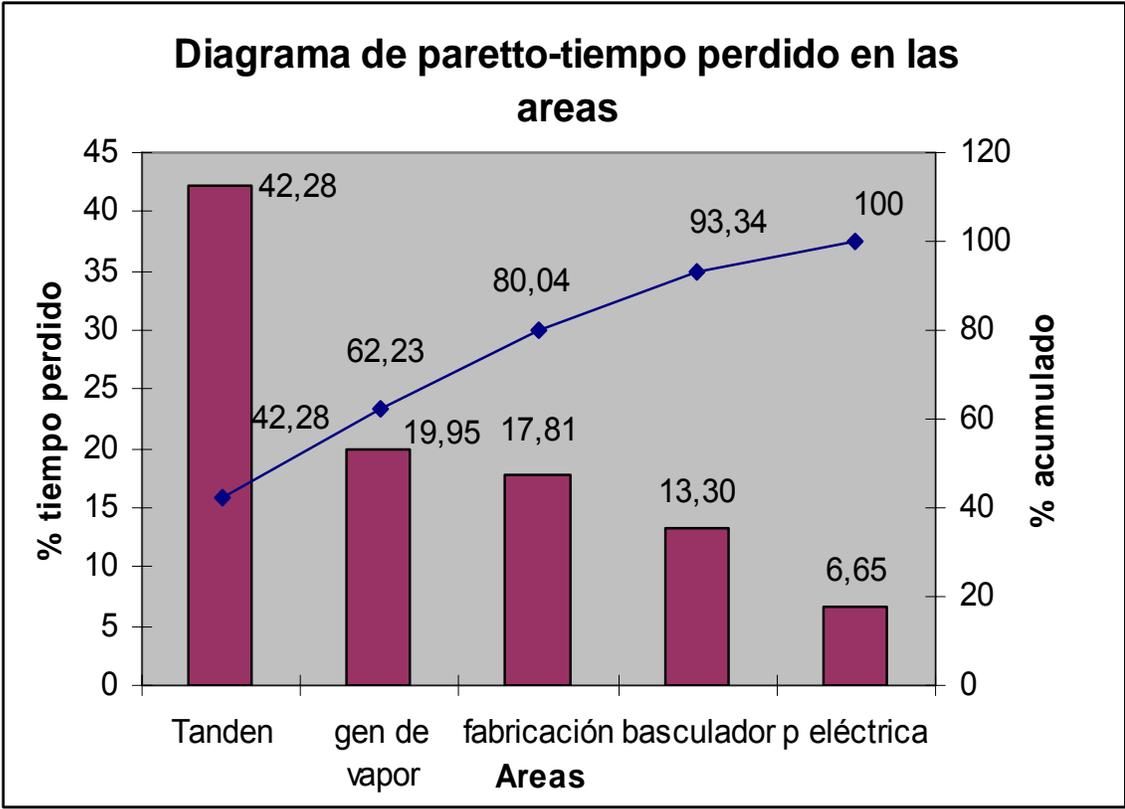
El área de Planta Eléctrica compuesta por dos turbogeneradores y un sistema de distribución eléctrica considerado en buen estado, de insuficiente capacidad de generación para el consumo del ingenio.

El área de fabricación o casa de calderas compuesta fundamentalmente por el equipamiento tecnológico, varios sistemas de bombeo y por sistemas de separación de mieles (centrifugas) Este equipamiento no es de los que más incidencias tienen en el tiempo perdido ya que todos los sistemas tienen más de un equipo y más de una opción de trabajo.

El Laboratorio, equipado con algunos equipos propios de su labor los cuales no tienen incidencia directa en el proceso fabril por lo que no inciden en el tiempo perdido industrial.

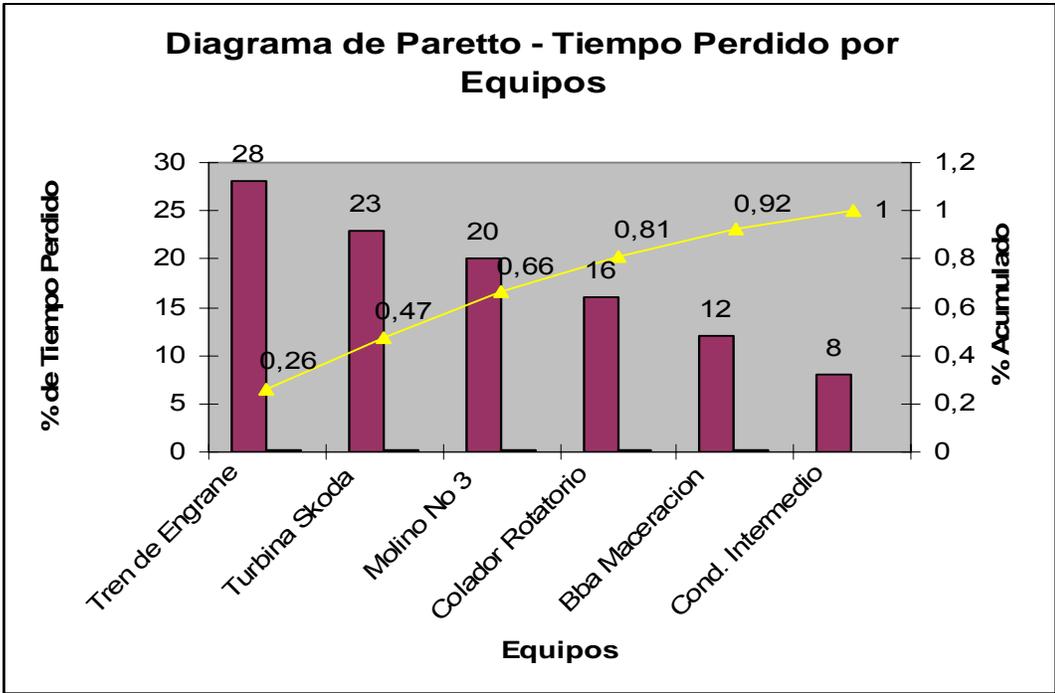
Todas estas causas provocaban un alto tiempo perdido por las roturas que incidían en el desempeño de la producción

2.12A continuación se realiza la localización del problema principal basados en los datos de la norma técnica No 37 de las últimas zafras.



Según el gráfico anterior hecho a partir de los datos de la norma técnica No 37 se puede observar que el área de mayor incidencia en el tiempo perdido es el área del tandem.

2.13A continuación graficaremos los equipos que mayor incidencia tuvieron sobre el tiempo perdido en esta área.



Como se observa en el gráfico anterior los equipos primarios motrices de los molinos (Tren de Engrane y Turbinas Skodas) son los de mayor afectación en esta área.

Por lo que nos vemos en la necesidad de proponer un cambio, en estos equipos para lo cual solicitaríamos un estudio del área, para saber las características de los nuevos equipos que se instalarían.

2.14 Situación del equipamiento en el área del Tandem.

Las turbinas que mueven los cuatro molinos primeros tienen un alto deterioro en los bloques de regulación y sellare de vapor en los puntos de apoyo así como altos consumo de aceite de lubricación, por diferentes salideros ocasionados por la cantidad de tiempo de explotación todas estas afectaciones provocaban una inestabilidad en su funcionamiento la cual motiva un alto

tiempo perdido por las paradas que se producen en estas maquinas.

Los reductores que se instalan a la salida de estas turbinas los cuales son los encargados de reducir la velocidad de 900 rpm a 30 rpm se encuentran en buen estado técnico.

El tren de engrane que existe entre el reductor y el molino el cual era el encargado de reducir la velocidad de las 30 rpm a 5.7 rpm se encuentran en muy mal estado donde se encontraban dientes partidos, catalinas con rallos partidos y soldados, mucho desgaste en los dientes de los engranes, desajuste en los collarines de los ejes, excentricidad en los alojamientos de los engranes, etc.

Todas estas causas provocaban un alto tiempo perdido por las roturas que incidían en el desempeño de la producción. Por lo que se hizo indispensable la inversión que se acomete en esta área, ver anexo 1(norma técnica 37 de la ultima zafra) sobre tiempo perdido.

2.15 Estudio Técnico Integral de la Fábrica.

El presente documento constituye un diagnostico técnico de la fábrica donde se analiza la problemática actual de la misma presentando atención a los balances de energía y capacidad con el objetivo de:

- Cogenerar la mayor cantidad de energía eléctrica posible.
- Obtener junto al punto anterior un correcto balance de combustible.
- Romper los cuellos de botellas que pudieran existir para una capacidad nominal de 2840 T.C.D (250 000 @ (d) y 3409 T.C.D (300 000 @ d) en una primera y segunda etapa.
- Sustituir equipos existentes de vapor por motores eléctricos para reducir el costo de producción y mejorar el balance energético

Para lo cual se harán las propuestas técnicas y las recomendaciones necesarias, con un presupuesto aproximado de las mismas y su correspondiente valoración económica.

2.16 Análisis de la Situación Actual.

2.16.1 Preparación de la Molienda de caña.

- Consumo de vapor y energía de la instalación actual.
- Capacidad potencial de molienda: 2875 T/D (~ 250 000 @ d)

Juego de Cuchilla Único

Índice de consumo de potencia: 130 H.P/ 10 000 @ d.

Molienda: 250 000 @ d.

Potencia consumida $\frac{250\ 000}{100\ 000} \times 130 = 325$ H.P (242 Kw)

Existe instalado un motor de 400 Kw. el cual tiene una capacidad holgada para la molienda actual.

2.16.2 Primer Molino

- Faltón inclinado de 6'-6" de largo de maza
- . Diámetro exterior de la maza: ~ Ø 40".
- Rayado: 3" 50°.
- Diámetro medio: ~ 37 ".
- Collarines Ø 18" x 24".
- Velocidad angular de la maza superior: 2.96 RPM (Turbina a 4500 RPM).
- Velocidad lineal de la maza superior:

$$V = \pi \cdot D \cdot \frac{n}{12} \quad V = \pi \cdot 37 \cdot 2.96 = 28.67 \text{ P.P.M.}$$

- Presión hidráulica asumida: 80 TPM $P = 80 \cdot 6,5 = 520$ T.
- Consumo de potencia:

$$\text{IHP} = K \cdot \frac{V}{71.888} \cdot P = 1.5 \cdot \frac{28.67 \cdot 520}{71.888} =$$

$$= 1.5 \cdot \frac{59.78 \cdot 311.38}{71.888} = 388 \text{ H.P (289 Kw.)}$$

2.16.3 Segundo Molino:

Faltón inclinado de 6'-6" de largo de maza.

- Diámetro exterior de la maza: ~ Ø 39".

- Rayado: 11/2" 50°.
- Diámetro medio: ~ 37 1/2".
- Collarines Ø 18" x 24".
- Velocidad angular de la maza superior: 3,21 RPM.
- Velocidad lineal de la maza superior:

$$V = \pi \cdot D \cdot n \quad V = \pi \cdot \frac{37.5}{12} \cdot 3.21 = 31.51 \text{ P.P.M}$$

- Presión hidráulica asumida: 70 TPM $P = 70 \cdot 6,5 = 455 \text{ T.}$
- Consumo de potencia:

$$\text{IHP} = \frac{K \cdot V}{71.888} \quad P = 1.0 \quad \frac{31.51 \cdot 455}{71.888}$$

$$\frac{=67.08 \cdot 275.4}{71.888} = 257 \text{ H.P (192 Kw.)}$$

2.16.4 Consumo de potencia de ambos molinos movidos por una sola máquina:

$$(388 \text{ H.P} + 257 \text{ H.P}) \cdot 0.95 = 612 \text{ H.P (457.1 Kw)}$$

Ambos molinos están movidos por una turbina de vapor "skoda" de 1150 H.P con una presión nominal de vapor de 250 psig.

Asumidos a la entrada de la máquina: 230 psig y 300 °C

Con una entalpía de: H1 1317 BTU/lb (Vapor directo)

Vapor de escape, presión 18 psig, 165°C. Entalpía H2 = 1165.1 BTU/lb (Vapor de Escape)

$$\Delta H = H1 - H2 = 1317/\text{lb} - 1165.1 \text{ BTU/lb} = 151.9 \text{ BTU/lb}$$

$$\eta = \frac{2545}{CE \cdot \Delta H} \quad CE = \frac{2545}{\eta \cdot \Delta H} \quad \eta = 0.58 \quad \Delta H = 151.9 \text{ BTU/lb}$$

$$CE = \frac{2545}{0.58 \cdot 151.9} = \frac{2545}{88.1} = 28.8 \text{ lbs/h-H.p}$$

2.16.5 Consumo de Vapor de la Turbina que mueve los Molino 1 y 2:

$$Q_t = (C.E) \cdot H.P = \frac{28.8 \text{ lbs}}{H - H.P} \cdot 612 \text{ H.P} = 17625 \text{ lbs/h}$$

Escape disponible: $17625 \text{ lbs/h} \cdot 0.98 = 17273 \text{ lbs/h}$

2.16.6 Tercer Molino:

- Faltón Inclinado de 6' -6" de largo de mazas.
- Diámetro exterior de las mazas: Ø 39"
- Rayado: 1 ½" x 50°
- Diámetro medio: - 37 ½"
- Collarines Ø 18" x 24"
- Velocidad angular de la maza superior: 3.884 RPM
- Velocidad lineal de la maza superior:

$$V = \pi \cdot D \cdot n \quad V = \pi \cdot \frac{37.5}{12} \cdot 3.884 = 38.13 \text{ P.P.M}$$

- Presión hidráulica asumida: $70 \text{ T.P.M} \cdot 70 \cdot 6.5 = 455 \text{ T}$
- Consumo de Potencia

$$IHP = K \cdot \frac{V^{1.219} \cdot P^{0.918}}{71.888} = 1.0 \cdot \frac{38.13^{1.219} \cdot 455^{0.918}}{71.888}$$

$$IHP = \frac{84.63 \cdot 275.45}{71.888} = \frac{23311}{71.888} = 324 \text{ H.P (242 Kw)}$$

2.16.7 Cuarto Molino:

- Fulton inclinado de 6' – 6" de largo de mazas.
- Diámetro exterior: Ø 39 3/8"
- Rayado: 1 1/2" x 50°
- Collarines Ø 18" x 24"
- Velocidad angular de la maza superior: 4.39 RPM
- Velocidad lineal de la maza superior:

$$V = \pi \cdot D \cdot n \quad V = \pi \cdot \frac{37.85}{12} \cdot 4.39 = 43.50 \text{ P.P.M}$$

- Presión hidráulica asumida: 70 T.P.M = 455 T
- Consumo de Potencia:

$$\text{IHP} = K \cdot \frac{V}{71.888} \cdot 1.219 \cdot P \cdot 0.918 = 1 \cdot \frac{43.50}{71.888} \cdot 1.219 \cdot 455 \cdot 0.918 = \frac{99.38 \cdot 275.4}{71.888}$$

$$\text{IHP} = 38. \text{ H.P (284 Kw)}$$

2.16.8 Consumo de Potencia de ambos Molinos movidos por una sola máquina:

$$(324 \text{ H.P} + 380 \text{ H.P}) \cdot 0.95 = 668.8 \text{ H.P (499 Kw)}$$

-Consumo de Vapor de la Turbina:

$$Q_t = (\text{C.E.}) \cdot \text{H.P} = 28.8 \text{ lbs/h} - \text{H.P. } 668.8 = \underline{19261 \text{ H.P}}$$

$$\text{Escape disponible: } 19261 \text{ lbs/h} \cdot 0.98 = 18876 \text{ lbs/h}$$

2.16.9 Quinto Molino

- Fulton inclinado de 6' – 6" de largo de mazas.
- Diámetro exterior: Ø 40 ¼"
- Rayado: 1 ½" x 50°
- Diámetro medio: Ø 38.75"
- Collarines Ø 18" x 24"
- Velocidad angular de la masa superior: 4.15 RPM
- Velocidad lineal de la masa superior:

$$V = \pi \cdot D \cdot n \quad V = \pi \cdot \frac{38.75}{12} \cdot 4.15 = 42.1 \text{ P.P.M}$$

- Presión hidráulica asumida: 80 T.P.M 80. 6.5= 520 T
- Consumo Potencia:

$$\text{IHP} = K \cdot \frac{V \cdot 1.219 \cdot P \cdot 0.918}{71.888} = 1 \cdot \frac{42.1 \cdot 1.219 \cdot 520 \cdot 0.918}{71.888} = \frac{95.4 \cdot 311.38}{71.888}$$

$$\text{IHP} = 413 \text{ H.P (308 Kw.)}$$

2.16.10 Factor grueso de colchón.

$$\text{FGC} = \frac{\text{@ fibra/h}}{\text{P. PPM}} \quad \text{@ fibra/h } 10416 \cdot \frac{15.5}{100} = \frac{1614 \text{ @ fibra/h}}{100}$$

Fibra % caña- 15.5%

Razón de molida: 10416 @h

P= 6.5

$$\text{PPM} = \frac{\sum \text{PPM}}{5} = \frac{28.67 + 31.51 + 38.13 + 43.50 + 42.1}{5}$$

$$\text{FGC} = \frac{1614}{36.78 \cdot 6.5}$$

$$\text{FGC} = \frac{1614}{239.07} = 6.75 \quad \text{PPM} = 36.78$$

El factor de colchón es relativamente bajo, este tandem podría admitir entre 9 y 10 de factor grueso de colchón y disminuir con ello el consumo de potencia reduciendo la velocidad de los molinos

2.16.11 Situación de la Planta Eléctrica.

Esta compuesta por dos turbogeneradores Alemanes de 1500Kw a 480 Vol. que son los encargados de generar la electricidad que se consume en la fabrica y cogenerar el excedente; estos se encuentran en muy buen estado técnico pero su capacidad es insuficiente.

2.16.11.1 Características operativas

- Carga máxima promedio: ~ 2200 Kw.
- Electricidad a vender: ~ 800 Kw. (Potencialmente).
- Carga total: ~ 3000 Kw. (Capacidad instalada).
- Consumo de vapor :

Vapor directo a la entrada de la maquina: 230 psig, 300°C.

Entalpía: 1317 BTU/lb.

Vapor de escape a la salida de la maquina: 18 psig.

Entalpía 1165.6 BTU/lb.

Eficiencia total: ~ 62 %.

$$\Delta H = 1317 - 1165.1 = 151.9 \text{ BTU/lbs}$$

$$CE = \frac{2545}{n \cdot (\Delta H)}$$

$$CE = \frac{2545}{0.62 \cdot 151.9} = \frac{2545}{94.178} = 27 \text{ lbs/h-H.P} = 36.2 \text{ lbs/h - Kw}$$

3000 Kw. 36.2 lbs/h - Kw = 108600 lbs/h (49.36 t/h).

2.17 Consumo de vapor de los motores primarios

| Equipo | Potencia Desarrollada | Consumo de Vapor Directo | Vapor de Escape Entregado |
|---|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| Turbina Skoda Molinos 1 y 2 | 612 HP (457 Kw) | 17625 lbs/h (8.01 t/h) | 17273 lbs/h (7.85 t/h) |
| Turbina Skoda Molinos 3 y 4 | 668 HP (499 Kw) | 19261 lbs/h (8.75 t/h) | 188 76 lbs/h (8.58 t/h) |
| Potencia y consumo Efectivo de las Turbinas | 1216 HP (907 Kw.) | 35045 lbs/h (15.9 t/h) | 34340 lbs/h (15.6 t/h) |
| Dos Turbo generadores EKE de 1500 Kw. c/u | 4020 HP(3000Kw) | 108 600 lbs/h (49.36 t/h) | 106 428 lbs/h (48.37 t/h) |

Conclusiones parciales.

Como se pudo demostrar en este capítulo el área que mayor dificultad presenta dentro de la fábrica es el área del tandem, donde los principales equipos que provocan afectaciones al proceso productivo son: Los Trenes de Engrane de los primeros cuatro molinos y las Turbinas Skoda que mueven a dichos equipos.

Capitulo III

3.1 Introducción

Como se pudo observar en el capítulo anterior el área de mayor tiempo perdido por rotura fue el área del Tandem, demostrándose que los equipos que mayor incidencia tuvieron en este sentido, fueron los equipos primarios del movimiento de los molinos, es decir Turbinas y el Tren de Engrane que mueven los primeros cuatro molinos.

A partir de este análisis se llega a la conclusión de que este equipamiento debe ser sustituido. Ya que presenta un alto nivel de deterioro y no tenemos condiciones para aplicar algún tipo de mantenimiento con el que pueda recuperarse dicho equipamiento. Por lo cual se toma la decisión de hacer un estudio de factibilidad para ver que es lo más oportuno a montar y cuales son sus características.

Para este estudio se contrato a la Empresa de Ingeniería y Proyectos Azucareros (empresa dedicada a hacer estos estudios) a la cual se le pidió la propuesta de la mejor solución y su proyección.

3.2 Propuestas.

3.2.1 Análisis de la Electrificación de los Molinos reduciendo Velocidad y Consumo de Potencia de los Mismos.

Una alternativa para reducir el consumo de potencia en el tandem de molinos la cual se muestra con más detalle en el capítulo dedicado a esta área y será la siguiente:

- Sustituir el juego de cuchillas por un “SWING-BACK” lo cual mejoraría la preparación de forma apreciable con un discreto aumento del consumo de potencia de unos 75 Kw. aproximadamente.
- Sustituir la transmisión de alta de los molinos N° 1 y N° 2 por un piñones de 25 dientes y una catalina de 130 dientes moviéndose estos molinos por un motores de 400 y 320 Kw. a 600 R.P.M. respectivamente.

- Instalar motores de 250 Kw. a 600 R.P.M. en el movimiento de los molinos N° 3 y N° 4.
- Cambiar el motor de 320 Kw. a 720 R.P.M. por uno de 320 Kw. a 600 R.P.M. y 6300 V en el molino No 5.
- Instalar y/o operar con bancos de resistencia en todos los motores que mueven los molinos para poder variar su velocidad con esta alternativa el consumo en preparación y molienda se reduce de aproximadamente de 1042 Kw. de la variante anterior a aproximadamente 827 Kw., ahorrándose con ello 215 Kw. lo que aproximadamente equivale a retirar un molino.

3.2.1. Factor grueso de colchón para las nuevas condiciones:

$$F = \frac{@ \text{ fibra/h}}{P \times \text{PPM}}$$

$$@ \text{ fibra/h} = 1614$$

$$\Sigma \text{ PPM} = \frac{29,6}{5} \text{ ppm}$$

$$F = \frac{1614}{6,5 \times 29,6} = \frac{1614}{192,4} = 8,38 \text{ ok}$$

Al consumo anterior de energía eléctrica le restamos el ahorro obtenido:

$$3110 \text{ Kw.} - 214 \text{ Kw.} = 2893 \text{ Kw.}$$

Por que podrá cogenerarse

$$3539 \text{ Kw.} - 2895 \text{ Kw.} = \sim 645 \text{ Kw.}$$

3.2.2 Análisis optimizando la Generación de Electricidad Disminuyendo al Máximo el Consumo de Potencia de los Molinos.

La optimización de la entrega de electricidad se logra reduciendo lo más posible el consumo de potencia en la planta moledora, no disminuyendo el consumo de vapor del proceso mientras que el balance de combustible lo permita y moliendo a la máxima capacidad posible.

3.3 En el tandem de molinos los trabajos serían los siguientes:

- Sustituir el actual juego de cuchillas por uno de martillos oscilantes “swing – back”.
- No operar el 5to molino.
- Instalar tolvas Donelly en todos los molinos.
- Mantener 4 molinos, los actuales No. 1, 2, 3 y 4 con la solución de motor y transmisión de la variante anterior.
- El consumo de potencia en preparación y molienda será de 644 Kw. con un ahorro con respecto a la primera alternativa de 398 Kw., la energía eléctrica a cogenerar será de:

$$3110 \text{ Kw.} - 398 \text{ Kw.} = 2712 \text{ Kw.}$$

Podrá cogenerarse:

$$3539 \text{ Kw} - 2712 \text{ Kw} = 827 \text{ Kw}$$

COMENTARIO:

Las alternativas IV y V pueden ser las mismas, o sea que con la alternativa IV y la instalación de conductores de arrastre y tolvas “Donelly” permite poner fuera de operación el molino 5 y moler con 4 molinos solamente cuando se quiera priorizar la entrega de energía eléctrica o con 5 molinos si se quiere priorizar la extracción de sacarosa, en todo caso habría que cerrar un poco la abertura de salida del 4to

Estudiada las características de nuestra fábrica, la entidad contratada llega a la conclusión de que el equipamiento que se debe montar en nuestro tandem para el movimiento de los molinos es el siguiente:

3.3.1 Primer molino

- Catalina Z 130 Modulo 30
- Piñón Z 25 Modulo 30
- Reductor TACKE OLALDE de 400 Kw. de potencia
Relación de velocidad 35.5 – 1
R P M entrada 585
R P M salida 16.47
- Motor eléctrico 400 Kw.
600 RPM
6300Volt

3.3.2 Segundo Molino.

- Catalina Z 130 Modulo 30
- Piñón Z 25 Modulo 30
- Reductor TACKE OLALDE de 400 Kw. de potencia
Relación de velocidad 35.5 – 1
R P M entrada 585
R P M salida 16.47
- Motor eléctrico 320 Kw.
600 RPM
6300Volt

3.3.3 Tercer Molino

- Catalina Z 130 Modulo 30
- Piñón Z 25 Modulo 30
- Reductor TACKE OLALDE de 400 Kw. de potencia
Relación de velocidad 35.5 – 1
R P M entrada 585
R P M salida 16.47
- Motor eléctrico 250 Kw.
600 RPM
6300Volt

3.3.4 Cuarto Molino

- Catalina Z 130 Modulo 30
- Piñón Z 25 Modulo 30
- Reductor TACKE OLALDE de 400 Kw. de potencia
Relación de velocidad 35.5 – 1
R P M entrada 585
R P M salida 16.47
- Motor eléctrico 250 Kw.
600
6300Volt

3.3.5 Cuchillas de picar caña:

- Tipo de martillos oscilantes “swing – back”.
- Motor eléctrico 400 Kw.
- 600 RPM.
- 6300 Vol.

3.4 Análisis para el aumento de capacidad de generación de la Planta Eléctrica.

Luego de definido el equipamiento que se debe montar en el área del tandem se observa que la capacidad de los generadores es insuficiente. Con estas premisas se realizó un Estudio de Remodelación Eléctrica con el propósito de electrificar totalmente el central, sustituyendo las turbinas de vapor del tandem por motores eléctricos y los actuales generadores de 1.5 MW por otros de 3 MW a 6.3 KV.

Después de hecho este análisis se da lugar a la ejecución de los proyectos y presupuestos para acometer dicha inversión.

Brigadas especializadas de GECA (Grupo Empresarial de Construcciones Azucareras). Acometerían el trabajo de desmontaje del equipamiento existente, adecuando las bases existentes para el montaje de nuevos equipos.

Después de haber terminado la instalación de los nuevos equipos primarios y el Tren de Engrane que alimenta a los primeros cuatro Molinos, siendo igual al instalado en el Molino No 5, y quedando las cuchillas de picar caña con iguales características.

3.5 Aplicación de los Medios de Diagnóstico.

A estos equipos se le sigue un control mediante diagnóstico en el periodo de zafra, diario por turnos, donde se le da un seguimiento a los diferentes parámetros, en los equipos, Es decir este diagnóstico se realiza con una frecuencia de tres veces al día (una vez por turno).

3.5.1 A los motores se le controla:

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

3.5.2 A los reductores se le controla:

- Ruidos.
- Vibraciones.
- Temperatura.
- Temperatura de los rodamientos.
- Niveles de presión de aceite.
- Niveles de presión de agua en el enfriador

3.5.3 A los Trenes de Engrane se le controla

- Ruidos.
- Vibraciones.
- Temperatura en los apoyos (Pedestales y collarines en el árbol de baja y rodamientos en el árbol de alta)
- Estado de la lubricación de la catalina.
- Estado de los tornillos de anclaje.
- Se revisara y anotara si existen salideros en las tuberías de lubricación.
- De acuerdo a la magnitud de las deficiencias detectadas, se subsanaran de inmediato o se programaran para la parada por mantenimiento del ingenio.

3.6 Clasificación de los Equipos.

Con el montaje de estos nuevos equipos, se hace su clasificación dentro de las cuatro características del equipamiento para la consideración de su posición en el lugar que se desempeña; es decir estos son equipos primarios, sin repuesto en su función, por lo que se consideran en el **Grupo A** (que son aquellos equipos que tienen un régimen de trabajo permanente en el periodo activo de zafra) y cualquier rotura que presenten paraliza la molido del ingenio.

Por lo que para este tipo de equipamiento se define que hay que aplicarle el **Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP)**. Con el objetivo de prevenir la falla que pueda ocurrir

3.6.1 Técnicas de Diagnósticos.

El seguimiento de las vibraciones con el Vibrotest, para determinar las vibraciones que puedan surgir en este equipo durante su periodo de trabajo.

- El control de la temperatura en los distintos puntos de apoyo, ya sean del motor, reductor, pedestales del Tren de Engrane, etc. Con el uso de la Pistola de control de temperatura por rallos láser.
- El control del aislamiento dieléctrico del motor, con el uso del megahmetro.
- El consumo de corriente del motor primario, con el amperímetro.
- El consumo de potencia del motor primario, con el kilowatímetro.
- Chequear el nivel de aceite y sus características en el reductor.
- Chequear el nivel de aceite y sus características en los engranes, para poder mantener una buena lubricación en todas las superficies de contacto con fricción.

3.7 Tipos de mantenimiento que requieren estos nuevos equipos.

Con este seguimiento y aplicando estos tipos de mantenimientos a estos equipos podemos llegar al toma de decisiones cuando haya que hacer un mantenimiento de otra índole, por ejemplo, el cambio de aceite, cambio de rodamiento, revisión de ajuste de pernos de anclaje etc. En estos casos lo arriamos en un **Mantenimiento Preventivo Planificado o Mantenimiento de Oportunidad**, en dependencia del nivel de gravedad que pueda presentar la posible falla detectada.

3.7.1 En el **Mantenimiento Preventivo Planificado** que se realiza cada 12 días, con el objetivo fundamental, de aplicar limpieza química a los equipos tecnológicos del proceso de concentración (evaporadores). Esta parada se aprovecha oportunamente y a todo el equipamiento del ingenio se le aplica el mantenimiento planificado donde los equipos que se han seleccionados como objeto de estudio se le aplica el **mantenimiento preventivo planificado**, que no es mas que la solución a los problemas detectados mediante el diagnostico que se lleva a cabo durante el periodo entre limpiezas y permite que la solución del mismo pueda esperar hasta ese día.

3.7.2 Aspectos. En este mantenimiento además de resolver los posibles problemas detectados mediante las técnicas de diagnóstico. Se revisaran los siguientes parámetros a los diferentes equipos:

3.7.2.1 Motores:

- Limpieza y ajuste entre las escobillas y anillos del rotor.
- Limpieza y ajuste en todas las superficies de contacto de los equipos de control eléctrico (interruptores, magnéticos, resistencias, conductores eléctricos, etc.)
- Se revisara el ajuste de los pernos de anclaje.
- Se revisara el ajuste de los sistemas de acoplamientos, entre motor y reductor.
- Se hace limpieza total del equipo.

3.7.2.2 Reductores:

- Se limpia la superficie exterior de los mismos.
- Se revisa el nivel de aceite en el depósito.
- Se revisan los pernos de anclaje.
- Se revisa el acoplamiento entre reductor y tren de engrane.

3.7.2.3 Tren de Engrane:

- Se limpian sus partes externas.
- Se revisa el nivel de ajuste entre los pedestales y los collarines en los árboles de baja.
- Se revisara el ajuste de los tornillos de fijación de los bancazos.
- Se revisa el nivel de aceite en el cartee de la catalina.
- Se revisa la superficie de contacto entre los dientes del engranaje
- Se revisa el acoplamiento entre el tren de engrane y los molinos.

3.8 En el **Mantenimiento Preventivo Planificado Anual** (periodo de reparaciones) que se realizan al terminar la zafra, se aplica la norma técnica 52 (anexo 6) que es la que rige como debe hacerse el desarme, la limpieza y la conservación.

3.8.1 Periodo de reparaciones del Tren de Engrane:

Después de realizado el proceso de desarme, limpieza y conservación se realizan los chequeos correspondientes:

- Alineamiento de cada punto de cada árbol y la alineación y nivelación con el molino.
- Revisar o cambiar rolletes del árbol de alta, en caso de estar deficiente.
- Ajustar o cambiar tejas inferiores y superiores en el árbol de baja, en de que estén en mal estado.

3.8.2 Como se ha podido observar durante el transcurso de este trabajo el tipo de mantenimiento más usado en nuestro sector (el azucarero) es el **Mantenimiento Preventivo Planificado**, ya que este es el que más se ajusta a llevar a cavo en nuestras fábricas, aunque tenemos que conocerlos todos, porque los ingenios están previstos de la más diversificada tecnología en todas sus áreas.

3.8.3 Con la mejora hecha en la sustitución de los equipos en esta área (tandem) que era la de mayor incidencia en el tiempo perdido el cual se encontraba al 42.28 %, se pronostica que se reduzca al llegar cuando más 5.0%, disminuyendo las afectaciones en el proceso fabril, reduciéndose las perdidas económicas por las paradas a causa de las roturas, aumentando la producción y eficiencia del proceso fabril, revertiéndose todas estas mejoras en resultados económicos para la empresa y a subes para los trabajadores.

3.8.4 A partir de esta nueva instalación en nuestra empresa se hace una reorganización en la distribución del personal de esta área (tandem) por lo que con el nuevo sistema de operación se puede reducir la plantilla de los obreros que allí trabajan quedando de la siguiente forma.

| | | | | | | |
|---------------------------------|---|------|-----------|-----------|----------|---------------|
| TANDEM | | | 15 | 15 | 0 | |
| Mecánico Moledor | O | VIII | 3 | 3 | 0 | NM INST 24/09 |
| Auxiliar Planta Moledora | O | III | 6 | 6 | 0 | C. HAB 24/08 |
| Auxiliar Planta Moledora | O | III | 3 | 3 | 0 | C. HAB 24/08 |
| Operador Equipo Planta Moledora | O | V | 3 | 3 | 0 | NM 24/08 |

3.9 Evaluación Económica

3.9.1 Antecedentes:

La Empresa Azucarera Elpidio Gómez se encuentra ubicada en el municipio de Palmira, Provincia de Cienfuegos.

El ingenio hoy cuenta con una molida potencial de 2840 t/d, con un aprovechamiento de 79 % (21 % del tiempo perdido).

3.9.2 A partir de un estudio técnico solicitado por dicha empresa donde se analizaron las problemáticas del funcionamiento de la industria prestando atención prioritaria a los balances de energía y las capacidades con el objetivo de:

- Cogenerar la mayor cantidad de energía posible.
- Obtener junto al punto anterior correcto balance de combustible.
- Romper los cuellos de botella que pudieran existir para una capacidad nominal de 2840 t/d en una primera etapa y en una segunda de 3409 t/d.
- Sustituir los equipos de vapor existentes por motores eléctricos para reducir el costo de producción y mejorar el balance energético.

Para lo cual se hacen propuestas técnicas y recomendaciones para invertir en distintas áreas del ingenio con el fin de que se cumplan dichos objetivos.

3.10 Situación actual de la inversión u objeto de la inversión.

En estos momentos la inversión se encuentra a un 60 % de su ejecución.

3.11 Ingeniería y Proyectos.

En estos momentos la inversión se encuentra en plena fase de ejecución. Se ha tomado como referencia parte de los trabajos realizados en varios ingenios (Antonio Sánchez, Héctor Rodríguez, José María Pérez, Heriberto Duquesne, Ciudad Caracas, Ramón Ponciano y Perucho Figueredo), a partir de esto se elaboró el presupuesto preliminar.

3.12 Cronograma

Esta inversión ha de realizarse en dos etapas que comenzarían desde el año 2007 hasta el 2009. En la primera etapa que abarca el 2007 y 2008 se trabajaría en el Basculador, Tandem (objeto de estudio), Casa de Calderas y Planta Ecléctica. La segunda etapa en el 2009 sería trabajar en la Generación de Vapor.

3.13 Costo de la inversión

| Presupuesto para la inversión (Para el Plan) - En MP | | |
|--|-----------|-----------|
| | Totales | |
| Componentes | Total | En Divisa |
| Equipos | 959.918 | 243.819 |
| Construcción y Montaje | 2.971.655 | 487.638 |
| Otros (Proyectos) | 113.263 | |
| Costo total de la inversión | 4.044.836 | 731.458 |

3.14 Resultados de la evaluación económica financiera.

Los resultados de la evaluación solo se muestran en moneda nacional total, dado que el mercado para la producción es en moneda nacional. Además se calcula para un 10 % de interés

| CONCEPTOS | MONEDA (TOTAL) |
|----------------------------------|----------------|
| Tasa interna de retorno (TIR) | 84.36% |
| Valor actual neto (VAN) | 30.386 |
| Periodo de recuperación (Años) | 2.68 |
| Costo total Operación / Ingresos | 0.72 |

3.15 Conclusiones parciales.

Se realizó un análisis detallado, minucioso arrojando los datos antes expuestos y nos dio como conclusión a realizar aumenta la capacidad de molienda, de generación de energía eléctrica y reducirá los costos de producción, por lo que daría un mayor aporte a la economía del país.

Conclusiones Generales.

Con este trabajo se llega a la conclusión de que tenemos que cambiar lo que tenga que cambiar cuando deba ser cambiado. Es decir tomar la decisión de sustituir los equipos que nos afectan el proceso productivo por su gran deterioro. Ya que esto trae como consecuencia un impacto negativo tanto a la economía del país como de la empresa. Con la inserción que se acomete hoy en la Empresa Azucarera se logra aumentar la capacidad de producción de la Fábrica y reducir los costos, tanto por el aumento de la producción como por la disminución del costo de mantenimiento y tiempo perdido por rotura que provocarían los equipos antes instalados.

Recomendaciones

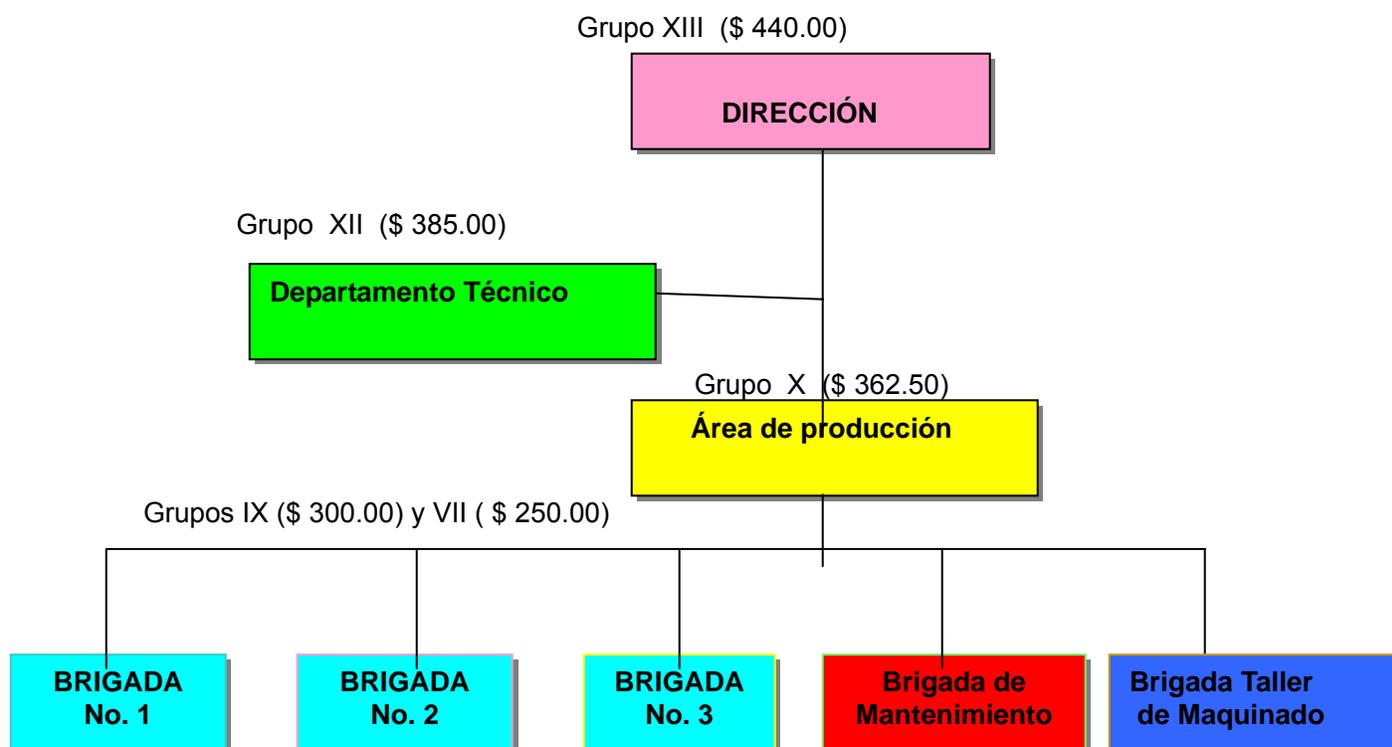
1. Continuar la implantación del procedimiento de gestión de procesos, creando las entidades requeridas para la culminación de la etapa de mejoras haciendo énfasis en la implantación del cambio.
2. Incorporar el procedimiento así como el empleo de las herramientas en la capacitación y actualización de los directores y especialistas de manera tal que pueda emplearse en la gestión del día a día en el proceso que laboran.
3. Elaborar un sistema de indicadores para medir los impactos que se deriven de la gestión del proceso de mantenimiento e inversión en la Empresa Azucarera Elpidio Gómez.

Bibliografía

- Cortes, D. (2003). *Modelo de Ingeniería Industrial*. Cienfuegos.
- Frómeta, J. (1987). *Problemas Fundamentales del Mantenimiento en la Industria Azucarera*. La Habana: Centro Nacional de Capacitación Azucarera.
- Hugot, E. (1967). *Manual para Ingenieros Azucareros*. La Habana: Edición Revolucionaria.
- Latinoamericano, P. d. (1989). *Manual de Mantenimiento para la Industria Azucarera*. La Habana: ICINAZ.
- MINAZ. (1995). *Manual de Operaciones para la producción de Azúcar Crudo de Caña*. Ciudad de La Habana: Dirección de Tecnología del MINAZ.
- MINAZ. (1960). *Índice de Capacidades para Ingenios Azucareros*. La Habana.
- MINAZ. (2008). *Norma Técnica No 37/Tiempo Perdido*. La Habana.
- MINAZ. (2008). *Norma Técnica No 52/Desarme, Limpieza y Conservación*. La Habana.
- MINAZ. (Marzo 1999). *Reglamento para las regulaciones del proceso inversionista en el MINAZ*. La Habana.
- Olarte, R. H. (2009). *Informe Trimestral del Grupo Industrial del Minaz*. La Habana: ICINAZ.
- Ruiz, B. (2007). *Estudio Técnico Integrar de Fábrica*. Villa Clara: Empresa de Ingeniería y Proyectos Azucareros.

Anexo No 1.

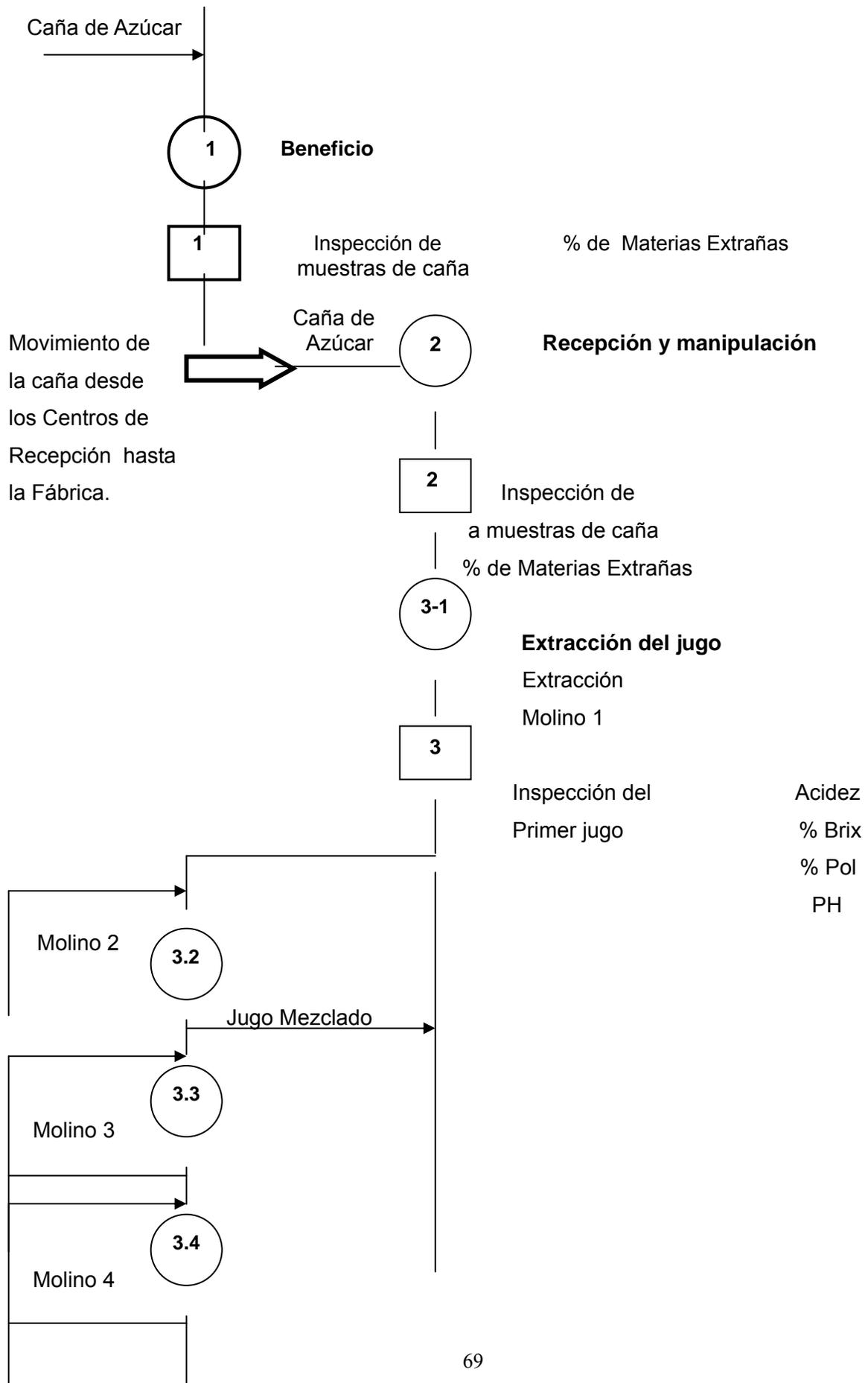
Estructura organizativa de la UEB "Fábrica de Azúcar"

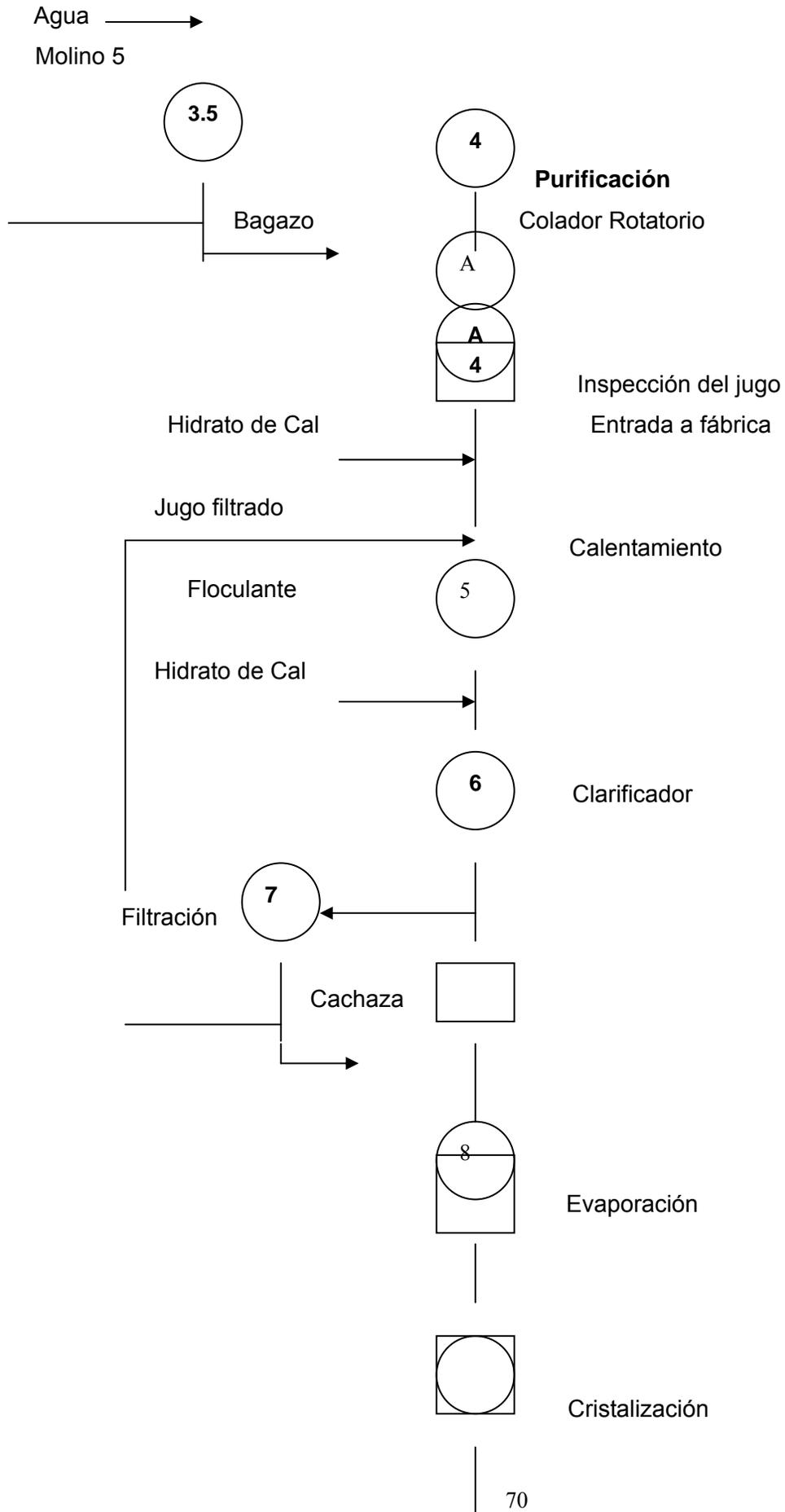


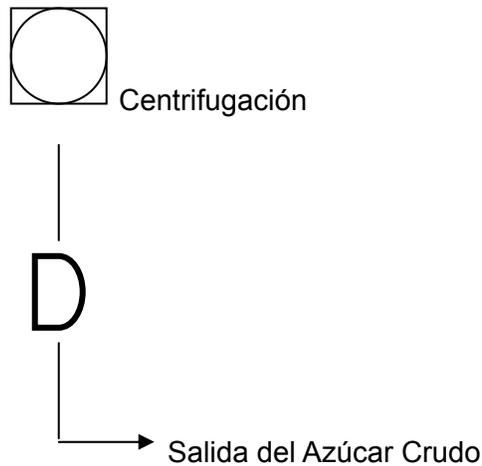
Fuente: Elaboración propia.

Anexo No 2

Diagrama de flujo del proceso de fabricación de Azúcar Crudo de Caña







Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de flujo OTIDA.

Para hacer constar en un gráfico todo lo referente a un trabajo u operación, resulta mucho más fácil emplear una serie de cinco símbolos uniformes, que conjuntamente sirven para representar todos los tipos de actividades o suceso que probablemente se den en cualquier fábrica u oficina. Constituyen, pues, una clave muy cómoda, inteligible en casi todas partes, que ahorra mucha escritura y permite indicar con claridad, exactamente lo que ocurre durante el proceso que se analiza. Las dos actividades principales de un proceso son la **operación** y la **inspección**, que se representan con los símbolos siguientes:



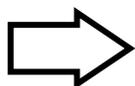
Operación: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
Por lo común la pieza, materia o producto del caso, que se modifica durante la operación.



Inspección: Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas.

La **operación** hace avanzar al material, elemento o servicio, un paso más hacia el final, bien sea al modificar su forma, como en el caso de una pieza que se labra, o su composición, tratándose de un proceso químico, o bien al añadir o quitar elementos, si se hace un montaje. La operación también puede consistir en preparar cualquier actividad que favorezca la terminación del producto.

La inspección no contribuye a la conversión del material en producto acabado. Sólo sirve para si una operación se ejecutó correctamente en lo que se refiere a la calidad y cantidad. Si los seres humanos fueran infalibles, la mayoría de las inspecciones serían innecesarias. Con frecuencia se precisa mayor detalle gráfico del que pueden dar esos dos símbolos, y entonces se utilizan éstos:

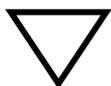


Transporte: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipos de un lugar a otro.

Existe transporte cuando un objeto se traslada de un lugar a otro, salvo que el traslado forme parte de una operación o fuera efectuado por un operario en su lugar de trabajo, al realizar una operación.



Depósito provisional o Espera: Indica demora en el desarrollo de los hechos; por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.



Almacenamiento Permanente: Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

Estamos en presencia de un almacenamiento permanente cuando se guarda un objeto y se cuida de que no sea trasladado sin autorización.

La diferencia entre almacenamiento permanente y depósito provisional o espera es que, generalmente, se necesita un pedido de entrega, vale u otra prueba de autorización para sacar los objetos dejados en almacenamiento permanente, pero no los depositados en forma provisional.



Actividades combinadas: Cuando se desea identificar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades; por ejemplo: un círculo dentro de un cuadrado, representa la actividad combinada de operación e inspección.

Anexo No 3.

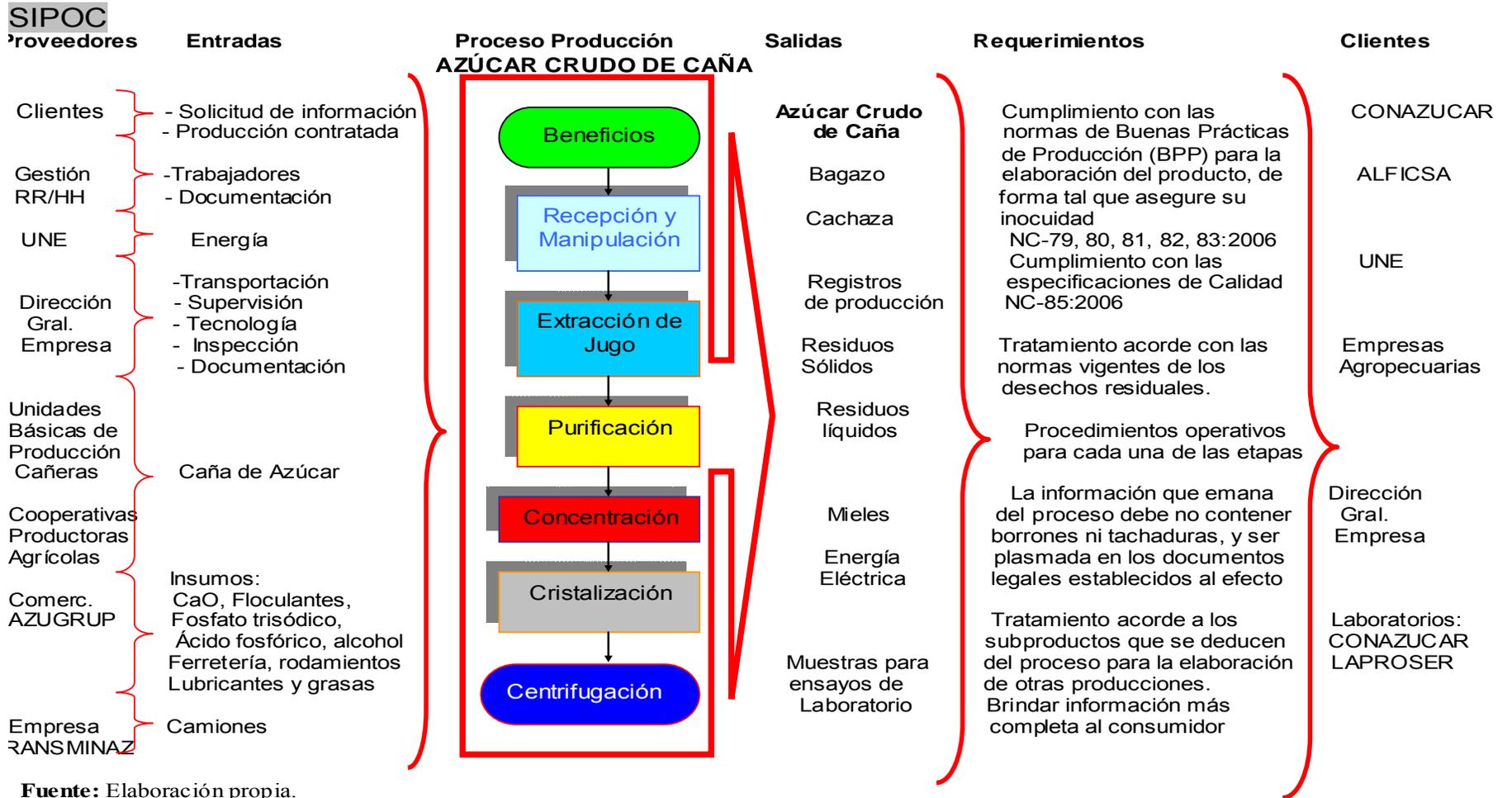
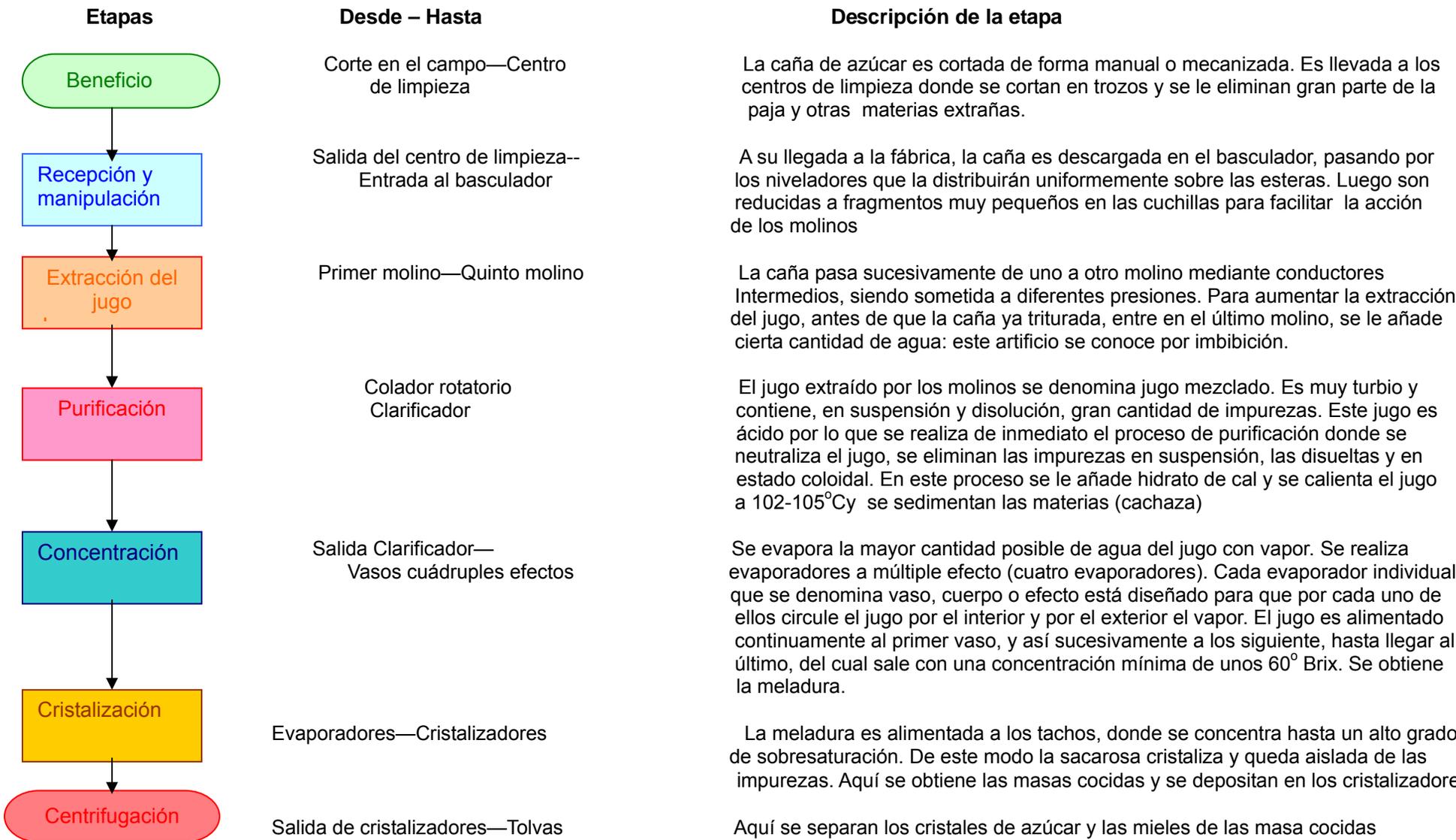


Diagrama de Bloque del proceso de producción de Azúcar Crudo de Caña.
Descripción de sus etapas.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo No 4

Anexo No 5

| RESUMEN DE LOS RESULTADOS A OBTENER CON LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS ANALIZADAS | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Variantes | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Capacidad potencia de Molienda | 2840 TCD (250000 @/D) | 2840 TCD (250000 @/D) | 2840 TCD (250000 @/D) | 3409 TCD (300000 @/D) |
| Consumo de vapor Directo | 134934 lbs/h (61,72 T/h) | 134531 lbs/h (61,15T/h) | 134531 lbs/h (61,15 T/h) | 160102 lbs/h (72,7 T/h) |
| Energía eléctrica total generada | 2582 kw | 3539 kw | 3539 kw | 4272 kw |
| Energía eléctrica para Cogeneración | ~ 300 kw –400 kw | ~ 429 kw | ~ 645 kw – 850 kw | ~ 1272 kw |
| Consumo propio de Energía eléctrica | ~ 2200 kw | ~ 3110 kw | ~ 2895 kw | ~3000 kw |
| Consumo de vapor del Proceso | 125873 lbs/h (57,2 t/h) | 125873 lbs/h (57,2 T/D) | 125873 lbs/ (57,2 T/h) | 152478 lbs/h (69,3 t/H) |
| Excedente de bagazo | ~ 76 T/D | ~ 78 T/D | ~ 78 t/d | ~ 100 t/d |

Variante 1: El ingenio tal y como esta.

Variante 2: El ingenio electrificado totalmente sin ningún cambio, con la instalación de un generador de 3000 kw.

Variante 3: Totalmente electrificado bajando velocidad y consumo de potencia en los molinos.

Variante 4: Es la variante 3 con una capacidad de molida de 3409 TCD (300000 @/d).

Anexo No 7

Norma técnica 52 Referente a los Trenes de Engrane.

7.- TREN DE ENGRANES.

Modificar el punto 7.1 de la Norma vigente en los puntos 7.1, 7.2, y 7.3 que se redactan a continuación:

7.1.- Raspar y limpiar con petróleo los engranes, ejes, pedestales y bancazos, eliminando toda la grasa pesada depositada en ellos.

7.2.- Revisar por un mecánico especializado, los aspectos siguientes:

- Bancazo, para localizar posibles grietas o flojedades.
- Realizar la prueba de percusión en los tornillos de anclaje
- Pedestales, tapas y sus tornillos, así como hasta donde sea posible, sin desarmar el pedestal, el estado de las chumaceras.
- Dientes de las catalinas y piñones, desgastes y fisuras.
- Determinar si hay corrimiento de los engranes sobre los ejes o falta de paralelismo entre estos.
- Revisar el estado de los tornillos de las catalinas, llantas, brazos, núcleos.

Cualquier anomalía detectada deberá ser comunicada de inmediato a la Delegación.

7.3.- Inspeccionar cuidadosamente, mediante técnicas de ultrasonidos, siempre que sea posible, los ejes del tren de engrane, para detectar posibles rajaduras, sobre todo en la zona de los collarines. También deben verificarse con el empleo de estas técnicas, el estado de los dientes de catalinas y piñones y de sus núcleos.

7.4.- Modificar el punto 7.2 de la norma vigente sobre los reductores de molinos de la siguiente forma:

En los reductores de molinos se seguirán los siguientes pasos:

- Drenar el aceite, para extraer los sedimentos de agua que pueda tener.
- Tomar muestra del aceite y enviarla a un Laboratorio especializado para determinar si puede volverse a utilizar o no.

- El aceite se mantendrá dentro del depósito del reductor.
- Desmontar la tapa superior para revisar minuciosamente el estado de los engranes , rodamientos y sistema de lubricación. Tapar de nuevo.
- Antes de destapar el reductor se soplarán adecuadamente las superficies exteriores para evitar contaminaciones del aceite por bagacillo.
- Comprobar el alineamiento y nivel del reductor, chequeando estado de los coupling y tornillos de fundición.
- Medir durante la zafra y en los últimos días de molido los niveles de vibraciones en ejes.

