



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO
A TRAVÉS DE INDICADORES EN EL INGENIO LA UNIÓN S.A.**

Juan Antonio Morales Sebastián

Asesorado por el Inga. Sigrid Alitza Calderón De León

Guatemala, octubre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO
A TRAVÉS DE INDICADORES EN EL INGENIO LA UNIÓN S.A**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JUAN ANTONIO MORALES SEBASTIÁN

ASESORADO POR EL INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jeréz Gonzáles
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Hugo René de León de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO A TRAVES DE INDICADORES EN EL INGENIO LA UNIÓN S.A

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha abril de 2004.

Juan Antonio Morales Sebastián



Guatemala, 26 de mayo de 2011.
REF.EPS.DOC.688.05.11.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Juan Antonio Morales Sebastián**, Carné No. **199812076** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"PROPUESTA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE INDICADORES EN EL INGENIO LA UNIÓN, S.A."**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Alíza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial
Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

SACdL/ra



Guatemala, 26 de mayo de 2011.

REF.EPS.D.431.05.11

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

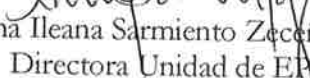
Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PROPUESTA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE INDICADORES EN EL INGENIO LA UNIÓN, S.A."** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Juan Antonio Morales Sebastián** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE INDICADORES EN EL INGENIO LA UNIÓN S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Antonio Morales Sebastián**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

LEER Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2011.

/mgp



REF.DIR.EMI.159.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE INDICADORES EN EL INGENIO LA UNIÓN S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Antonio Morales Sebastián**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2011.



/mgp



DTG. 423.2011.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE INDICADORES EN EL INGENIO LA UNIÓN S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Antonio Morales Sebastián**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano


Guatemala, 24 de octubre de 2011.

/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por guiarme, darme sabiduría, salud y energía para culminar mi carrera profesional.
Mis padres	Antoño Morales Méndez y María Sebastián Ramón por sus sabias enseñanzas y apoyo incondicional durante mi carrera.
Mis hermanos y sobrinos	Angélica, Víctor, Bernardo, Vianney, Gertrudis, Moysam, Jhonatan y Mary con mucho cariño.
Mis familiares	Por brindarme su apoyo incondicionalmente.
Mis amigos	Por su apoyo y solidaridad.

ACTO QUE DEDICO A:

**Al personal de Ingenio
La Unión S.A**

Por compartir sus conocimientos y experiencias durante el desarrollo de este trabajo.

**Ing. Edgar Ochoa
Castillo**

Por compartir sus experiencias y brindarme su apoyo y hacer realidad el presente trabajo.

Inga. Sigrid Calderón

Gracias por su asesoría durante el desarrollo del presente trabajo de graduación.

**Universidad de
San Carlos de Guatemala**

Por darme alojamiento en sus aulas y ser parte de mí desarrollo profesional.

Familia Ruíz López

Por ser mi segunda familia y brindarme el apoyo incondicional para hacer realidad este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. GENERALIDADES DEL INGENIO LA UNIÓN S.A.	1
1.1. Descripción y ubicación de la organización	1
1.2. Misión y visión.....	3
1.3. Política	3
1.4. Estructura organizacional	4
1.5. Descripción del proceso de elaboración de azúcar.....	5
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Conservación	11
2.2. Mantenimiento	11
2.3. Mantenimiento preventivo	14
2.3.1. Mantenimiento predictivo	14
2.3.2. Mantenimiento periódico	15
2.3.3. Mantenimiento progresivo	16
2.4. Mantenimiento correctivo	16
2.4.1. Mantenimiento correctivo contingente.....	17
2.4.2. Mantenimiento correctivo programable	17
2.5. Preservación	17

2.5.1.	Preservación progresiva	18
2.5.2.	Preservación periódica	19
2.5.3.	Preservación total	19
2.6.	Planeación.....	20
2.6.1.	¿Por qué planear?	21
2.6.2.	Ventajas de la planeación	22
2.6.3.	Definición de misión.....	22
2.6.4.	Definición de objetivo	23
2.6.4.1.	Objetivos a largo plazo.....	23
2.6.4.2.	Objetivos a corto plazo.....	23
2.6.5.	Estrategias	23
2.6.6.	Asignación de recursos.....	24
2.7.	¿Qué es un indicador de gestión?.....	25
2.7.1.	Objetivos de los indicadores	27
2.8.	¿Para qué se utilizan?	27
2.9.	¿Por qué se utilizan?	28
2.10.	¿Cómo es su composición?	28
2.11.	Tipos de indicadores	29
2.11.1.	Indicadores de eficiencia	29
2.11.2.	Indicadores de eficacia	30
2.11.3.	Indicadores de productividad	30
3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	31
3.1.	Análisis de datos de fallas existentes en la empresa	31
3.1.1.	Bitácoras para el registro de fallas.....	33
3.1.2.	Formato para la recopilación de datos.....	34
3.1.3.	Análisis de datos correspondientes a las bitácoras	38
3.2.	Pérdidas que afectan la falta de implementación de indicadores	39

3.2.1.	Situación actual del tiempo perdido en fábrica	39
3.2.2.	Pérdidas por fallos en la operación de equipos o fallos de proceso	41
3.2.3.	Ajustes y otras paradas cortas	42
3.2.4.	Pérdidas por reproceso	42
3.3.	Análisis de la situación actual de la administración del mantenimiento	43
3.3.1.	Establecimiento de objetivos	44
3.3.2.	Medición de la planeación	47
3.4.	Descripción del equipo para el establecimiento de indicadores.....	50
3.4.1.	Clarificador	50
3.4.2.	Filtros eriez.....	53
3.4.3.	Bombas hidráulicas	54
3.4.3.1.	Bombas centrífugas	55
3.4.3.2.	Bombas de desplazamiento positivo	58
3.4.4.	Evaporador.....	61
3.4.5.	Tacho	63
3.5.	Identificación de las oportunidades de mejoras	65
3.5.1.	Modificación de formatos existentes	65
3.5.2.	Implementación de indicadores.....	66
3.5.3.	Análisis de costos por falta de mantenimiento	68
3.5.3.1.	Costos por paradas de equipos.....	68
3.5.3.2.	Costos de mano de obra	71
3.5.3.3.	Costos de reproceso y pérdida de material	73
3.5.4.	Flujograma para la solución de problemas de fallas	74
3.6.	Diagnóstico de causas de problemas a través del diagrama Ishikawa en el proceso de secado de azúcar	76

4.	PROPUESTA PARA LA PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO	79
4.1.	Programación de actividades de mantenimiento	79
4.1.1.	Factores que influyen en la programación	82
4.1.2.	Ventajas con la implementación de un programa mantenimiento	84
4.1.3.	Programación de actividades de mantenimiento a través de hoja de cálculo	85
4.2.	Programación del mantenimiento	87
4.2.1.	Programa diario	87
4.2.1.1.	Rutinas de mantenimiento	91
4.2.1.2.	Inspección de equipos vitales	91
4.2.2.	Programa semanal.....	92
4.2.3.	Programa mensual.....	92
4.2.4.	Programa anual	95
4.2.5.	Personal para la implementación de programas de mantenimiento	96
4.2.6.	Control de indicadores a través de hoja de cálculo.....	97
4.2.6.1.	Indicadores de carga de trabajo.....	97
4.2.6.2.	Indicadores de planeación	98
4.2.6.3.	Indicadores de productividad	98
4.2.6.4.	Indicadores de costo	98
4.3.	Herramientas para administrar la conservación	101
4.3.1.	Análisis de problemas.....	101
4.3.1.1.	Juntas de lluvias de ideas	101
4.3.1.2.	Diagrama causa y efecto	102
4.3.1.3.	Principio Pareto.....	105
4.3.1.4.	Gráficos de control.....	106
4.4.	Organigrama del departamento de mantenimiento	108

4.4.1.	Funciones.....	108
4.4.2.	Obligaciones	110
4.4.3.	Objetivos	110
4.5.	Planeación	110
4.5.1.	Planeación estratégica.....	112
4.5.2.	Planeación táctica	112
4.6.	Control de indicadores de equipos.....	114
4.6.1.	Cálculo de indicadores	114
4.6.1.1.	Indicador de productividad	114
4.6.1.2.	Indicador de disponibilidad	115
4.6.1.3.	Indicador de rendimiento	116
4.6.1.4.	Cumplimiento de planeación	117
4.6.1.5.	Eficiencia en el trabajo	117
4.6.1.6.	Indicador de costo	119
5.	OPERACIÓN CLARIFICADOR DE CENIZAS	123
5.1.	Descripción del proceso de clarificación de agua	123
5.2.	Equipo utilizado en la clarificación	126
5.3.	Utilización del agua clarificada.....	127
5.4.	Mejoras para optimizar el proceso de clarificación	127
5.4.1.	Colocación de mamparas.....	128
5.4.2.	Aumento de velocidad de conductores	129
5.4.3.	Cambio de mallas.....	129
5.4.4.	Aplicación de floculante.....	130
5.4.4.1.	Instalación de tanques para preparar floculante.....	133
5.4.5.	Resultados obtenidos.....	134

CONCLUSIONES..... 135
RECOMENDACIONES 137
BIBLIOGRAFÍA..... 139

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación de la empresa	2
2.	Estructura organizacional de la empresa	4
3.	Proceso de fabricación de azúcar	9
4.	Síntesis del mantenimiento preventivo	15
5.	Trabajos de conservación	20
6.	Pareto de % de tiempo de falla en fábrica (zafra 2004 – 2005)	33
7.	Formato para recopilación de datos de fallas de clarificadores.....	36
8.	Número de fallas por departamentos de fábrica	41
9.	Formato de orden y control del mantenimiento	46
10.	Programa de reparación de tachos	48
11.	Porcentaje de avance del proyecto	49
12.	Clarificador de jugo	52
13.	Filtro eriez	54
14.	Sección de una bomba centrífuga.....	57
15.	Bomba centrífuga de impulsor	58
16.	Sección de bomba de desplazamiento positivo marca nemo.....	60
17.	Bomba de desplazamiento positivo instalada en estación de sacarato	60
18.	Evaporadores de múltiple efecto	62
19.	Tacho para cristalización.....	64
20.	Formato para el control de mantenimiento preventivo de bombas.....	70
21.	Flujograma para la solución de problemas en equipos	75

22.	Diagrama Ishikawa para resolución de problema tornillo sin fin alimentación de azúcar a secadora	76
23.	Formato para la asignación de actividades de mantenimiento	80
24.	Orden de trabajo para actividades de mantenimiento y reparación.....	83
25.	Formato para el resumen de actividades de mantenimiento	86
26.	Programa de mantenimiento de fábrica durante la zafra	88
27.	Programa de Mantenimiento de fábrica durante zafra	89
28.	Rutinas de mantenimiento diario de equipo de fábrica	90
29.	Formato para el control de mantenimiento semanal	93
30.	Programa de mantenimiento preventivo mensual en área de centrífugas.....	94
31.	Resumen de fallas de fábrica durante la zafra.....	95
32.	Carga de trabajo para personal de mantenimiento	97
33.	Formato para el control de costos de mantenimiento	100
34.	Diagrama causa-efecto.....	103
35.	Diagrama causa-efecto gusano de alimentación de secadora línea de blanco.....	104
36.	Gráfico de temperaturas de clarificadores	107
37.	Organigrama del departamento de mantenimiento.....	109
38.	Hoja de planeación	111
39.	Planeación estratégica del departamento de mantenimiento	113
40.	Diagrama de flujo de clarificador de cenizas	125
41.	Diagrama de clarificación de agua.....	126
42.	Instalación de mamparas en interior del tanque	128

TABLAS

I.	Número de horas perdidas por mantenimiento en proceso de fábrica	32
II.	Recopilación de datos de fallas.....	37
III.	Detalle de repuestos para reparar una bomba centrífuga	69
IV.	Costo por atención de fallas.....	71
V.	Costo por falta de material en proceso.....	72
VI.	Costo por material reprocesado	74
VII.	Actividades programadas para un trabajador.....	118

LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo	Significado
kg	Corresponde a la magnitud de la masa en el sistema internacional.
Gpm	Galones por minuto, unidad de caudal utilizada para la capacidad de la bomba.
HxH	Horas hombre empleadas en la atención de fallas y tiempo perdido debido a fallas.
lb/pulg²	Libras por pulgada cuadrada, unidad utilizada para la medición de la presión de una bomba o presión de vapor, utilizada en el proceso de producción.
lb	Magnitud de la masa en el sistema inglés.
M.O.	Mano de obra, se usa para expresar la medición de indicadores referente a los recursos humanos disponibles.
°Brix	Porcentaje de sólidos disueltos en una solución.
%	Proporción expresada en porcentaje del total del contenido de material del que se menciona en el párrafo.

"Hg	Pulgadas de mercurio, es la unidad de medida utilizada para medir la presión negativa, aplicado para el vacío en los tachos.
qq	Quintales, unidad de medida del peso del azúcar contenido en los sacos, esta unidad contiene 100 libras.
Tpo.	Tiempo, generalmente se refiere a horas trabajadas y horas perdidas debido a fallas.
pie³/s	Unidad de medida del caudal en el sistema inglés, significa pies cúbicos por segundo.
gal/min	Unidad de medida del caudal que es capaz de hacer circular una bomba y está dado en galones por minuto en el sistema internacional.
rev/hr	Velocidad periférica de rotación de un cilindro, en éste caso del filtro de cachaza y se refiere a las revoluciones por hora.

GLOSARIO

Agua de imbibición	Es aplicado al bagacillo, para extraerle el jugo que aún no se ha extraído en el molino anterior.
Azúcar	Cuerpo sólido cristalizado de color blanco en estado puro.
Azúcar crudo	Es de color morena, generalmente este producto es de exportación.
Bagacillo	Bagazo fino que se separa del bagazo en la salida del último molino.
Bagazo	Es el residuo que se obtiene al extraer el jugo de la caña.
Brix	Unidad de medida que expresa el porcentaje de sólidos disueltos en la solución.
Cachaza	Material constituido básicamente de 80% de agua y sólidos extraídos por la defecación, principalmente cera de caña, fosfato de calcio y bagacillo.
Calandria	Consiste en un intercambiador de calor compuesto por tubos de cobre para evaporar el exceso de agua del guarapo.

Cristalización	Proceso de formación de cristales de azúcar en el interior del tacho, a través del semillamiento de la meladura o mieles.
Filtro eriez	Equipo utilizado para purificar el jugo clarificado, a través de un sistema de vibración que permite que las impurezas se acumulen en la periferia del plato filtrante.
Filtro rotativo	Tambor rotativo que se ocupa para recuperar el excedente de jugo presente en la cachaza a través del sistema de vacío y malla filtrante.
Floculante	Químico que permite la aglomeración de partículas pequeñas para extraerlas fácilmente a través de la formación de flóculos.
Guarapo	Jugo extraído de la caña en el área de molinos.
Imbibición	Proceso de agregarle agua al bagacillo para extraerle la mayor cantidad de guarapo.
Indicador	Expresión matemática que cuantifica el estado de la característica o hecho que se desea controlar.
Jugo alcalizado	Utilización de una parte de jugo claro ya sulfatado para agregarle óxido de calcio en suspensión (lechada de cal).

Jugo claro	Jugo libre de impurezas, obtenido después del proceso de clarificación en los filtros rotativos y filtros eriez.
Manto.	Abreviatura utilizada para expresar mantenimiento.
Mantenimiento	Acción humana encaminada a garantizar el funcionamiento óptimo del equipo.
Masa cocida	Producto final obtenido en el interior del tachó conformado por jarabe y cristales de azúcar.
Meladura	Producto obtenido del proceso de evaporación del exceso de agua en el jugo claro.
Melaza	Conocido también como miel final, es de pureza baja y se comercializa como subproducto a empresas añejadoras.
No.	Abreviatura usada para expresar la palabra número, expresa un orden.
<i>Overhaul</i>	Término en inglés, se refiere a la rehabilitación total de un equipo utilizado en el proceso.
Parámetros	Son aspectos a evaluar en un enfoque sistémico de gestión de una unidad u organización.
Pol	Porcentaje en peso de sacarosa.

Preservación	Se refiere al mantenimiento del recurso o equipo y no exclusivamente al servicio que prestan éstos.
Prev.	Abreviatura usada para expresar preventivo.
Rutina	Trabajos de mantenimiento que se deben efectuar diariamente para mantener el equipo dentro de un rango de calidad del servicio.
Servicio vital	Servicio que prestan cada uno de los equipos más importantes del proceso.
Tacho	Paila grande en que se acaba de cocer el melado y se le da el punto de azúcar.
Vo.Bo.	Aprobación de visto bueno de parte del jefe inmediato para la realización de actividades de mantenimiento o implementación de nuevos formatos.

RESUMEN

La rentabilidad de una empresa depende de varios factores, éstos se relacionan con cada uno de los departamentos que conforman la organización; en el presente trabajo de graduación, se tomará únicamente al departamento de mantenimiento.

Tomando en cuenta que se trata de un proceso continuo, el tiempo que se pierde en reparaciones y mantenimiento del equipo representa pérdidas cuantiosas para la empresa.

La determinación de la situación actual fue a través de un análisis detallado de los registros actuales, a partir de éstos se determinaron las mejoras a implementar, para facilitar al departamento la identificación de las principales causas de fallas y sus respectivos tiempos.

Para la determinación del tiempo perdido de cada equipo y sus causas, se elaboraron hojas de control por cada departamento involucrado en el proceso de producción, el encargado del mantenimiento será el responsable de elaborar ordenes de trabajo para el control del equipo al que se le presta servicio de mantenimiento, para posteriormente ingresarlo a la base de datos.

La base de datos permite al departamento la generación de reportes del estado actual del mantenimiento, a través de la agrupación de cada una de las fallas relacionadas con cada equipo.

La función principal de la implementación de las hojas de control es mejorar el desempeño del departamento de mantenimiento, a través del análisis de indicadores de tiempo y de desempeño del personal involucrado en el mantenimiento de la organización.

Para complementar la realización de este proyecto se elaboraron hojas para programar tareas de mantenimiento al mismo tiempo elaborar reportes de avance de las actividades del personal del departamento.

Se obtendrán resultados positivos a través de la implementación de este proyecto, únicamente a través del compromiso del personal y la retroalimentación y análisis adecuados de los datos que se registren en las hojas de control.

OBJETIVOS

General

Proveer información sobre el comportamiento del mantenimiento de los equipos durante el proceso de producción, y el tiempo perdido por cada uno de ellos y sus principales causas para definir las acciones de mantenimiento a realizarse y de esta manera lograr un mejor servicio hacia el cliente interno. Elaborar el manual de operación del clarificador de cenizas mejorando la eficiencia en la eliminación de la contaminación del agua.

Específicos

1. Determinar la situación actual de la empresa a través de la información obtenida de las bitácoras de cada departamento.
2. Clasificar los equipos por departamentos para facilitar el reconocimiento de los mismos por el personal técnico de la empresa.
3. Proponer la utilización de formatos para el registro de tiempos perdidos en cada uno de los equipos utilizados en la empresa con énfasis en cada una de las partes que componen el equipo.
4. Facilitar el control de las actividades de mantenimiento a través de la utilización de formatos de rutinas de mantenimiento.

5. Orientar al departamento de mantenimiento hacia la utilización de herramientas como: Pareto, Diagrama Ishikawa, para la solución de problemas relacionados con los equipos.
6. Proponer la implementación de indicadores en el departamento de mantenimiento que contribuyan a mejorar la gestión del mantenimiento de los equipos.
7. Calcular la cantidad adecuada de floculante para el funcionamiento óptimo del clarificador de cenizas y lograr reutilizar la mayor cantidad de agua para la eliminación de hollín en las chimeneas de las calderas.

INTRODUCCIÓN

Escuintla es un departamento ubicado en la parte Sur de Guatemala, se destaca por su potencial industrial, en este departamento se ubican empresas dedicadas al proceso de fabricación de diferentes productos que satisfacen necesidades de la población a nivel local e internacional a través de la exportación.

Una categoría de estas empresas ubicadas en el departamento son las de carácter agroindustrial, especialmente los ingenios dedicados al proceso de fabricación de azúcar, paralelamente también se dedican a la generación de energía eléctrica, a través de la utilización del subproducto de la molienda de la caña, la energía ha venido a ser de importancia debido a la demanda creciente de la población.

Dada la importancia de este tipo de empresas debido a que crean fuentes de empleo para la población de este departamento y sus municipios, así también por ser el azúcar uno de los principales productos de exportación de Guatemala, es necesario garantizar y demostrar que éste es elaborado con calidad.

Para que el cliente tanto local como a nivel internacional esté satisfecho con el producto que recibe, es necesario que cada una de las áreas o departamentos que conforman la empresa estén comprometidas con la obtención de producto de calidad.

En este caso es necesario involucrar al departamento de mantenimiento en este proceso de obtención de productos de calidad, a través de su compromiso e implementación de nuevos métodos que contribuyan a mejorar la calidad y cantidad de producción, el contenido de este trabajo es el siguiente.

El capítulo uno, corresponde a los datos generales importantes de la empresa, además se explica brevemente la descripción general del proceso de elaboración del producto, la finalidad es formar en el lector una idea sobre la producción de azúcar, se menciona la misión y visión de la empresa, esta información establece el alcance a corto y largo plazo de la empresa.

El capítulo dos, corresponde al marco teórico para la ejecución del presente trabajo, para ello es necesario comprender aspectos teóricos para luego implementarlos en la aplicación práctica en la solución de aspectos que afectan a la empresa.

La comprensión de los principales conceptos garantizarán que se apliquen adecuadamente en la práctica, principalmente cuando se refiere a indicadores de monitoreo del servicio que presta el equipo del proceso.

Para la determinación de los cambios que se deben hacer dentro de la organización es necesario conocer la situación real de la empresa, el contenido del capítulo tres se refiere a esta parte importante.

El análisis debe ser profundo para identificar las mejoras, la finalidad es mejorar el servicio que se recibe del departamento de mantenimiento. Se evalúan cada uno de los equipos según el grado de influencia en el proceso de acuerdo a criterios que afecten en el costo y eficiencia de la empresa.

Finalizado el análisis de la situación actual se propone la implementación de la utilización de hojas electrónicas de Excel; en el capítulo cuatro, para el control de tiempo perdido de fábrica y la utilización de nuevos formatos para el registro de fallas y sus principales causas, la finalidad de éste es tomar acciones correctivas que mejoren la efectividad del mantenimiento.

La administración correcta de los recursos disponibles mejorará el departamento y permitirá que los costos relacionados al mantenimiento se reduzcan cada zafra.

El último capítulo se refiere a la parte del medio ambiente, se menciona el procedimiento actual para la reutilización de agua, evitando el desperdicio de tan importante recurso.

También se menciona el proceso de eliminación de hollín para evitar la contaminación de los alrededores de la empresa, mejorando de esta forma la calidad de vida de los habitantes de la comunidad donde se localiza la empresa.

1. GENERALIDADES DEL INGENIO LA UNIÓN S.A.

1.1. Descripción y ubicación de la organización

En la parte Sur de Guatemala, se encuentra ubicado el departamento de Escuintla, está conformado por 13 municipios que son: Escuintla (cabecera), Guanagazapa, Iztapa, La Democracia, La Gomera, Masagua, Nueva Concepción, Palín, San José, San Vicente Pacaya, Santa Lucía Cotzumalguapa, Siquinalá y Tiquisate.

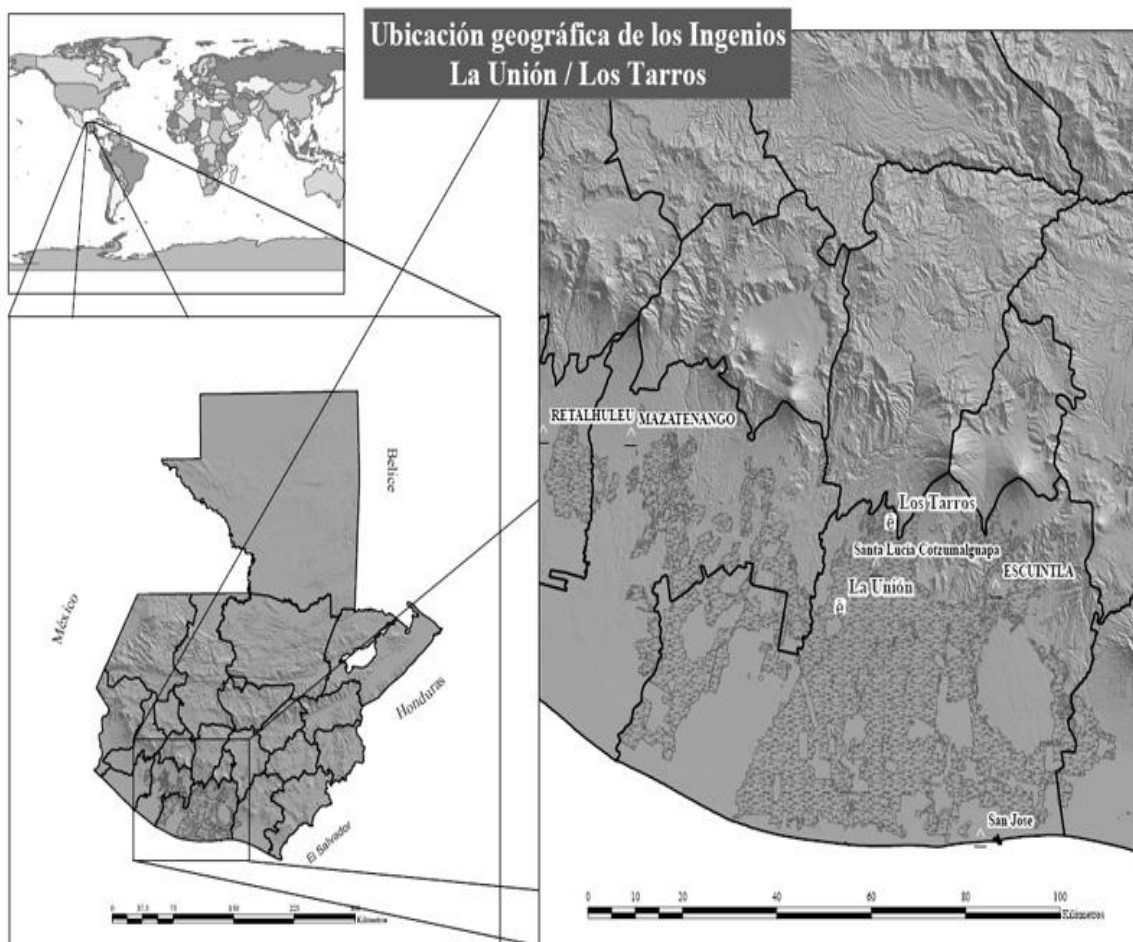
Las principales fuentes de empleo para la población de este territorio son los ingenios azucareros, las generadoras eléctricas, los beneficios de café y otras industrias que se han establecido debido a la cercanía del Puerto de San José como principal vía para importar y exportar productos.

La ciudad de Santa Lucía Cotzumalguapa, uno de los principales municipios de Escuintla, ubicada a 90 kilómetros de la ciudad Capital y a 34 kilómetros de la cabecera departamental de Escuintla, sobre vía totalmente asfaltada, está conformada por 5 aldeas, 6 caseríos, 5 microparciamientos y cerca de 115 fincas que son de importancia agroindustrial.

El 80% de la población de Santa Lucía Cotzumalguapa labora en la industria azucarera entre los más importantes están: Ingenio Madre Tierra, Los Tarros y La Unión.

El Ingenio La Unión comenzó operaciones el 20 de enero de 1970 en la Finca Belén, situada en Santa Lucía Cotzumalguapa, sobre el kilómetro 101 carretera al Cerro Colorado, Escuintla y en su primera zafra produjo 160 mil quintales de azúcar. La figura 1 muestra la ubicación geográfica del ingenio.

Figura 1. **Mapa de ubicación de la empresa**



Datum horizontal WGS84 - Fuente mapas base: Mapa de Cobertura del Suelo y Uso de la Tierra, escala 1:50,000; Modelo de Elevación Digital de la República de Guatemala, escala 1:50,000. MAGA-UPGGR. 2006.

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

1.2. Misión y visión

MISION: “Somos una agroindustria de recursos naturales renovables, buscamos optimizar recursos agrícolas e industriales, transformar materias primas con eficiencia y productividad; entregar productos y servicios confiables; satisfacer con calidad necesidades energéticas y alimenticias de clientes nacionales e internacionales a costos competitivos y precios razonables a través del respeto y desarrollo integral del personal; trabajo en equipo, tecnología actualizada; diversificación de productos y servicios, en un proceso de calidad total”.

“Estamos comprometidos con: la responsabilidad social de la empresa, la conservación del medio ambiente, la satisfacción de accionistas, colaboradores y proveedores; la continuidad, crecimiento y mejoramiento de nuestra empresa, contribuyendo con el desarrollo social y económico de Guatemala.”

VISION: “Ser la agroindustria líder en calidad total para lograr calidad, productividad y competitividad”.

1.3. Política

Al iniciar operaciones, toda empresa debe establecer una estrategia para poder permanecer y competir en el mercado tanto nacional como internacional, para ello es necesario establecer la política de calidad, ésta establece la posición de la empresa para poder satisfacer las necesidades de clientes.

“Producimos azúcar, subproductos y energía eléctrica con calidad para satisfacer las expectativas de los clientes, a través de la mejora continua de los procesos, el desarrollo del personal y uso de tecnología actualizada”.

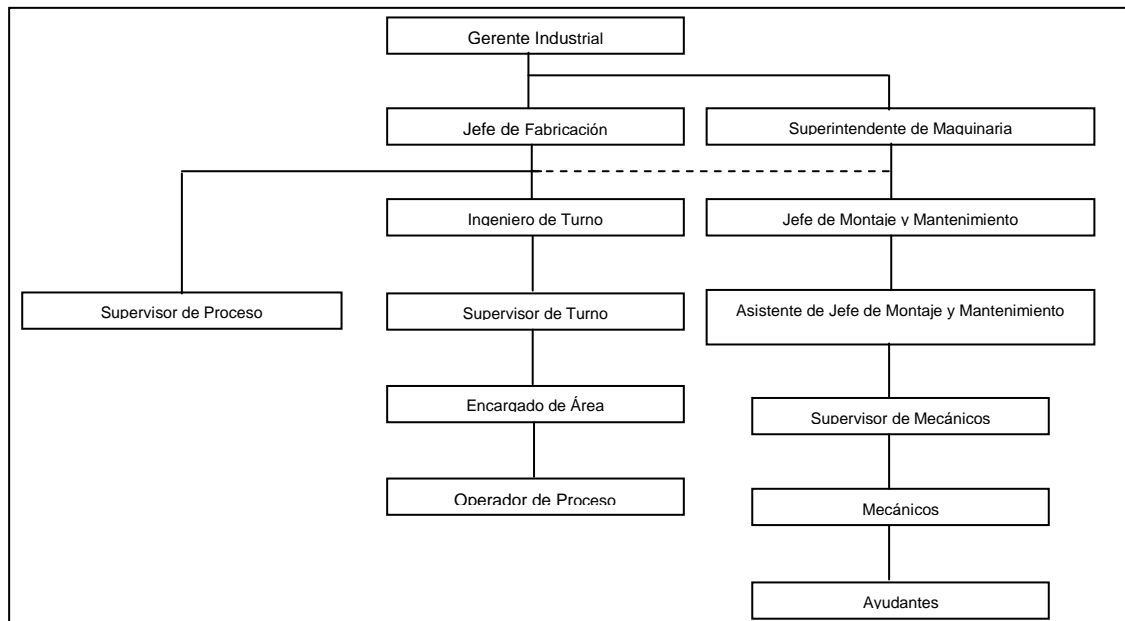
“Estamos comprometidos con la conservación del medio ambiente, la rentabilidad de la empresa y el desarrollo de nuestra comunidad”.

1.4. Estructura organizacional

En una organización es necesario destacar los distintos puestos y posiciones y la relación existente entre cada uno de ellos, en la empresa es utilizada la estructura organizacional funcional y la distribución del recurso humano es de acuerdo a su especialización.

La asignación de niveles jerárquicos y responsabilidades de cada uno de los departamentos que conforman la empresa se describe a continuación en la figura 2 la cual muestra la estructura organizacional.

Figura 2. Estructura organizacional de la empresa



Fuente: Ingenio la Unión S.A.

1.5. Descripción del proceso de elaboración de azúcar

- Preparación del campo: la localización de un ingenio no siempre obedece a un estudio de suelos, generalmente es influida por cuestiones socioeconómicas y políticas, debido a esto a veces el rendimiento es malo, por campos deficientes.

La preparación del campo es a través de la utilización de la cachaza (lodos que contienen desechos orgánicos de la caña misma), esto es utilizado como abono orgánico y reforzado con la utilización de fertilizantes químicos.

Durante el tiempo de crecimiento de la caña, el ingenio se dedica a su etapa de reparación de todo el equipo que se utiliza en el proceso de azúcar, generalmente de cinco a seis meses aproximadamente.

- Corte de la caña: antes del corte, una práctica común es la quema, con el propósito de eliminar fauna nociva, eliminación de las hojas y eliminación de agua, la desventaja es la aceleración de la descomposición y debe molerse en 72 horas máximo.

El corte en su mayoría es manual, a través de cuadrillas de gente subcontratada por contratistas que maquilan este servicio; para el llenado de las jaulas que transportan la caña hacia el ingenio se utilizan alzadoras, por la influencia del costo y velocidad de carga.

- Transporte de la caña: el transporte de la caña del campo hacia el ingenio, anteriormente se transportaba con tractores, pero debido a su lentitud, sin señales y mal manejo se vuelven peligrosos, por lo que actualmente se

hace a través de jaulas cañeras, debido a su capacidad de carga, velocidad de transporte y mayor seguridad.

La descarga de la jaula es a través del descargador de hilo, por su sencillez de maniobra y eficiencia de descarga, la caña de azúcar se deposita en las mesas alimentadoras a los conductores de caña, para hacerla pasar por las cuchillas picadoras como preparación, ya que es indispensable que la caña llegue a los molinos en pedazos pequeños para favorecer la extracción del jugo.

- Extracción del jugo: la extracción del jugo se logra al pasar la caña triturada a través de una serie de molinos, cada uno de ellos normalmente consta de cuatro rodillos acanalados (mazas de molinos) que ejercen una gran presión sobre la caña, para favorecer la extracción del jugo se agrega agua caliente (agua de imbibición) normalmente al último o antepenúltimo molino, así como también el jugo que se va extrayendo se suministran en forma regresiva y alternada a los molinos (maceración) hasta llegar al primer molino de donde es bombeado a básculas, estas descargan en los tanques de alcalizado donde se incluye una inyección de lechada de cal; la purificación del jugo se realiza por medio del óxido de calcio.
- Clarificación del jugo: una vez alcalizado el jugo es bombeado a los calentadores de guarapo, el guarapo calentado llega a los tanques clarificadores, estos tanques son decantadores, una vez decantado, el jugo sale por la parte superior como jugo claro y por la parte inferior todas las impurezas decantadas a las cuales se les dan el nombre de cachaza. Para recuperar el azúcar que se encuentra en los lodos sedimentados se emplean filtros de vacío con tambores rotatorios continuos (filtros de cachaza).

- Evaporación del exceso de agua en el jugo claro: el jugo claro que llega de la clarificación, contiene aproximadamente un 85% de agua, por lo que es bombeado a los intercambiadores de calor de múltiple efecto (triples o cuádruples) con el fin de evaporar el agua.

Los cuádruples trabajan con un diferencial de presión del primero al cuarto cuerpo con lo cual es posible aprovechar la vaporización del primer cuerpo para el calentamiento y evaporación del segundo cuerpo, la segunda para el tercero y la del tercero para el cuarto, de donde sale al condensador barométrico.

El condensado del primero y segundo cuerpo se utiliza como agua de alimentación de calderas y el tercero y el cuarto cuerpo como condensados amoniacaes para agua caliente a fábrica y agua de imbibición; el jugo concentrado resultante se le da el nombre de meladura.

- Cristalización del grano: la meladura resultante es bombeada a los cuerpos de vacío de un efecto (Tachos), donde se evapora a un grado predeterminado de sobresaturación.

Se agregan núcleos de cristales de azúcar previamente preparados (ensemillamiento) y por la adición de meladura y miel en algunos casos de acuerdo a la calidad de azúcar requerida se desarrolla el grano por evaporación controlada, los cristales se hacen crecer a un tamaño determinado hasta alcanzar los grados brix requerido, la mezcla de jarabe y cristales (masa cocida) se conduce a los cristalizadores, estos son tanques de agitación horizontal para evitar que se endurezca la masa.

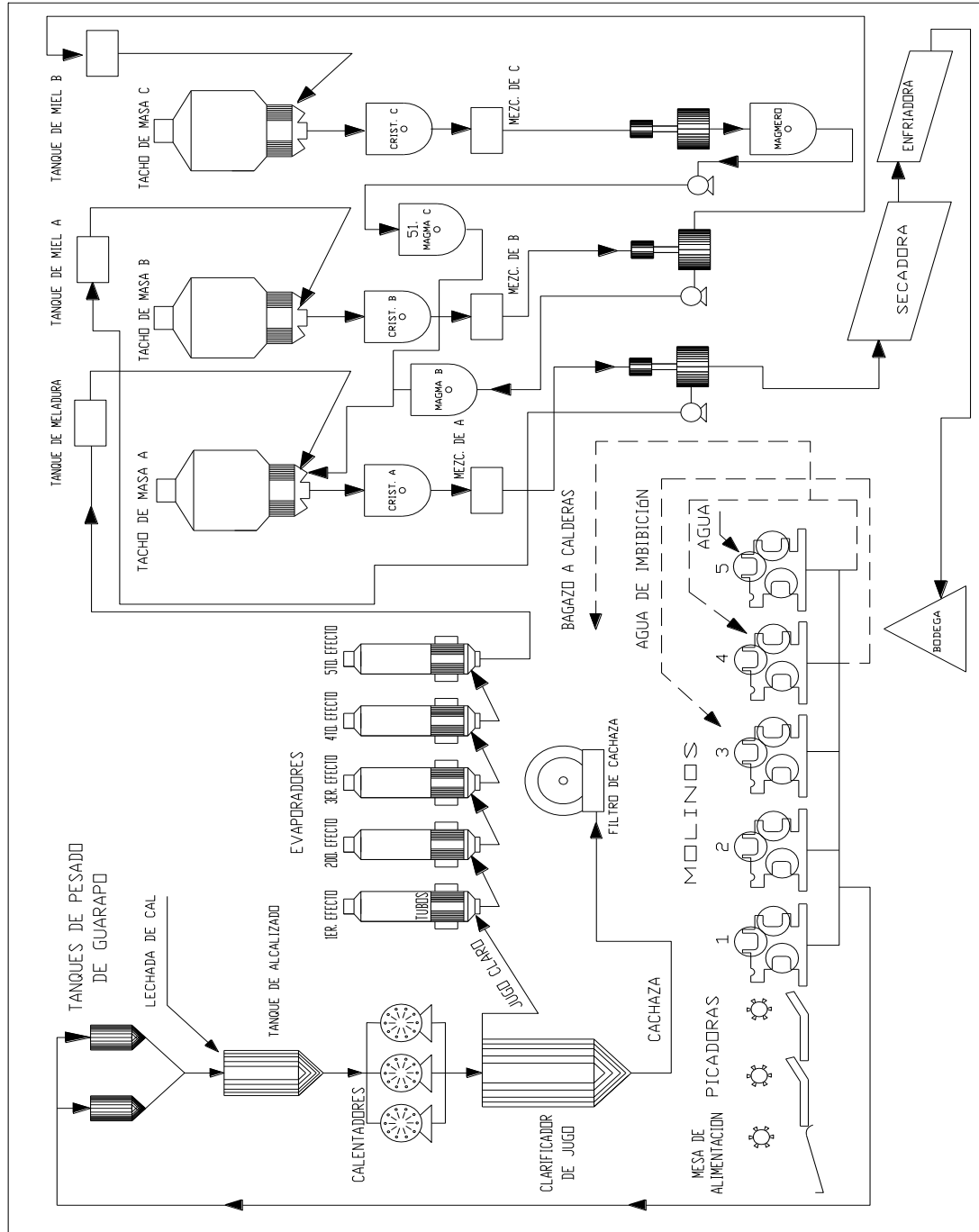
- Centrifugado de la masa: teniendo la masa de “A” en los mezcladores se alimenta a las centrífugas, las cuales separan el cristal o grano de azúcar de la miel, la miel obtenida se trata nuevamente en los “Tachos” (miel de A, miel de B o miel de C) para obtener una o dos cosechas más de cristales, el azúcar obtenido de esta templa es mezclada con agua, jugo claro o meladura para formar el magma la cual servirá para alimentar como inicio de templa de “A”.

El líquido final obtenido después de trabajarlo varias veces se conoce como melaza o miel final, ésta es almacenada en los tanques de almacenamiento para posteriormente ser procesada para la producción del alcohol. La melaza es un subproducto obtenido del proceso de azúcar y es comercializado a clientes específicos de la empresa.

- Envasado: mecánicamente son llenados, pesados y cocidos los sacos de azúcar, en presentaciones de 50 kg, posteriormente son enviados a bodega de azúcar a través de conductores de bandas, donde se acomodan de forma manual, para posteriormente cargar el producto final en el transporte de los clientes externos.

La figura 3, muestra los principales pasos para la extracción de azúcar en cada uno de los departamentos que conforman la empresa.

Figura 3. Proceso de fabricación de azúcar



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

2. MARCO TEÓRICO

La aplicación técnica de conceptos de mantenimiento industrial está basada en fundamentos teóricos que proporcionan la base para la solución de problemas reales, además facilita la comprensión de términos empleados en el presente trabajo.

2.1. Conservación

Conservación es toda acción humana que, mediante la aplicación de los conocimientos científicos y técnicos, contribuye al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes en el hábitat humano y propicia con ello, el desarrollo integral del hombre y de la sociedad.

2.2. Mantenimiento

Mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos, máquinas, etc., para que éstos continúen o regresen a proporcionar el servicio con la calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues son ejecutados con ese fin.

Es importante recordar que el equipo es un medio y el servicio es un fin que deseamos conseguir.

- Objetivos y funciones del mantenimiento

Los principales objetivos del mantenimiento, manejados con criterio económico y encausado a un ahorro en los costos generales de producción son:

- ✓ Llevar a cabo una inspección sistemática de todas las instalaciones, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste o rotura, manteniendo los registros adecuados.
- ✓ Mantener permanentemente los equipos e instalaciones, en su mejor estado para evitar los tiempos de parada que aumentan los costos.
- ✓ Efectuar las reparaciones de emergencia lo más pronto, empleando métodos más fáciles de reparación.
- ✓ Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y equipos para disminuir las posibilidades de daño y rotura.
- ✓ Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiencia del tiempo, materiales, hombres y servicio.

- Funciones del mantenimiento

- Funciones primarias

- ✓ Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones
- ✓ Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones
- ✓ Nuevas instalaciones de equipos y edificios
- ✓ Desarrollo de programas de mantenimiento preventivo y programado
- ✓ Selección y entrenamiento de personal

- Funciones Secundarias

- ✓ Asesorar la compra de nuevos equipos
- ✓ Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros
- ✓ Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros
- ✓ Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección
- ✓ Llevar la contabilidad e inventario de los equipos

- Actividades y responsabilidades del mantenimiento

A continuación se relacionan las principales actividades y responsabilidades del departamento de mantenimiento:

- ✓ Dar la máxima seguridad para que no se presenten paros en la producción.
- ✓ Mantener el equipo en su máxima eficiencia de operación.
- ✓ Reducir al mínimo el tiempo de paro.
- ✓ Reducir al mínimo los costos de mantenimiento.
- ✓ Investigar las causas y soluciones de los paros de emergencia.
- ✓ Planear y coordinar la distribución del trabajo acorde con la fuerza laboral disponible.
- ✓ Proporcionar y mantener el equipo de taller requerido.
- ✓ Preparar anualmente un presupuesto, con justificación adecuada que cubra el costo de mantenimiento.

2.3. Mantenimiento preventivo

En esta estrategia se interviene la máquina periódicamente para inspeccionar y reemplazar componentes, aún cuando el equipo esté operando satisfactoriamente.

Este tipo de mantenimiento es programable y existen varios procedimientos para llevarlo a cabo.

2.3.1. Mantenimiento predictivo

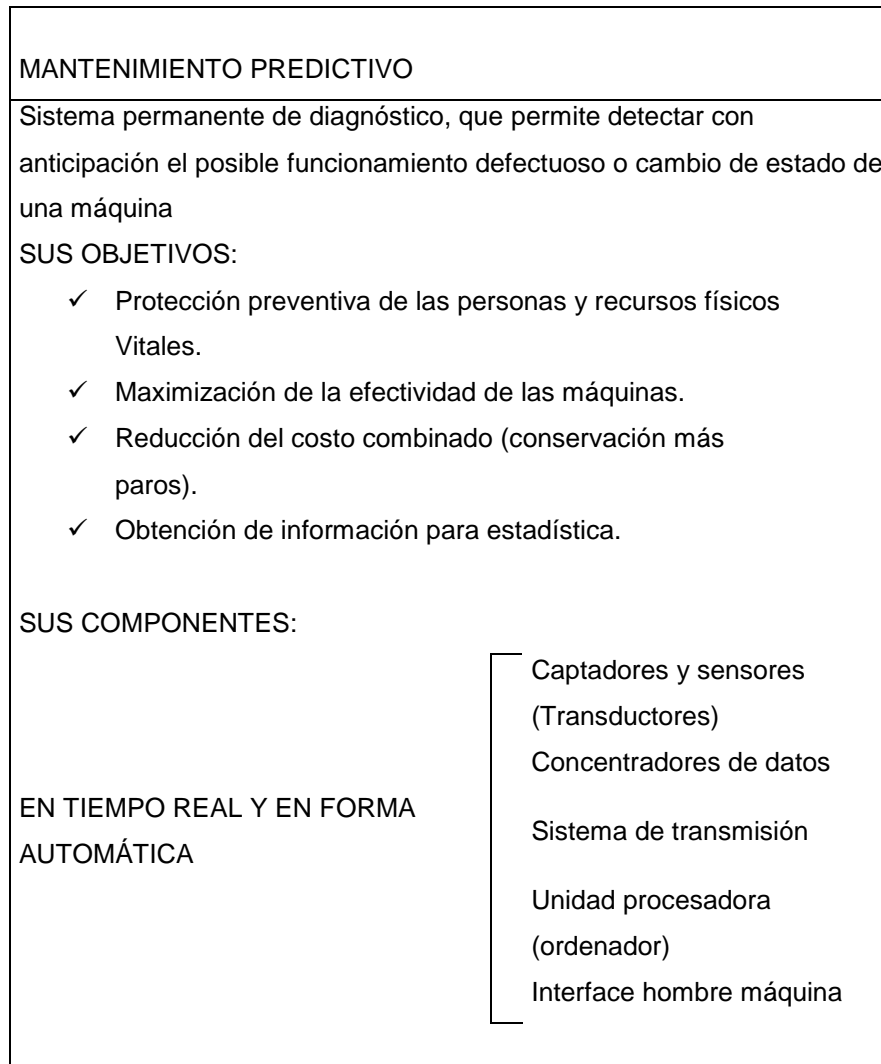
Este procedimiento de mantenimiento preventivo se define como un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio que esté entregando un equipo.

Este tipo de mantenimiento requiere, para su aplicación, de un estudio profundo del recurso que se va a mantener para conocer sus partes vitales, su tiempo de vida útil y la calidad de servicio que se espera de cada una de ellas, así como de su conjunto. La ventaja de éste es que se puede obtener en tiempo real lo siguiente:

- Información sobre el proceso de planta
- Estadística
- Diagnóstico predictivo de funcionamiento
- Cambio automático de elementos redundantes para salvaguardar la calidad del servicio

En la figura 4, se describen breves conceptos sobre los tipos de mantenimiento.

Figura 4. **Síntesis del mantenimiento preventivo**



Fuente: DOUNCE, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. p. 45.

2.3.2. Mantenimiento periódico

Es un procedimiento de mantenimiento preventivo, de atención periódica, rutinaria, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de

funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación.

Esta forma de mantenimiento, cada vez que se ejecuta, logra que el recurso tenga de nuevo los niveles de fiabilidad requeridos; su costo es alto, por lo que se recomienda sólo para recursos calificados como vitales y algunos importantes.

2.3.3. Mantenimiento progresivo

Este tipo de mantenimiento consiste en atender al recurso por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo muerto de éste.

El manual que se diseña para este caso es más sencillo que cualquiera de los usados en otro tipo de mantenimiento, ya que los cambios de piezas se harán solamente cuando presenten fallas. Por esto el mantenimiento progresivo, aunque es el menos costoso de todos, también es el que menor fiabilidad proporciona.

2.4. Mantenimiento correctivo

Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada. Este tipo de mantenimiento se divide en dos ramas:

2.4.1. Mantenimiento correctivo contingente

Se refiere a las actividades que se realizan en forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier causa, y se tiene que actuar en forma emergente y en el mejor de los casos bajo un plan contingente.

Las labores que en este caso deben realizarse, tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio; es decir, que ésta se coloque dentro de los límites esperados por medio de arreglos provisionales relacionados con la falla, evitando hacer trabajos adicionales.

2.4.2. Mantenimiento correctivo programable

Se refiere a las actividades que se desarrollan en los equipos o máquinas que están proporcionando un servicio trivial y éste, aunque necesario, no es indispensable para dar una buena calidad de servicio, por lo que es mejor programar su atención, por cuestiones económicas.

2.5. Preservación

El funcionamiento normal de cualquier sistema, máquina o equipo, tiende a deteriorar más su estado físico. Para que éstos lleguen a cumplir su tiempo de vida útil, es necesario pensar cuidadosamente cómo se deben proteger.

Por ello, debemos analizar cualquier recurso que deseamos proteger y planear con cuidado los trabajos que realizaremos, la preservación está dirigida exclusivamente al recurso y no al servicio que este ofrece.

Preservación es la acción humana encargada de evitar daños a los recursos existentes.

Existen dos tipos de preservación: la preventiva y la correctiva. La diferencia estriba en si el trabajo se hace antes o después de que haya ocurrido un daño en el recurso; por ejemplo, pintar una tolva recién instalada, es un trabajo de preservación preventiva, pero este mismo trabajo se califica como de preservación correctiva si fue hecho para repararla.

- Preservación preventiva: son los trabajos desarrollados en un recurso, a fin de evitar su degeneración, o que sea atacado por agentes nocivos.
- Preservación correctiva: son los trabajos de rehabilitación que han de desarrollar un recurso cuando éste se ha degenerado o ha sido atacado por agentes nocivos.

2.5.1. Preservación progresiva

Después de un largo funcionamiento, los equipos deben ser revisados y reparados más a fondo, por lo que es necesario hacerlo fuera del lugar de operación del equipo. En algunos casos y para algunos equipos que exigen frecuentes labores artesanales, resulta económico para las empresas tener personal y talleres propios que atiendan éstos trabajos; en otras ocasiones, cuando se necesita un trabajo de preservación más especializado, se prefiere contratar talleres en áreas cercanas.

2.5.2. Preservación periódica

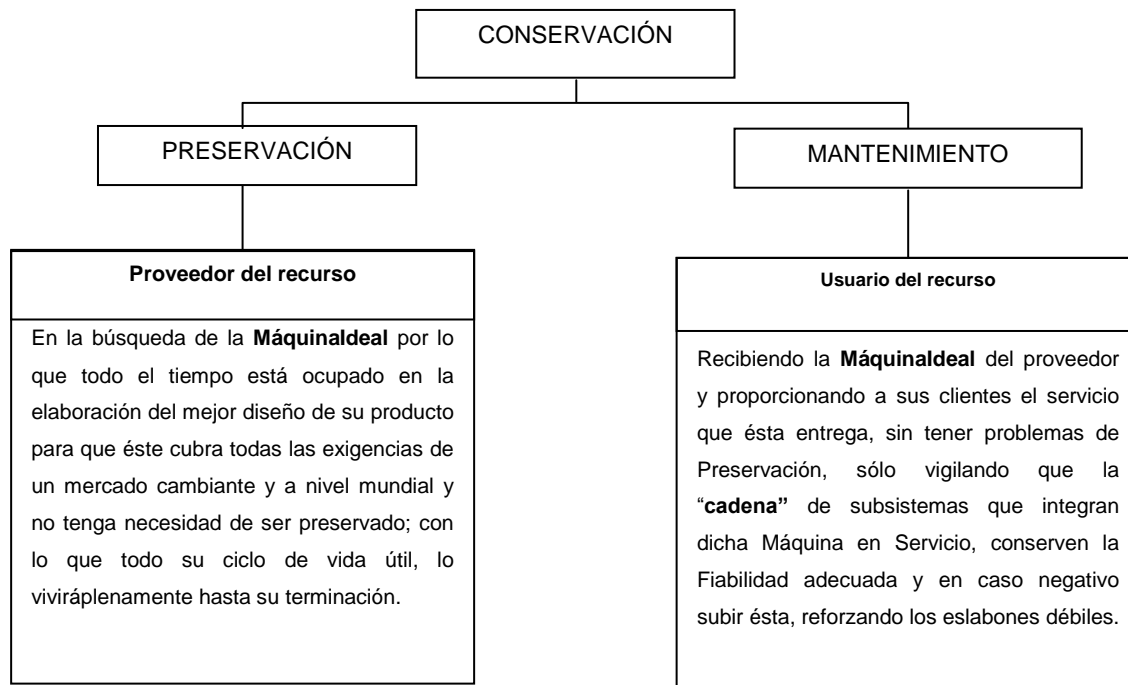
Se refiere al cuidado y protección racional del equipo durante y en el lugar donde está operando. La preservación periódica, a su vez, se divide en dos niveles: el primero se refiere al nivel del usuario del recurso, y el segundo al de un técnico medio.

- Primer nivel. El usuario del recurso tiene como primera responsabilidad conocer a fondo el instructivo de operación y la atención de las labores de preservación asignadas a su cargo (limpieza, lubricación, pequeños ajustes y reparaciones menores).
- Segundo nivel. Corresponde al técnico medio, el cual necesita un pequeño taller, con aparatos de prueba y herramientas indispensables para poder proporcionarle al equipo los “primeros auxilios”.

2.5.3. Preservación total

Éste es ejecutado generalmente por el fabricante del equipo en sus propios talleres, los cuales pueden hacer cualquier tipo de reparación, reconstrucción, rehabilitación total (overhaul) o modificación.

Figura 5. **Trabajos de conservación**



Fuente: DOUNCE, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. p. 41.

2.6. Planeación

La planeación permite estimar las actividades que estarán sujetas a la cantidad y calidad de mano de obra necesaria, los materiales y repuestos que se deberán emplear, así como el equipo y el tiempo probables en el trabajo que se pretende desarrollar.

Nota: la planeación debe prever tiempos muertos por factores diversos, cuya probabilidad de ocurrencia y lapsos los da la experiencia.

En general, la planeación supone definir metas organizacionales y proponer medios para alcanzarlas. Los administradores planean por tres razones:

- Para establecer una dirección general para el futuro de la organización.
- Para identificar y comprometer los recursos de la organización en el cumplimiento de sus metas, y
- Para decidir qué actividades son necesarias para conseguirlo.

2.6.1. ¿Por qué planear?

La planeación es la función administrativa básica por excelencia. Cuando se realiza adecuadamente, da la pauta para las funciones de organización, dirección e inspección.

La planeación es el proceso formal de:

- Seleccionar la misión y las metas generales de una organización tanto a corto como a largo plazo.
- Determinar metas divisionales, departamentales e incluso individuales basadas en las metas organizacionales.
- Elegir estrategias y tácticas para el cumplimiento de esas metas y
- Asignar recursos (personas, dinero, equipo e instalaciones) para el cumplimiento de dichas metas, estrategias y procedimientos.

Si se le lleva a cabo apropiadamente, la planeación contribuirá a:

- La identificación de oportunidades futuras.
- La previsión y prevención de problemas futuros y

- El desarrollo de cursos de acción (estrategias y procedimientos).

De éste modo, una organización tendrá más posibilidades de alcanzar sus metas generales.

2.6.2. Ventajas de la planeación

- Disminuir las interrupciones imprevistas de producción.
- Mejorar la distribución de la ocupación de la mano de obra.
- Reduce los niveles de incertidumbre que se pueden presentar en el futuro, más no los elimina.
- Prepara a la empresa para hacer frente a las contingencias que se presenten, con las mayores garantías de éxito.
- Establece un sistema racional para la toma de decisiones.
- Las decisiones se basan en hechos y no en emociones.
- Promueve la eficiencia al eliminar la improvisación.
- Proporciona los elementos para llevar a cabo el control.
- Permite al ejecutivo evaluar alternativas antes de tomar una decisión.

2.6.3. Definición de misión

Es el motivo, propósito, fin o razón de ser de la existencia de una empresa u organización porque define:

- Lo que pretende cumplir en su entorno o sistema social en el que actúa,
- Lo que pretende hacer, y
- El para quién lo va a hacer; y es influenciada en momentos concretos por algunos elementos como: la historia de la organización, las preferencias

de la gerencia y/o de los propietarios, los factores externos o del entorno, los recursos disponibles, y sus capacidades distintivas.

2.6.4. Definición de objetivo

Es una meta o finalidad a cumplir para la que se disponen medios determinados. En general, la consecución de un determinado logro lleva implícita la superación de obstáculos y dificultades que pueden hacer naufragar el proyecto o, al menos, dilatar su concreción.

2.6.4.1. Objetivos a largo plazo

Son aquellos que se proyectan a un tiempo mayor de tres años.

2.6.4.2. Objetivos a corto plazo

Cuando se determinan para realizarse en un término menor o igual de un año. Éstos a su vez pueden ser:

- Inmediatos: aquellos que se establecen hasta seis meses.
- Mediatos: se fijan para realizarlos en un período mayor de seis meses, o menor de doce meses.

2.6.5. Estrategias

Son los principales cursos de acción que sigue una organización para cumplir sus metas. Estas nos ayudan a enfrentar las amenazas e identificar el aprovechamiento de oportunidades de mejora.

La función estratégica es aquella que se desarrolla en cualquier momento para obtener resultados en un futuro.

Es necesaria la implementación de estrategias, especialmente para el cumplimiento de los objetivos a largo plazo, ya que de aquí surgirán las acciones estratégicas.

En nuestro medio generalmente se usan las acciones tácticas, por lo que los problemas se vuelven repetitivos y el tiempo se desperdicia reduciendo la productividad.

Hay que tener presente siempre que un buen dirigente planea y actúa en primer lugar, en forma estratégica para analizar y resolver cualquier situación que se le presente; y después basado en el plan estratégico, planifica sus actividades tácticas.

2.6.6. Asignación de recursos

La asignación de recursos es de acuerdo a lo que se dispone, generalmente es de acuerdo a los siguientes criterios:

- De acuerdo al volumen de trabajo existente
- De acuerdo a los recursos disponibles en la empresa
- De acuerdo a la prioridad de las actividades que se deben realizar
- De acuerdo a la calidad del trabajo que se requiere

2.7. ¿Qué es un indicador de gestión?

Expresión matemática que cuantifica el estado de la característica o hecho que se desea controlar. Ejemplos, cantidad de defectuosos por semana, rotación del personal, número de accidentes mensuales, porcentaje de incumplimiento del estándar, errores por informe.

Hay que tener presente que un indicador es una relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, y que por medio de éstas permiten analizar y estudiar la situación y las tendencias de cambio generadas por un fenómeno determinado, respecto a unos objetivos y metas previstas o ya indicadas.

De tal manera se entiende que los indicadores de gestión pueden ser valores, unidades, índices, series estadísticas y entre otros; es decir, que es como la expresión cuantitativa del comportamiento o el desempeño de toda una organización o una de sus partes, cuya magnitud al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se tomaran acciones correctivas o preventivas según el caso.

De igual modo hay que tener presente que los indicadores de gestión son un medio y no un fin, ya que el indicador es un apoyo para saber el estado actual de la organización.

Es un indicio expresado numéricamente o en forma de concepto, sobre el grado de eficiencia o eficacia de las operaciones de la entidad, una dependencia o un área. El indicador compara dos cifras o datos. Con base en su interpretación se puede cualificar una acción y orientar análisis más detallados en los aspectos en los que se presume desviaciones. El indicador facilita el control y el autocontrol y por consiguiente la toma de decisiones, en la

medida en que sea posible relacionarlos con cantidad, calidad, costos, oportunidad y productividad.

Los parámetros son aspectos a evaluar en un enfoque sistémico de gestión de una unidad u organización (sistema conductual). Efecto, impacto, eficacia, eficiencia, economía y calidad son parámetros de gestión.

Los indicadores son referencias numéricas que relacionan variables para mostrar el desempeño de la unidad u organización con relación a uno de los parámetros de gestión. Las variables son representaciones cuantitativas de una característica.

Los indicadores de gestión son por encima de todo una información, por lo cual no se puede indicar que simplemente es un dato determinado de calificación de la empresa; teniendo en cuenta que es una información, los indicadores de gestión deben tener los atributos de la información, tanto en forma individual como grupal. Según Senn los indicadores de gestión poseen los siguientes atributos de la información:

- Exactitud
- Forma
- Frecuencia
- Extensión
- Origen
- Temporalidad
- Relevancia
- Oportunidad.

2.7.1. Objetivos de los indicadores

- Identificar y tomar acciones sobre los problemas operativos.
- Medir el grado de competitividad de la empresa frente a sus competidores nacionales e internacionales.
- Satisfacer las expectativas del cliente mediante la reducción del tiempo de entrega y la optimización del servicio prestado.
- Mejorar el uso de los recursos y activos asignados, para aumentar la productividad y efectividad en las diferentes actividades hacia el cliente final.
- Reducir gastos y aumentar la eficiencia operativa.
- Compararse con las empresas del sector en el ámbito local y mundial.

2.8. ¿Para qué se utilizan?

Debido que a las organizaciones actualmente les afecta diferentes factores en su desempeño, de las áreas que componen la organización conforman el área.

El comportamiento de estos factores es probabilístico y no determinístico ya que estos buscan reducir la incertidumbre por medio de la información registrada o captada.

Algunas de las causas por las que se quiere obtener esta información son:

- la exposición de la información
- la creciente complejidad de la administración
- el ritmo rápido del cambio

- la interdependencia de las unidades que conforman la organización
- el reconocimiento de la información como recurso
- la evolución y la disponibilidad de la tecnología y de telecomunicaciones
- la necesidad de desarrollo de las organizaciones y de las personas.

2.9. ¿Por qué se utilizan?

Estos se utilizan ya que traen una ventaja fundamental para la empresa; ya que el uso de los indicadores traen consigo una reducción drástica de la incertidumbre, de la angustia y la subjetividad, con el consecuente incremento de la efectividad de la organización y el bienestar de todos los trabajadores.

Estas son algunas ventajas que traen el uso del manejo de los indicadores de gestión:

- estimular y promover el trabajo en equipo
- contribuir al desarrollo y el crecimiento tanto personal como del equipo dentro de la organización
- generar un proceso de innovación y enriquecimiento del trabajo diario
- impulsar la eficiencia, la eficacia y la productividad de las actividades de cada uno de los negocios.

2.10. ¿Cómo es su composición?

Un indicador correctamente compuesto posee las siguientes características:

- **Nombre:** es la identificación y la diferenciación de un indicador , por lo cual es muy importante que este sea concreto y debe definir claramente su objetivo y la utilidad.
- **Formas de cálculo:** al tratarse de un indicador cuantitativo, se debe tener en cuenta la fórmula matemática que se va emplear para el cálculo de su valor, esto implica la identificación exacta de los factores y la manera como ellos se relacionan.
- **Unidades:** es la manera como se expresa el valor de determinado del indicador dado por unidades, las cuales varían de acuerdo con los factores que se relacionan.
- **Glosario:** este punto es de vital importancia, ya que es importante que el indicador se encuentre documento o anexados términos que especifican de manera exacta los factores que se relacionaran en el cálculo del indicador.

2.11. Tipos de indicadores

En general se pueden identificar tres tipos de indicadores de utilización de recursos e insumos:

2.11.1. Indicadores de eficiencia

Se utilizan para medir el uso racional de los insumos y los recursos utilizados en el proceso como: datos, materiales, talento humano, equipos e instalaciones, dinero e información.

2.11.2. Indicadores de eficacia

Permiten medir el logro de los resultados en pro de la satisfacción de necesidades, al cumplir con todos los atributos de los productos o servicios exigidos por los clientes en términos de calidad, cumplimiento, comodidad, confiabilidad, costo y oportunidad.

2.11.3. Indicadores de productividad

Miden el impacto de los resultados del cliente o usuario, es decir en el entorno, lo que puede entenderse como la medición del logro de los objetivos de la organización o del proceso, en términos de participación en el mercado, adaptación a las necesidades de los clientes, cobertura de necesidades, cumplimiento de lo programado, productividad, competitividad y crecimiento.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para la implementación de mejoras, es necesario conocer el estado actual del departamento de mantenimiento, en base a éstos datos se proponen cambios para el mejoramiento del registro y análisis de datos.

Para el registro de datos se propone el uso de nuevos formatos, en los que el usuario debe ingresar datos, éstos servirán para obtener reportes de acuerdo al período que se desee evaluar, a continuación se presenta el procedimiento empleado para el análisis de la situación actual.

3.1. Análisis de datos de fallas existentes en la empresa

Regularmente durante el proceso de elaboración de productos, ocurren fallas y averías que provocan pérdidas económicas a la empresa, elevando de ésta forma los costos de producción por unidad, reduciendo la competitividad de la empresa en el mercado nacional e internacional.

Debido a la existencia de éstas anomalías durante el proceso, es necesario interpretar los datos de fallas que se registran durante el período de elaboración del producto, ésta es la principal causa que provoca mayores pérdidas en las empresas, ya que el análisis no se realiza, utilizando generalmente el tipo de mantenimiento correctivo, debido a que no es posible predecir las fallas. Es importante mencionar que la planeación actual del mantenimiento es correctiva y se genera en el instante en que se genera la falla.

La tabla I, presenta las horas perdidas en fábrica durante el proceso de fabrica del período de zafra 2004-2005 y se muestran por departamento para facilitar su comprensión.

Tabla I. Número de horas perdidas por mantenimiento en proceso de fábrica

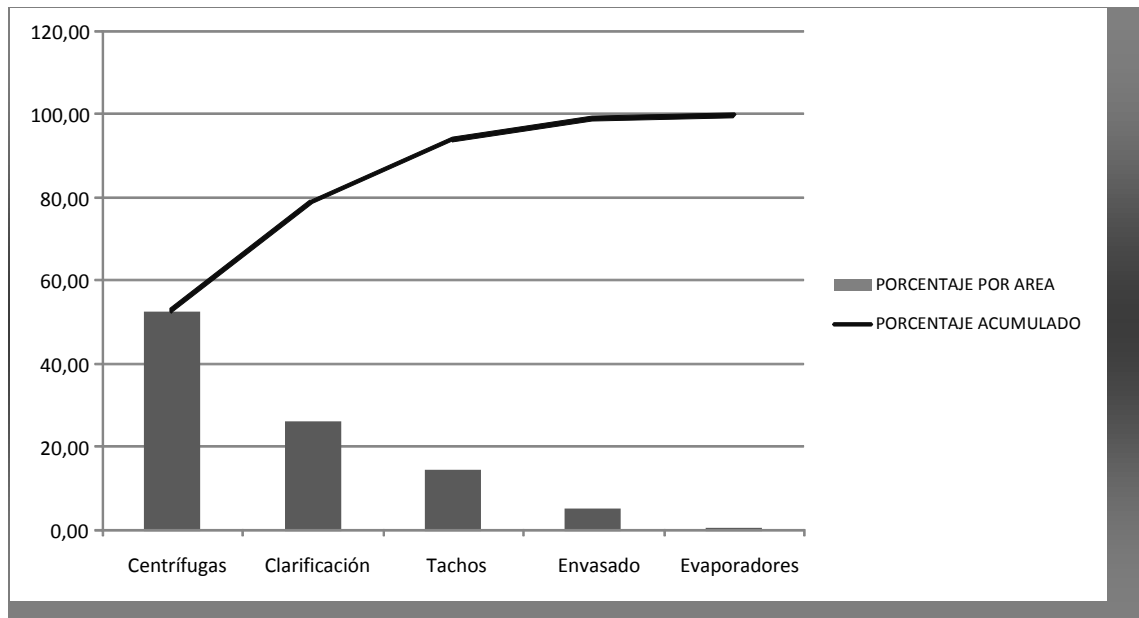
HORAS PERDIDAS DEBIDO A PROBLEMAS DE MANTENIMIENTO EN LAS MÁQUINAS				
DEPARTAMENTO	No. DE FALLAS	HRS. PERDIDAS	%	% ACUMULADO
Centrífugas	54	135,66	52,94	52,94
Clarificación	82	67,28	26,25	79,19
Tachos	43	38,16	14,89	94,08
Envasado	53	13,66	5,33	99,41
Evaporadores	44	1,5	0,59	100,00
TOTAL		256,26	100	

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

Se puede observar en la tabla anterior que el departamento que presenta más fallas es el departamento de clarificación y representa el 26,25% de tiempo perdido del total de tiempo acumulado por fallas debido a mantenimiento.

A partir de la tabla anterior se muestra en la figura 6 que solamente los departamentos de centrífugas y clarificación representan el 80% de tiempo perdido en fábrica, de aquí corresponde al departamento de mantenimiento tomar acciones para reducir el tiempo perdido en éstos departamentos y mejorar la eficiencia de la línea de producción.

Figura 6. Pareto de % de tiempo de falla en fábrica (zafra 2004 – 2005)



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

Debido a que el 80% de tiempo perdido en fábrica lo constituyen los departamentos de clarificación y centrifugas, el departamento de mantenimiento coordina a través del proveedor de los equipos, capacitación para el personal para facilitar su mantenimiento correcto y de esta manera garantizar mejor el funcionamiento del equipo, mejorando de esta forma los conocimientos del personal sobre neumática y el sistema automático de estas máquinas.

3.1.1. Bitácoras para el registro de fallas

Se tomaron los datos de los registros de fallas como base para la identificación de los equipos que requieren de la implementación de rutinas de mantenimiento.

Debido a que el proceso es continuo, es necesario que la reparación se realice inmediatamente en los equipos, el tipo de mantenimiento ejecutado actualmente es correctivo y los registros de cada una de las intervenciones del departamento de mantenimiento se registran en bitácoras al final del turno y se detallan las fallas relacionadas al proceso y equipo.

Debido a que no se tiene estimado el tiempo real del tiempo perdido por cada equipo se implementaran formatos para el control de tiempos por cada equipo.

3.1.2. Formato para la recopilación de datos

Se tomaron los datos de las bitácoras a partir del formato para la recopilación de datos, ya que solamente se cuenta con un cuaderno de actas (bitácora) para informar de lo sucedido durante un turno de producción, la falta de éste provoca los siguientes problemas:

- No permite recopilar información para determinar el tiempo perdido y sus causas.
- Estadísticas de fallas por cada uno de los equipos que operan en la fábrica.
- Ausencia de reportes por período de producción, así como gráficas de datos.
- No se define el área y equipo que ha provocado mayores pérdidas de tiempo en fábrica, así como también las causas más importantes.

Los problemas mencionados anteriormente, justifican la implementación de un formato para la recopilación de datos de problemas de fallas y sus respectivas causas.

La figura 7, muestra el formato que fue diseñado para obtener datos durante la zafra 2004-2005, del área de clarificadores, se deben completar los siguientes campos:

- Fecha: se debe introducir la fecha en que se reporta la falla.
- Descripción de la falla: en esta casilla se ingresan las características que presenta la falla, con el objetivo de conocer el comportamiento de cada avería.
- Equipo: esta celda contiene información sobre equipos de cada área, el personal encargado de llenar el formato debe seleccionar el equipo que ha fallado.
- Fecha: se reporta la fecha inicial de falla y fecha final en que se entrega el equipo en buenas condiciones.
- Hora: se anota la hora inicial de la falla y la hora final de reparación para el conteo respectivo de las horas perdidas.

Figura 7. Formato para recopilación de datos de fallas de clarificadores

	Bitácora de fallas de Clarificadores							
FECHA DE INICIO: <u>18/11/2004</u> FECHA FINAL: <u>28/07/2005</u>								
FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	EQUIPO	PARTE DEL EQUIPO:	FECHA DE INICIO	HORA INICIO DE LA FALLA	FECHA FINAL DE REPARACIÓN	HORA FINAL DE REPARACIÓN	TOTAL TIEMPO PERDIDO
01/01/2004								
f. _____								
_____					Vo.Bo. Jefe de Mantenimiento			
Elaboró: Asistente Jefe de Mantenimiento								

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Recopilación de datos de fallas

DIA DE ZAFRA	FECHA	NOMBRE DEL EQUIPO	PARTE DEL EQUIPO	AREA	FALLA
1	16/11/2004	Tanque Jugo Alcalizado lado de crudo		clarificación	Falla en automática de nivel de tanque
	16/11/2004	Bomba de condensado de 2do efecto		evaporadores	Cambio de acoplamiento omega 3
	16/11/2004	Conductor de cachaza	Conductor	clarificación	6 tablillas quebradas
	16/11/2004	Bomba de transferencia No.9	Impelentes	evaporadores	No bombeaba normal
	16/11/2004	Agitador de Cachazón	Sprockets	clarificación	Desalineación sprockets
2	17/11/2004	Enfriadora de Crudo	Fondo enfriadora	envasado	Tope de lámina con peines interiores
	17/11/2004	Secadoras	Tubería	envasado	Falta de medidor de presión
	17/11/2004	Clarificador #4	Válvula de alimentación	clarificación	Válvula de alimentación no regula
	17/11/2004	Centrifugas	Cepillo de fajas	centrifugas	Ninguna
	17/11/2004	Centrifugas	Faja de 48"	centrifugas	Se dispara constantemente
	17/11/2004	Filtro de cachaza # 1	Manguera de vacío alto	clarificación	Manguera de vacío alto roto
3	18/11/2004	Cristalizador # 5	Chumacera del gusano	Tachos	Chumacera del gusano cabecea
	18/11/2004	Filtro de cachaza # 6	Tubería de agua caliente	clarificación	Rosca rota de tubería de spray
	18/11/2004	Filtro de cachaza # 6	Bandeja de cachaza	clarificación	Agujero y está delgada la bandeja
4	19/11/2004	Filtros de Cachaza		clarificación	Fugas
	19/11/2004	Centrifugas	Tubería	centrifugas	Fugas en tubería
	19/11/2004	Filtros de Cachaza	Tubería de cachaza	clarificación	Fugas en tubería de cachaza
	19/11/2004	Tacho # 5	Agitador	Tachos	Ruido anormal
	19/11/2004	Tacho # 6	Tubería de descarga	Tachos	Tubería de descarga tapada
	19/11/2004	Tacho # 5	Motor reductor agitador	Tachos	
	19/11/2004	Filtro de cachaza # 1	Peine	clarificación	Ya no raspa bien el peine

Fuente: elaboración propia.

La tabla II, se obtuvo de las bitácoras de reporte del supervisor de proceso y únicamente se muestran 4 días para ejemplificar el procedimiento para la recopilación y análisis de las fallas que ocurrieron durante la zafra, la tabla I de la página 32, se obtuvo a partir de los datos obtenidos con éste formato.

Anteriormente no se había definido el formato específico para recopilar información relacionada con tiempos muertos de los equipos, por lo que la recopilación de información relacionada a tiempos muertos era deficiente, se propone el uso del formato de la figura 6 de la página 36, para la obtención de registros de tiempos relacionados a las fallas de equipos, en este ejemplo se refiere a los clarificadores.

3.1.3. Análisis de datos correspondientes a las bitácoras

Los datos que se registran en las bitácoras, solamente muestran evidencias de lo que ha sucedido durante el turno, el análisis de fallas por equipo aún no se realiza, es necesaria la implementación de nuevos formatos y asignación de personal para elaborar ésta tarea importante dentro de la empresa. En este caso solamente se toman acciones correctivas, y se registran en ocasiones en la bitácora.

Generalmente el proceso que se utiliza para corregir las averías de los equipos es a través del supervisor, el operador del equipo informa sobre la falla existente al supervisor, éste se encarga de enviar al mecánico de turno para que corrija la falla así como también le provee de todos los repuestos e insumos necesarios para la corrección.

3.2. Pérdidas que afectan la falta de implementación de indicadores

La falta de indicadores se relacionan con pérdida en el proceso de producción, los problemas que se presentan frecuentemente son los siguientes: el mantenimiento de equipo, evaluación de trabajos de mantenimiento, calidad del producto. En éste caso únicamente se tomará en cuenta el tiempo perdido por equipo y sus respectivas causas, a través del reporte de órdenes de trabajos recibidas y ejecutadas.

3.2.1. Situación actual del tiempo perdido en fábrica

El tiempo perdido que se toma en cuenta en fábrica generalmente son los que se relacionan con paradas de equipos que influyen en la eficiencia de la producción. La tabla I de la página 32 muestra los tiempos perdidos en cada una de las áreas del proceso de fabricación.

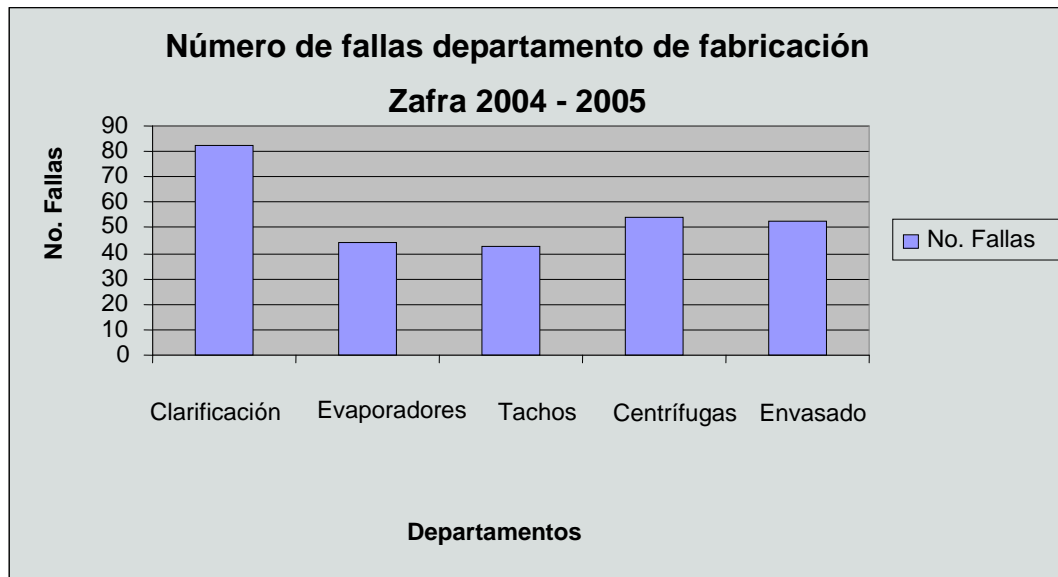
A continuación se detallan los problemas que provocan tiempo perdido en fábrica, se detectaron en la fase de observación del equipo en el proceso de producción y a través de reportes.

- Conductores de cachaza: éstos funcionan a través de una cadena que está provista de tablillas que transportan la cachaza hasta la tolva para cargar los camiones, los problemas más frecuentes en éstos, es la falla de los eslabones de la cadena.
- Alineamiento de fajas del gusano de alimentación de secadora: el desalineamiento de las fajas provoca fricción y aumento de temperatura en su periferia provocando que falle en operación.

- Bombas de sacarato: se interrumpe el proceso cuando uno de los elementos que componen la bomba empieza a fallar, por ejemplo: lainer, el rotor, las fajas que acoplan la bomba con el motor, etc.
- Conductores de bagazo: consiste en cadenas que están provistas de tablillas que transportan el bagacillo al hogar de las calderas, la pérdida de tiempo ocurre cuando los eslabones se rompen, las tablillas se quiebran, etc.
- Válvulas automáticas bloqueadas: sucede cuando una válvula no abre cuando se desea, esto sucede cuando no recibe la presión de aire adecuada, la solenoide que activa no sirve, evitando de esta forma el paso de vapor que se utiliza en el área de fabricación.
- Centrífugas fuera de operación: los problemas son en el sistema neumático, la compuerta de alimentación de masa hacia la centrífuga se bloquea y no abre, las telas se tapan, el sistema de freno no funciona, provocando llenos en tachos.

La figura 8, muestra los departamentos que conforman la fábrica y sus respectivos números de fallas, se puede observar que el departamento que más presentó fallas fue el departamento de clarificación y centrífugas y se debe enfocar el mantenimiento en éstas áreas para mejorar la eficiencia de la línea de azúcar blanco.

Figura 8. **Número de fallas por departamentos de fábrica**



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

3.2.2. **Pérdidas por fallos en la operación de equipos o fallos de proceso**

Estas pérdidas están relacionadas con las paradas de los equipos como resultado de factores externos y no causados por averías del equipo. Entre estas fallas se tienen, los problemas operativos y ambientales que se observaron y que influyeron en la operación de la planta, fueron los siguientes:

- Desconocimiento del procedimiento de operación de equipos utilizados en el proceso de azúcar.
- Desconocimiento del proceso de producción del producto.
- Medio ambiente y calidad de la materia prima utilizada para el proceso.

- La lluvia provocó atrasos en la producción debido a que las jaulas no llegaban hasta el lugar de corte de caña desabasteciendo de esta forma al ingenio.

3.2.3. Ajustes y otras paradas cortas

Estas pérdidas se relacionan con las pérdidas de rendimiento que ocurren durante la producción normal por pequeños ajustes debido a la pérdida de precisión, cambio de herramientas que se desgastan, arranques y paradas de equipos, etc.

A continuación se mencionan los problemas que provocaron que se interrumpiera el proceso de fabricación por ajustes en los equipos.

- Ajuste de tensión de las fajas de tracción del gusano de alimentación del enfriador de azúcar.
- Alineamiento de las bandas de transporte de azúcar hacia el gusano de alimentación del enfriador.
- Ajuste de la presión de aire del cilindro de alimentación de masa cocida hacia las centrífugas continuas.

3.2.4. Pérdidas por reproceso

Estas son las pérdidas de tiempo debido a la necesidad de utilizar el equipo o planta para recuperar el material que no cumple con las especificaciones de calidad predeterminadas. El producto defectuoso debe volver al proceso previo para recuperarlo o convertirlo apto desde el punto de vista del cumplimiento de las especificaciones técnicas y de calidad.

Se debe reconocer que recuperar un producto es una acción que conduce a pérdidas importantes de tiempo, materiales y energía.

Las figuras de la 12 a la 19, muestran el equipo utilizado para reproceso del material, (masas, mieles, meladura, etc.), cada una de estas figuras describen brevemente su función principal en el proceso de producción.

Las metodologías de ingeniería y mejora continua de calidad son útiles y eficaces para eliminar esta clase de problemas. Existen ciertas industrias donde es imposible de recuperar el producto defectuoso, ya sea por motivos técnicos, política de empresa, riesgo para el cliente o factores económicos. Las cifras por pérdida de calidad pueden ser cuantiosas.

Este tipo de pérdidas son causadas por los siguientes factores:

- Desconocimiento del procedimiento de operación de equipos utilizado en el proceso.
- Falta de comunicación del operador encargado del proceso con el personal responsable del mantenimiento del equipo.
- Reproceso del material recuperado debido a averías de equipos utilizados en el proceso.

3.3. Análisis de la situación actual de la administración del mantenimiento

La administración del mantenimiento actualmente es de acuerdo a las necesidades de mantenimiento y reparación que surgen en el proceso de producción del producto, así como también de acuerdo a criterios definidos por el departamento de mantenimiento.

Los criterios que se utilizan actualmente para la programación de actividades de administración del mantenimiento son los siguientes:

- Influencia del equipo en la calidad del producto
- Tiempo empleado en mantenimiento del equipo
- Existencia de materiales en bodega para realizar el mantenimiento o reparación
- Recursos disponibles para el mantenimiento

3.3.1. Establecimiento de objetivos

El mantenimiento y reparación de equipo de fábrica se realiza bajo la coordinación del departamento de fábrica y mantenimiento, así como ambos departamentos definen los objetivos. La falta de éstos provoca los siguientes problemas:


- Variación en la calidad del producto obtenido.
- Improvisación para la asignación de personal y compra de materiales repuestos e insumos para la atención de fallas de equipo.
- Asignación de horas extras para la ejecución de trabajos de mantenimiento y proyectos nuevos de fábrica.
- Controversias al momento de tomar decisiones para asignar prioridades a los trabajos de reparación y mantenimiento.

Los objetivos del departamento de mantenimiento actualmente los establece el departamento de fabricación, de acuerdo a los siguientes criterios y especificaciones del proceso de azúcar, no tomando en cuenta la disponibilidad de recursos (humanos, repuestos y materiales), existentes en la empresa.

- Calidad esperada del azúcar, relativo a sus características, como, color y temperatura, éstas influyen posteriormente en el almacenaje en la bodega de azúcar.
- Producción: es importante que el record de producción se mantenga en un rango establecido en la etapa de planificación, para esto el departamento de mantenimiento y fabricación programan las paradas y el tiempo que se empleará para la reparación y mantenimiento, no interfiriendo de ésta forma en el proceso de producción.
- Recursos disponibles: se toman en cuenta los recursos que están disponibles para el establecimiento de objetivos en la fase de planificación, esto ayuda a evaluar la utilización correcta de los recursos.

A continuación se presenta el siguiente formato utilizado para la programación del mantenimiento según el requerimiento del departamento de fábrica, se detallan los repuestos utilizados para facilitar el inventario de repuestos.

Figura 9. Formato de orden y control del mantenimiento

	Registro: ORDEN Y HOJA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO R-MF-002		
DEPARTAMENTO _____ FECHA DE EMISION: _____			
NOMBRE DEL EQUIPO: _____ CODIGO DEL EQUIPO: _____			
NOMBRE DE QUIEN SOLICITA EL TRABAJO: _____			
NOMBRE DE QUIEN SUPERVISA: _____			
NOMBRE DE QUIENES REALIZAN EL TRABAJO: _____			
DESCRIPCION DEL PROBLEMA: _____			

FECHA DE INICIO:	HORA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN	HORA DE FINALIZACIÓN
DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO, MATERIAL Y REPUESTOS UTILIZADOS, INSUMOS Y CAMBIOS HECHOS:			

Vo.Bo. JEFE/ASISTENTE DE MANTENIMIENTO: _____ Firma: _____

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

3.3.2. Medición de la planeación

La medición de la planeación es de acuerdo a la utilización del *software Microsoft Project*, éste programa cuenta con opciones de medición del porcentaje de avance del proyecto o programación de actividades.

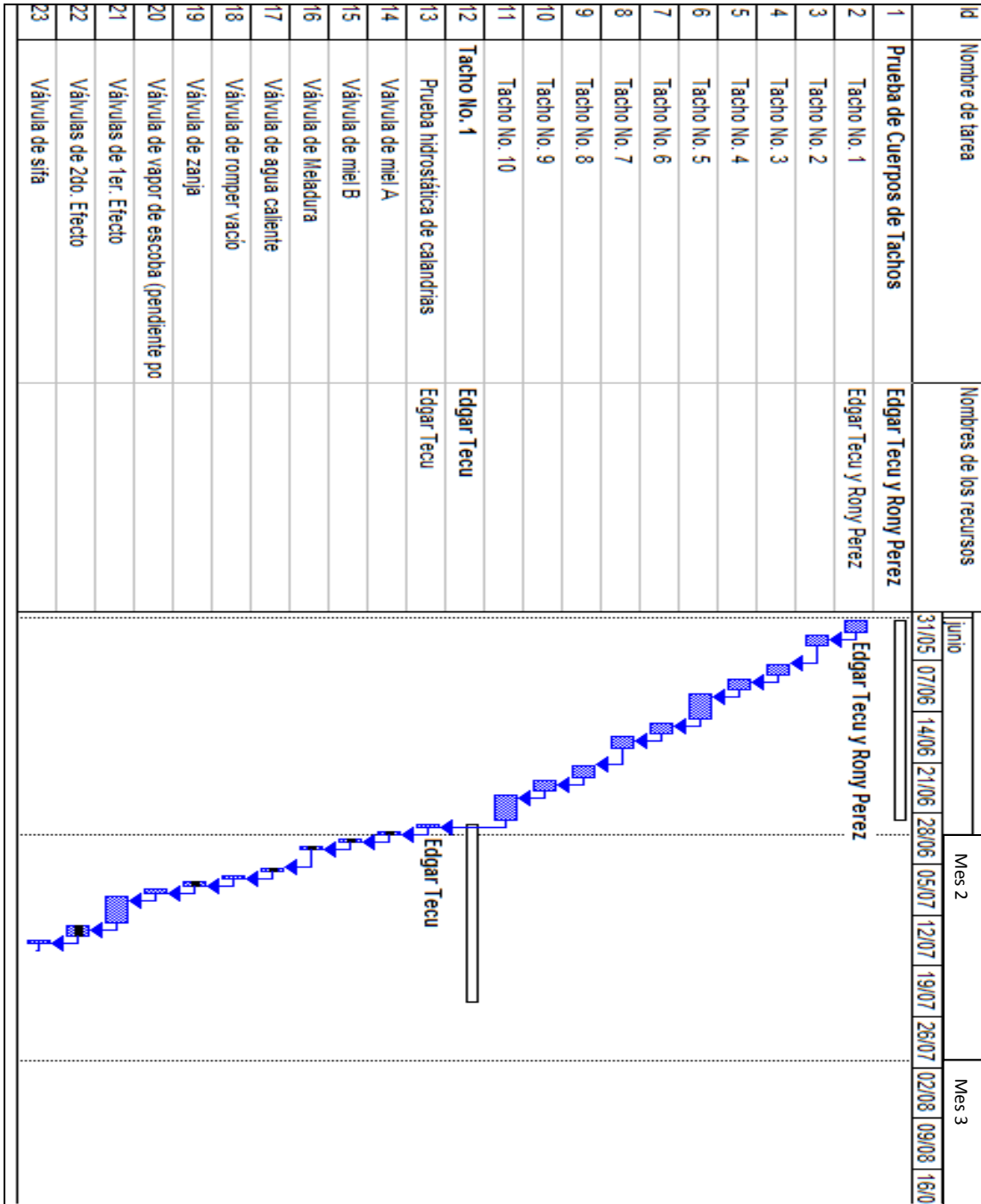
También proporciona información referente a tareas críticas (actividades que están cerca de la fecha de finalización del proyecto).

Microsoft Project, es una de las herramientas actualmente utilizada en el departamento de mantenimiento para la ejecución de programas de asignación de personal para ejecutar proyectos nuevos, reparación y mantenimiento.

La figura 10, muestra el programa de reparación del área de tachos, el cual fue elaborado en el programa *Microsoft Project*, este *software* permite llevar un mejor control de las actividades programadas y distribuir adecuadamente la carga de trabajo por persona.

Este programa es elaborado al finalizar la zafra, se programan todos los equipos mecánicos que intervienen en el proceso y es elaborado por el jefe de mantenimiento, asistente de mantenimiento y jefe de producción.

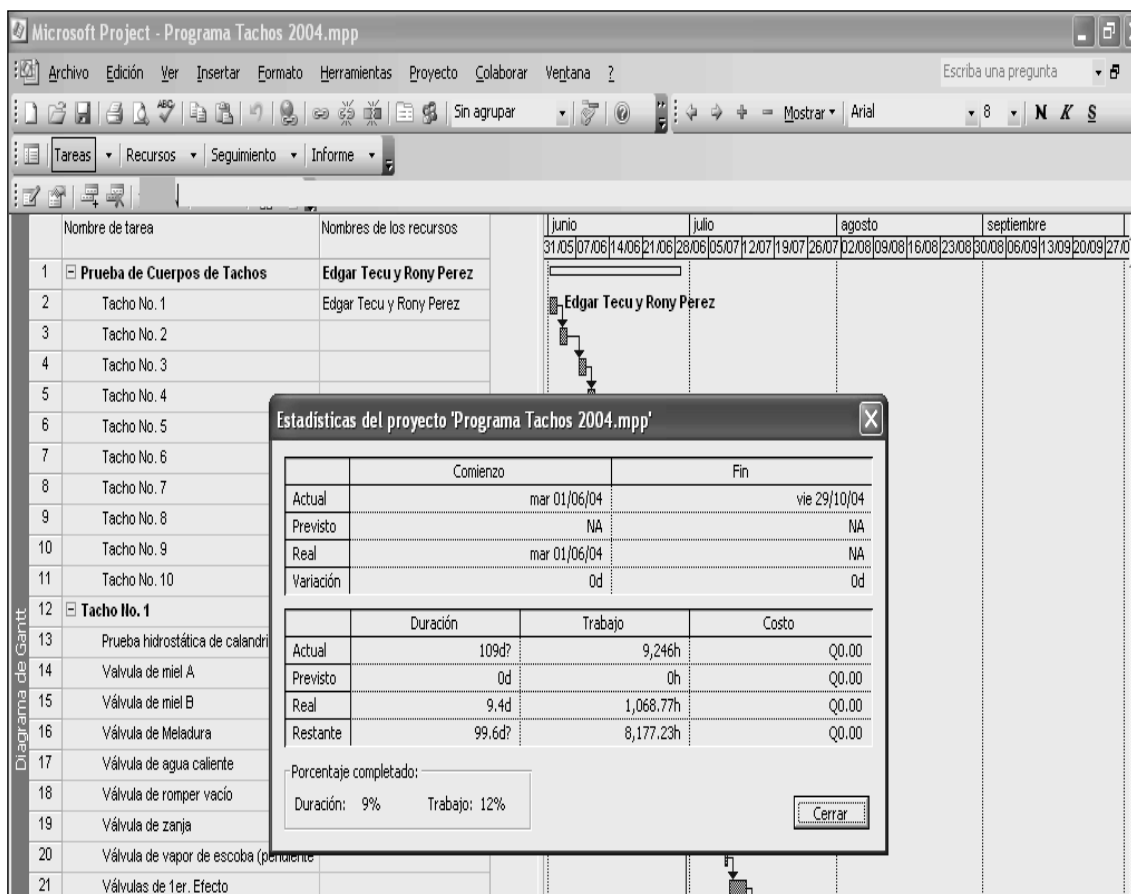
Figura 10. Programa de reparación de tachos



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

La figura 11, representa el cuadro de diálogo de Microsoft Project que muestra información sobre el avance del proyecto, se puede observar que hay dos porcentajes el primero (Duración= 9%), es el trabajo efectuado hasta el momento de que se consultó el programa, el segundo porcentaje (Trabajo = 12%), se refiere al trabajo que debería haberse efectuado, en conclusión el indicador de avance del proyecto muestra una diferencia de 3%, este porcentaje es el atraso que se tiene del proyecto.

Figura 11. Porcentaje de avance del proyecto



Fuente: Microsoft Project

3.4. Descripción del equipo para el establecimiento de indicadores

A continuación se detallan algunas características del equipo que será sometido a constante control para el establecimiento de algunos indicadores de pérdida de tiempo, y su relación con el proceso de calidad del producto, los equipos son los siguientes:

3.4.1.

3.4.1. Clarificador

Es un tanque al que se le hace llegar de manera regular el jugo que se debe decantar, éste debe ser lo suficientemente grande para que la velocidad de escurrimiento y de circulación del jugo, sea de un valor tan bajo que no impida que la decantación se realice.

El jugo claro obtenido sale por la parte superior del clarificador de manera regular y continuo, tal como lo hacen las cachazas por la parte inferior.

Con este equipo se tienen las siguientes ventajas para el trabajo continuo:

- Se eliminan las pérdidas de tiempo y capacidad que originan el llenado y vaciado de los tanques, la separación de cachaza no se hace ni antes ni después del momento óptimo y facilita la vigilancia de operación.

Los clarificadores instalados en la empresa tienen regularmente 5 compartimientos o bandejas, éstos multiplican la superficie de decantación.

Cada uno de los clarificadores consta de un eje central que gira muy lentamente a bajas revoluciones aproximadamente de (10 a 15 rev/hr.), en el

fondo de cada bandeja lleva raspadores que barren lentamente el fondo de los compartimientos.

El jugo por decantarse llega tangencialmente a la parte superior de un compartimiento, llamado de floculación; en este lugar sobrenada un poco de espuma la que se elimina por medio de un raspador especial que la empuja hacia un pequeño canal lateral de evacuación.

Los compartimientos se comunican entre sí; en cada uno, la cachaza se deposita, se empuja lentamente hacia el centro en donde cae, por un orificio anular, al fondo del aparato, descendiendo a lo largo y al exterior del tubo central.

El tubo central comunica a las partes superiores de los diversos compartimientos; el jugo por decantar pasa del tubo central a los compartimientos por medio de ductos que atraviesan el espacio anular por el que descienden las cachazas.

El jugo claro decantado sale de cada compartimiento por varios tubos conectados con la zona más tranquila y más clara de él, es decir, con la circunferencia situada en la parte superior de cada compartimiento, cerca de la parte exterior del clarificador.

El jugo claro circula por los tubos por medio de bombas de cachaza, éstas succionan el jugo claro y lo envían al tanque de jugo claro para luego ser precalentado en el calentador de placas y posteriormente enviarlo al área de evaporación.

Los problemas que se presentan regularmente de acuerdo a los registros del informe de producción de supervisión son los siguientes:

- Raspadores: sucede cuando el equipo ya no evacua la cachaza del fondo del clarificador, no sucede con frecuencia pero contamina el jugo claro por lo que es necesario cambiarlo.
- Sistema de transmisión: cuando hay demasiado desgaste entre el gusano y la catarina de transmisión, este problema sucede cuando no se alinea correctamente provocando desgaste en la corona de transmisión y alta temperatura en las chumaceras.
- Bombas de cachaza: los diafragmas están sometidos a desgaste y se deben cambiar inmediatamente, el defecto de estas puede causar contaminación del jugo claro y en su defecto más tiempo del proceso de clarificación, la figura 12, muestra un clarificador de jugo utilizado para extraer partículas contaminantes del jugo, logrando al final del proceso jugo claro.

Figura 12. **Clarificador de jugo**



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

3.4.2. Filtros eriez

Este equipo se utiliza para eliminar las partículas de bagacillo que no se lograron decantar y extraer en el clarificador, el sistema de funcionamiento de estos equipos es a través de vibración.

La vibración permite que el jugo se concentre en el centro y se escurra, al mismo tiempo el bagacillo que atrapa la malla del filtro es expulsado a la orilla del plato que sostiene la malla, obligando a que se acumule en la salida del filtro y enviarlo posteriormente a los filtros de cachaza para extraerle el jugo.

Básicamente el trabajo es realizado por el sistema de vibración y se debe tener el cuidado que los filtros estén debidamente engrasados y lubricados para que trabajen eficientemente.

Los problemas más frecuentes en este tipo de equipo son los siguientes:

- Telas tapadas: debido a la concentración de impurezas sobre la tela, el sistema se vuelve ineficiente, por lo tanto se debe cambiar la tela.
- Motor: debido al trabajo continuo el motor tiende a sobrecargarse y es necesario darle mantenimiento, además se debe verificar el desalineamiento, provocado por la vibración del equipo.
- Fajas quemadas: el desalineamiento del equipo provoca fajas quemadas, debiéndose reemplazar por una nueva.

La figura 13, muestra un filtro eriez instalado en el departamento de clarificación, en la parte de arriba se observa la tubería que alimenta el jugo claro que será sometido al proceso de clarificación.

Figura 13. **Filtro eriez**



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

3.4.3. Bombas hidráulicas

El funcionamiento de la bomba será el de un convertidor de energía, es decir, transformará la energía mecánica en energía cinética, generando presión y velocidad en el fluido para moverlo de un punto a otro.

Los factores importantes que se toman en cuenta en los sistemas de bombeo son: viscosidad del material, presión de proceso, caudal del fluido y velocidad de bombeo.

Las bombas son utilizadas en la empresa para enviar jugo a los distintos departamentos donde será sometido a diferentes procesos, para obtener el producto final, debido a la variación de la viscosidad del jugo en cada área es necesario utilizar diferentes tipos de bombas. Existen dos tipos de bombas y son las siguientes: de desplazamiento positivo y rotodinámicas.

Entre las bombas rotodinámicas se encuentran las de tipo centrífugas que tienen diferentes aplicaciones en la empresa a continuación se describe este tipo de bombas.

3.4.3.1. Bombas centrífugas

Son el tipo más corriente de bombas rotodinámicas, y se denomina así porque la cota de presión que crean es ampliamente atribuible a la acción centrífuga. Pueden estar proyectadas para impulsar caudales tan pequeños como 1 gal/min, o tan grandes como 4 000 gal/min, mientras que la cota generada puede variar desde algunos pies hasta 400. El rendimiento de las de mayor tamaño puede llegar al 90%.

El rodete o impulsor consiste en cierto número de álabes curvados en dirección contraria al movimiento y colocados entre dos discos metálicos. El agua entra por el centro u ojo del rodete y es arrastrada por los álabes y lanzada en dirección radial. Esta aceleración produce un apreciable aumento de energía de presión y cinética. A la salida, el movimiento del fluido tiene componentes radial y transversal.

Para que no haya una pérdida notable de energía y rendimiento, es esencial transformar en la mayor medida posible la considerable cota cinemática a la salida del rodete en la más útil cota de presión.

Normalmente, esto se consigue construyendo la carcasa en forma de espiral, con lo que la sección del flujo en la periferia del rodete va aumentando gradualmente.

Para caudales grandes se usa el rodete de doble aspiración, que es equivalente a dos rodetes de simple aspiración ensamblados dorso con dorso; esta disposición permite doblar la capacidad sin aumentar el diámetro del rodete.

El costo de fabricación es alto, pero tiene la ventaja adicional de solucionar el problema del empuje axial. En ambos casos, las superficies de guía están cuidadosamente pulimentadas para minimizar las pérdidas por rozamiento.

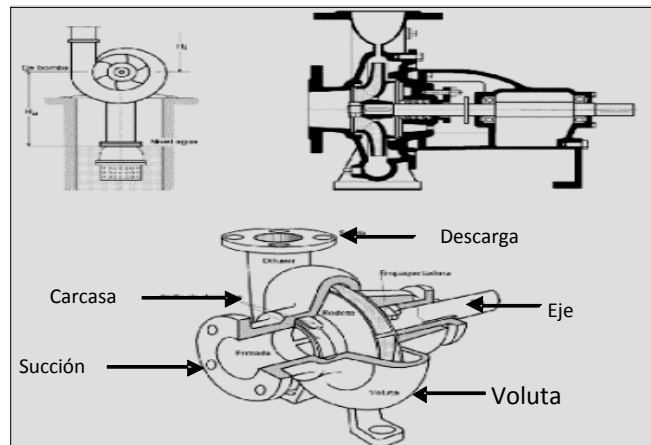
Para que la bomba centrífuga esté en disposición de funcionar satisfactoriamente, tanto la tubería de aspiración como la bomba misma, han de estar llenas de agua.

Los problemas más frecuentes en éste tipo de equipos se describe a continuación.

- Desgaste del impulsor: esto provoca que la eficiencia de la bomba disminuya, ya no logra bombear el caudal para el que fue diseñado, y la presión que marca el manómetro es inferior a la presión de la bomba.
- Acoplamiento: el desalineamiento del acoplamiento provoca vibración en el eje de la bomba, además aumenta la temperatura en el cojinete del lado del motor de la bomba.

- Cojinetes: el aumento de temperatura en el cojinete indica desalineamiento en el acoplamiento, provocando fallas prematuras.

Figura 14. **Sección de una bomba centrífuga**



Fuente: Manual de bombas gould pump p.5

La figura 15, muestra una bomba instalada en el área de evaporadores utilizada para bombear meladura, además tiene instaladas válvulas tipo compuerta para la alimentación y descarga de la bomba.

Para este tipo de bomba el fabricante recomienda la instalación de cheques en la descarga de la bomba, con el objetivo de evitar que la meladura que se está enviando al área de tachos retorne y permita que el motor gire en sentido contrario al diseño, evitando de esta forma dañar el equipo.

Figura 15. **Bomba centrífuga de impulsor**



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

3.4.3.2. Bombas de desplazamiento positivo

Las bombas de émbolo rotativo pertenecen al tipo de desplazamiento positivo y éstas generan presión por medio de engranajes o rotores muy ajustados que impulsan periféricamente al líquido dentro de la carcasa cerrada.

El caudal es uniforme y no hay válvulas. Este tipo de bombas es eminentemente adecuado para pequeños caudales (menores de 1 pie³/s y el líquido viscoso), su aplicación es para bombear meladura hacia el área de tachos.

Las bombas de tornillo son un tipo especial de bombas rotatorias de desplazamiento positivo, en el cual el flujo a través de los elementos de bombeo es verdaderamente axial.

El líquido se transporta entre las cuerdas de tornillo de uno o más rotores y se desplaza axialmente a medida que giran engranados. La aplicación de las bombas de tornillo cubre una gama de mercados diferentes, tales como servicio de aceites combustibles, quemadores industriales de aceite, servicio de lubricación de aceite, procesos químicos, etc.

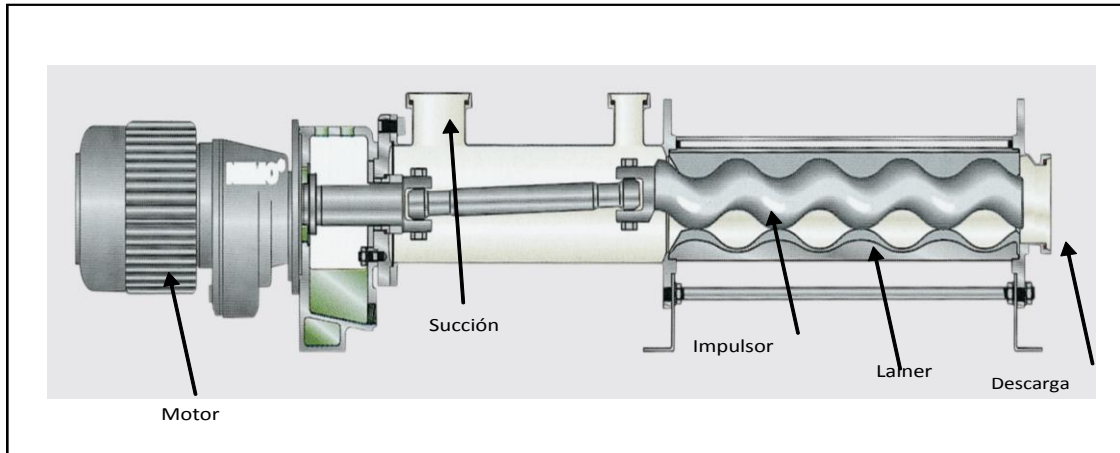
La bomba de tornillo puede manejar líquidos en una gama de viscosidad como la melaza, así como los líquidos sintéticos en una gama de presiones de 50 a 5 000 lb/pulg² y los flujos hasta de 5 000 gpm. Debido a la relativamente baja inercia de sus partes en rotación, las bombas de tornillo son capaces de operar a mayores velocidades que otras bombas rotatorias o alternativas de desplazamiento comparable.

Los problemas más frecuentes en este equipo que se presentaron durante la producción son los siguientes:

- Rotura del pin: el desplazamiento del tornillo provoca torque, cuando éste es grande se rompe el pin, dañando el liner de la bomba.
- Sello: el sello de la bomba provoca fugas de mieles, sacarato, meladura, etc. Se debe cambiar para evitar pérdidas de material.

La figura 16, muestra una bomba de desplazamiento positivo marca nemo y sus principales partes.

Figura 16. **Sección de bomba de desplazamiento positivo marca nemo**



Fuente: Manual de bombas nemo p. 11.

La figura 17, muestra la estación de sacarato, debido a los requerimientos del proceso se instalaron bombas de desplazamiento positivo, para su eficiente funcionamiento.

Figura 17. **Bomba de desplazamiento positivo instalada en estación de sacarato**



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

3.4.4. Evaporador

Después del proceso de eliminación de impurezas y sólidos que se encuentran en el jugo extraído de molinos, se obtiene el jugo claro, éste se obtiene a través del proceso en los clarificadores y filtros eriez, éste jugo no es puro ya que contiene agua, el exceso de agua debe eliminarse a través de la evaporación.

Para lograr que el proceso de evaporación sea eficiente el jugo claro se hace pasar en calentadores de placas para precalentar el jugo con el propósito de que la evaporación sea más rápida en los evaporadores.

Este equipo transfiere el calor al jugo a través de la calandria, el calor es proporcionado por vapor, éste es de escape, primer efecto, segundo efecto, tercer efecto y cuarto efecto, de acuerdo a la línea de producción, cuando es la línea de blanco son cuatro efectos y si es línea de crudo son cinco efectos.

En la parte superior del evaporador se encuentran mamparas, éstas eliminan el jugo que arrastra el vapor a través del choque en cada una de las mamparas, permitiendo únicamente el paso de vapor (quinto efecto) que posteriormente se condensa y ser reutilizado en el patio de caña para lavado, el segundo efecto es utilizado para reutilización de agua de alimentación de calderas.

Al final del proceso se obtiene la meladura, éste material debe estar libre de agua para ser utilizado en tachos para el proceso de cristalización y formación del grano.

Las fallas relacionadas con los evaporadores, son de elementos que lo conforman:

- Tubos rotos: la presión en el interior del evaporador provoca la rotura de los tubos de la calandria, provocando contaminación en el proceso de obtención de la meladura, se debe sacar de operación el equipo para corregirlo.
- Lucetas: el empaque de la luceta se daña debido a la presión de vapor y el tipo de material, causando fugas en el evaporador, éste debe ser cambiado para evitar entrada de aire al cuerpo de éste equipo.
- Fugas en válvulas: la salida de vapor está gobernada por cilindros hidráulicos, el sello de éstos cilindros se daña provocando fugas de vapor, este problema causa pérdidas de vapor y debe ser corregido de inmediato.

Figura 18. **Evaporadores de múltiple efecto**



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

3.4.5. Tacho

El proceso de cristalización se lleva a cabo en éste equipo (se prepara la semilla previamente), éstos son similares a un evaporador, a diferencia que se requiere de equipo adicional para la formación de vacío, condensación de vapor (condensadores) y agitadores para el movimiento de las masas.

El vacío debe ser estable (24 – 25 “Hg.), para garantizar la formación de granos uniformes y lograr la máxima eficiencia, produciendo de ésta forma masas de calidad. Además el vacío permite la extracción de gases incondensables que se forman en el interior del tacho.

Los condensadores que forman parte del equipo adicional de los tachos, son indispensables para condensar el vapor que se forma en el interior del tacho a través del choque de agua fría con el vapor, además permite el sello del vacío a través de una columna de agua de aproximadamente (25 pies), éste permite que el vacío sea estable.

Los agitadores mantienen en movimiento el material dentro del tacho, evitando el endurecimiento de la masa.

La calandria del tacho permite la transferencia de calor del vapor hacia la meladura para permitir el proceso de cristalización y eliminación del agua contenida en la masa.

Las fallas que se relacionan con éste equipo son los siguientes:

- Desalineamiento del motor del agitador: éste problema provoca ruidos anormales, vibración del eje e incomodidad para el operador de éste equipo.
- Bomba de vacío: sobrecarga del motor de la bomba provocando disparos frecuentes, es necesario medir el amperaje sin carga y con carga.
- Sello de válvulas: el sello de la válvula se rompe, esto provoca fugas, se debe cambiar el sello de inmediato. Además las válvulas se bloquean y no abren, se debe verificar el accionamiento de las válvulas.

La siguiente figura muestra un tacho utilizado para el proceso de cristalización.

Figura 19. **Tacho para cristalización**



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

3.5. Identificación de las oportunidades de mejoras

Los registros de datos de la empresa dan muestra de la situación actual del control del tiempo perdido en fábrica por lo que se propone lo siguiente:

- Creación de hojas de control de tiempo perdido por cada equipo para facilitar su reparación de acuerdo a su incidencia de fallas.
- Proponer formatos para el control del mantenimiento rutinario con la finalidad de reducir fallas en los equipos.
- Rutinas de mantenimiento semanal de los equipos prolongando de esta manera las reparaciones entre fallas.
- Hoja de cálculo del EGE de los equipos para determinar la eficiencia de la línea de producción.
- Utilización del diagrama ISHIKAWA como herramienta de solución de problemas críticos que retrasan considerablemente la producción.

3.5.1. Modificación de formatos existentes

Los formatos para el control de operación y mantenimiento preventivo de los equipos están sujetos a modificaciones y constituyen una oportunidad de mejora para un mejor control.

La adición de información en formatos, permite la obtención de datos reales y mayor facilidad al operador y administración en la manipulación de éstos registros.

3.5.2. Implementación de indicadores

Actualmente existen un solo indicador, el cual es el indicador de eficiencia de la línea de producción, calculado por el departamento de Fábrica. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Número de unidades reales producidas} * 100}{\text{Número de unidades teóricas producidas}}$$

Esto se aplica para turnos de 12 horas a un ritmo de producción teórica de la línea, el cual es de 2 500 sacos por hora.

Además del indicador de la meta propuesta de molienda por día que consiste en 10 960 Tm/día, según datos administrativos publicados por Cengicaña en el simposio de análisis de zafra 2005 – 2006.

Para la implementación de otros indicadores para mejorar el proceso se necesita: primero, basado en el historial de mantenimiento de zafras anteriores se observa que es necesario crear una base de datos con información del tiempo estándar para realizar una tarea específica de mantenimiento. Segundo, se necesita tener un control de los equipos que intervienen en el proceso mediante datos obtenidos del departamento de fabricación, de acuerdo al programa de producción establecido, el cual en este caso será de forma semanal.

Dentro de las actividades para la implementación de nuevos indicadores que ayuden a la agilización del mantenimiento actual, se encuentra:

Se define que es necesaria una persona, la cual se determino que será el asistente de mantenimiento de fábrica, para darle el seguimiento correspondiente a la información generada para el cálculo de los nuevos indicadores.

El mecánico de turno será el encargado de llenar la orden de trabajo de mantenimiento la cual servirá de base para generar la información para los indicadores.

Se determino que son necesarios parámetros para determinar la productividad de los equipos de las líneas de producción, así como la disponibilidad que tengan en determinado momento.

También es importante analizar el rendimiento de cada equipo para poder organizar de mejor manera la planificación del mantenimiento correctivo. Siendo los siguientes indicadores:

- Indicador de Productividad
- Indicador de Disponibilidad
- Indicador de Rendimiento

El tiempo requerido para la implementación de estos indicadores es de 6 meses, en el cual durante los primeros meses se tomara la información generada durante la zafra, luego se determina a las personas que serán responsables, siendo en este caso los mecánicos de turno, el asistente de mantenimiento y el jefe de mantenimiento.

En este caso los indicadores que se tomarán como referencia para determinar la eficiencia del departamento de mantenimiento, es el tiempo

perdido por equipo y el tiempo promedio empleado en atender una falla, éste último permitirá al departamento de mantenimiento planificar y programar actividades de mantenimiento en base a un tiempo promedio que se obtiene de los registros de fallas de cada equipo.

3.5.3. Análisis de costos por falta de mantenimiento

Los costos que se producen generalmente por ésta causa se relacionan con mano de obra, costos de reproceso, tiempo muerto del equipo, material perdido por contaminación (miel, masas, etc.). De acuerdo al impacto de la falla así será su influencia en los costos de producción.

3.5.3.1. Costos por paradas de equipos

Estos se refieren a costos de repuestos, insumos, costos de tiempo muerto del equipo, al mismo tiempo afecta al rendimiento esperado del equipo, afectando al costo por unidad producida, indirectamente también afecta al recurso humano, materiales, etc.

- Costos de repuestos: sucede cuando hay necesidad de reemplazar partes del equipo que ha fallado, los repuestos que frecuentemente hay que reemplazar son los siguientes: fajas, cojinetes, chumaceras, sellos de cilindros hidráulicos, impulsores, retenedores, mallas de centrífugas, etc.

A continuación se detalla el costo de reparar una bomba centrífuga cuando ésta presenta falla en una de sus partes.

Durante el proceso de envío de agua tratada para el proceso de lavado del azúcar en el área de centrífugas falla la bomba por lo que es necesario

desmontarla y revisarla, mecánicamente, se observa que el impeler está levemente dañado y el plato de la bomba se encuentra en las mismas condiciones, se debe cambiar el impulsor y el sello mecánico de la bomba.

Por precaución se cambiarán los cojinetes del motor de la bomba, el costo que representa la reparación y puesta en operación nuevamente, se detalla en la siguiente tabla:


Tabla III. **Detalle de repuestos para reparar una bomba centrífuga**

COSTO DE REPARACION DE BOMBA CENTRIFUGA			
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (Q)	CANTIDAD	TOTAL (Q)
SELLO MECÁNICO DE LA BOMBA	2800	1	2800
IMPELER	1201.5	1	1201.5
COJINETES DEL MOTOR (SELLO METALICO)	37.63	2	75.26
			4076.76

Fuente: elaboración propia.

La figura 20, muestra el formato utilizado para el control de mantenimiento diario de bombas, la finalidad de la realización de la rutina, es detectar a tiempo los problemas que puedan dañar la bomba y afectar en determinado momento la calidad del producto final.

Figura 20. Formato para el control de mantenimiento preventivo de bombas

						Registro: Bitácora de Control de Bombas de Fábrica de Jugos R-MF-021	
Mecánico: Manuel Aguilar	Turno:	mañana <input type="checkbox"/>	tarde <input type="checkbox"/>	noche <input type="checkbox"/>	Fecha:		
Nombre de la Bomba según lugar de operación	Nivel de aceite	Temp. de cojinete lado coupling	Temp. de cojinete lado estopero. °C.	Vibración	Enfriamiento en estopero.	Presión de salida en PSI	Observación:
Jugo crudo blanco 1							
Jugo crudo blanco 2							
Jugo crudo de crudo 1							
Jugo crudo 2 crudo							
Enfriamiento Chumaceras 1							
Enfriamiento Chumaceras 2							
Enfriamiento hidráulicos 1A							
Enfriamiento hidráulicos 2B							
Enfriamiento hidráulicos 1							
Enfriamiento hidráulicos 2							
Maceración 1							
Maceración 2							
Maceración 3							
Maceración 4							
Maceración 5							
Circulación de Jugo							
Cachaza 1							
Cachaza 2							
Jugo alcalizado 1 Crudo							
Jugo alcalizado 2 Crudo							

Parámetros aceptables: aceite 1/2 a 3/4 de mirilla, temperatura debajo de 80°C, vibración según criterio de mecánico.

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

3.5.3.2. Costos de mano de obra

Ocurre por falta de material en el proceso debido a fallas en equipos, el personal de producción interviene colaborando en el mantenimiento y en reprocesar el producto.

El personal de producción asume las siguientes actividades para que el tiempo de reparación sea mínimo.

- Colaborar con el departamento de mantenimiento en la preparación de herramientas para reparación.
- Solicitar materiales y repuestos a bodega.
- Recoger el producto en proceso y limpiar el equipo antes de continuar con el proceso.

La tabla IV, muestra el costo aproximado por atención de fallas en el equipo, el costo por hora de mano de obra del personal que labora es el promedio de los salarios del personal que participa durante la reparación.

Tabla IV. Costo por atención de fallas

COSTO APROXIMADO POR ATENCIÓN DE FALLAS			
TIEMPO	No. TRABAJADORES	COSTO. M.O (Q)	TOTAL (Q)
1 hora	12 mecánicos	14	168,00
1 hora	16 soldadores	11	176,00
			Q 344,00

Fuente: elaboración propia.

Debido a las fallas en la línea de producción, el siguiente proceso es afectado incurriendo en un costo de producción por falta de material en proceso, la siguiente tabla ilustra éste costo.

Tabla V. **Costo por falta de material en proceso**

TIEMPO	DEPTO.	No. PERSONAL	COSTO M.O (Q)	TOTAL (Q)
1 Hora	FABRICACIÓN	56	13,00	728,00

Fuente: elaboración propia.

El costo total de la tabla anterior es debido a que el personal de las siguientes áreas de proceso no tiene el producto suficiente para línea de producción sea continua. La siguiente fórmula es usada para el cálculo de costo de mano de obra por tiempo perdido.

$$\text{COSTO M.O.} = \text{No.PERSONAS} * \text{CostoM.O.xPERSONA} * \text{Tpo.Perdido}$$

Donde cada variable es:

COSTO M.O. = Costo de mano de obra (Q)

No. PERSONAS = Número de personas

Costo M.O. x PERSONA = Costo de mano de obra por persona (Q/hr)

Tpo. Perdido = Tiempo perdido (horas).

El costo que se tiene cuando ocurre una falla de 90 minutos en el momento en que ocurre la falla hasta que finaliza su reparación en el área de Tachos, centrifugas y envasado, son los siguientes, tomando un promedio

aproximado de los sueldos prevalecientes actualmente, éstos datos se toman únicamente como ejemplo de aplicación.

Estos cálculos son aproximados, de acuerdo al número de personas contratadas para el turno diurno.

3.5.3.3. Costos de reproceso y pérdida de material

Generalmente al momento de una falla, el material se encuentra en proceso en el equipo, por lo tanto el material se contamina y se debe de desechar una parte, o recuperarlo para retornarlo nuevamente al proceso, éste costo se debe de calcular de la siguiente manera:

$$\text{Costo Reproceso} = (\text{Material reprocesado})(\text{Costo por unidad producida})$$

Material reprocesado = Debe incluirse la cantidad en peso del material reprocesado (kg., lb. o qq.) éste dato es un aproximación.

Costo por Unidad Producida = Debe tener las unidades de (Q/libra, Q/qq) para obtener el costo en unidades monetarias.

La siguiente tabla muestra una aproximación del costo que representa la falta de material (masas, meladura, azúcar) en proceso de las dos líneas de producción durante un tiempo de una hora, estos costos son aproximados.

Tabla VI. **Costo por material reprocesado**

COSTO POR MATERIAL REPROCESADO				
TIEMPO	LINEA	CANTIDAD (qq)	COSTO POR UNIDAD (Q/qq)	TOTAL (Q)
1 Hora	BLANCO Y CRUDO	150	Q 126,00	Q18 900,00

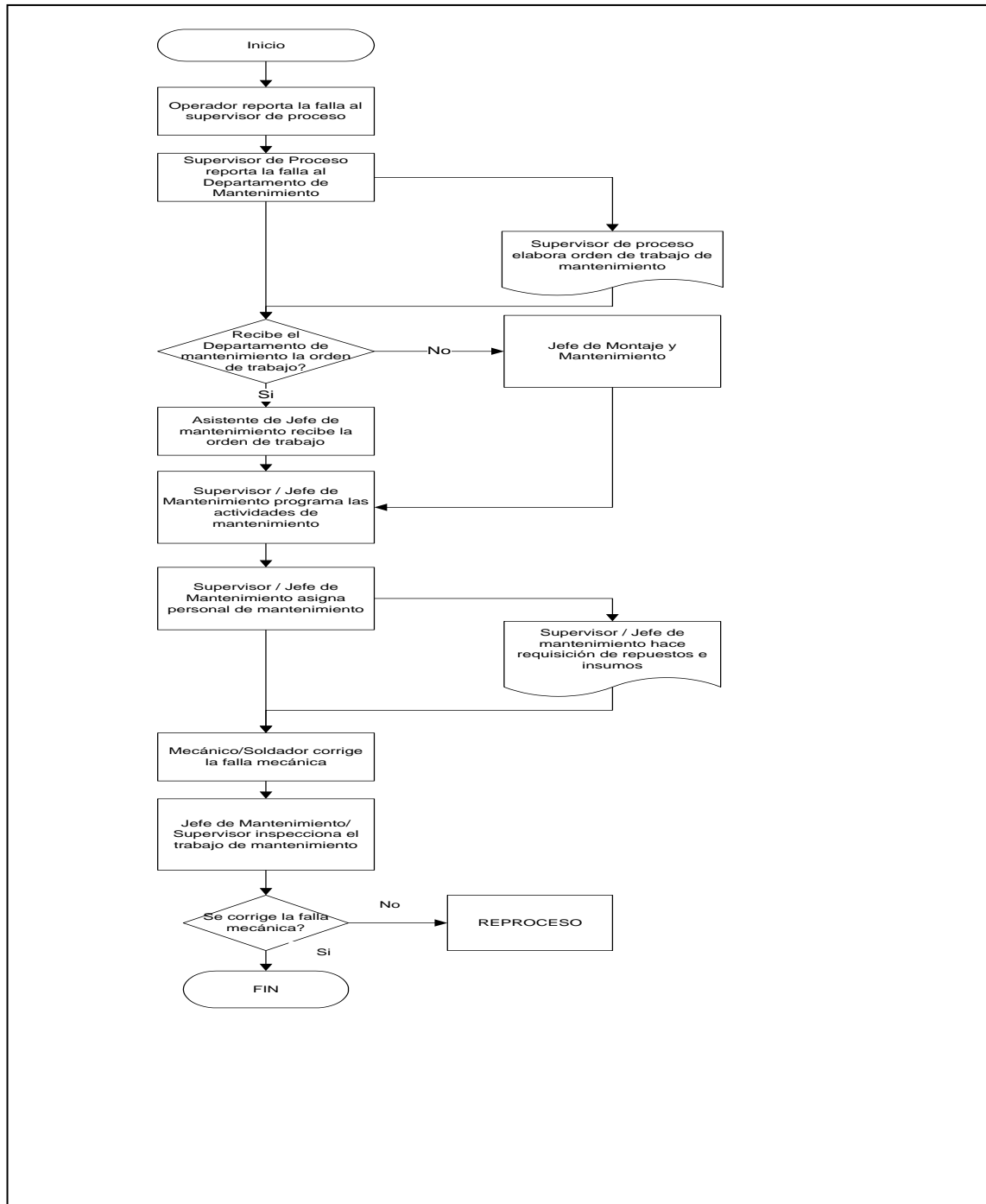
Fuente: elaboración propia.

3.5.4. Flujograma para la solución de problemas de fallas

Para la comprensión del procedimiento actual sobre la solución de problemas relacionados con fallas de equipo de la empresa, se representa gráficamente a través del siguiente diagrama de bloques.

La asignación de personal a través de diagramas permite mayor organización al departamento, obteniendo de ésta forma mejor comunicación entre el departamento de producción y el departamento de mantenimiento.

Figura 21. **Flujograma para la solución de problemas en equipos**

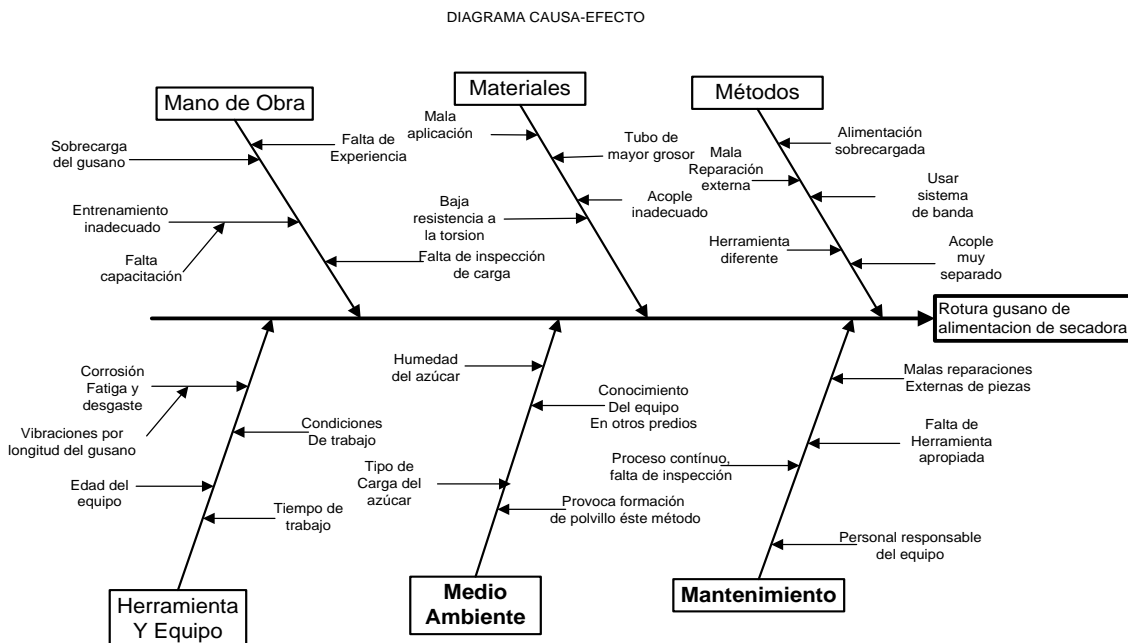


Fuente: elaboración propia.

3.6. Diagnóstico de causas de problemas a través del diagrama Ishikawa en el proceso de secado de azúcar

Para el proceso de secado, previamente se tiene que dosificar continuamente producto a través de una tolva y un gusano sin fin que alimenta azúcar al secador, la falla en el gusano sin fin detiene el proceso de envasado, los tiempos se extienden por hasta períodos de 5 a 8 horas por lo que es necesario eliminar el problema, para la resolución de este problema se reúne al personal de mantenimiento y a los operadores del área para encontrar las causas raíz del problema, en la siguiente figura muestra el grafico que se obtuvo a través de las propuestas del personal que asistió.

Figura 22. Diagrama Ishikawa para resolución de problema tornillo sin fin alimentación de azúcar a secadora



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

Finalmente se concluye que el material utilizado para la fabricación del gusano no es el adecuado por su baja resistencia a la torsión y se determina que se debe fabricar de material solido para finalmente lograr que no falle en condiciones de operación.

4. PROPUESTA PARA LA PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO


Después del análisis de la situación de la empresa se propone la utilización de diversos formatos para el control del tiempo perdido y la preservación de los equipos, la finalidad es proporcionar información y generar reportes y gráficos a través de la información proporcionada por personal de producción y mantenimiento.

El análisis de las gráficas permite asignar al personal idóneo para la atención del mantenimiento y reparación, además se da mayor importancia a aquellos equipos que hayan provocado más fallas y tiempo perdido. A continuación en el presente capítulo se profundiza más acerca de las propuestas para el mejoramiento del departamento.

4.1. Programación de actividades de mantenimiento

La programación del mantenimiento es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo. El gráfico No. 23 muestra el programa de reparación del área de tachos. Se observa que únicamente se hace referencia a una persona, el programa involucra a todo el personal del área, en la figura 25, se muestra el resumen generado a partir de este formato.

Figura 23. Formato para la asignación de actividades de mantenimiento

				Registro Resumen Avance Programacion Actividades de Mantenimiento				
FECHA DE INICIO DEL PROYECTO:		01/06/2004		FECHA ULTIMA PARA FINALIZAR EL PROYECTO:		30/11/2004		
NOMBRE DEL PROYECTO: Reparación Área de Tachos								
REPORTE DE AVANCE DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS								
ACTIVIDAD	% COMPLETADO	COMIENZO	FIN	TOTAL DIAS CALENDARIO HABILES	DIAS TRABAJADOS S/PROGRAMA	DIAS REALES TRABAJADOS	DIAS POR TRABAJAR S/PROGRAMA	RESPONSABLE
TACHO No. 1		01/06/2004	01/06/2004	0				
Prueba de cuerpo	0%	01/06/2004	03/06/2004	2		2	2	Edgar Tecú
Prueba hidrostática de calandrias	100%	03/06/2004	04/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Valvula de miel A	100%	04/06/2004	05/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Valvula de miel B	100%	05/06/2004	06/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Valvula de meladura	100%	07/06/2004	08/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Valvula de agua caliente	100%	08/06/2004	09/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Valvula de romper vacío	100%	09/06/2004	10/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Valvula de zanja	100%	10/06/2004	11/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Valvulas de 2do. Efecto	100%	11/06/2004	13/06/2004	2	2	2		Edgar Tecú
Valvula de sifa	100%	14/06/2004	15/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Revisión de lucetas	100%	15/06/2004	16/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Válvulas de gases incondensables	100%	16/06/2004	17/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Válvulas de soplado de tubería	100%	17/06/2004	18/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Revisión de registros	100%	18/06/2004	19/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Revisión de lavamanos	100%	19/06/2004	20/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú
Revisión de sonda	100%	21/06/2004	22/06/2004	1	1	1		Edgar Tecú

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

El formato de asignación de actividades de mantenimiento anterior aplica únicamente cuando la planta está en su etapa de mantenimiento y en consecuencia el personal de producción colabora con el mantenimiento de sus equipos. Se puede considerar como un programa de largo plazo ya que abarca los seis meses subsiguientes a la fecha de elaboración, para efectos de ejemplificación solo se mencionan las fechas 01/06/04 al 21/06/04.

- El programa a largo plazo o maestro, que cubre un período de 3 meses a 1 año;
- El programa semanal que cubre 1 semana; y
- El programa diario que cubre el trabajo que debe completarse cada día.

El programa a largo plazo se basa en las órdenes de trabajo de mantenimiento existentes, incluyendo las órdenes de trabajo en blanco, los trabajos pendientes, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento de emergencia anticipado.

El programa de mantenimiento semanal se genera a partir del programa a largo plazo y toma en cuenta los programas actuales de operaciones y consideraciones económicas. El programa semanal deberá permitir que se cuente con 10% a 15 % de la fuerza laboral para trabajos de emergencia.

El programa diario se elabora a partir del programa semanal y generalmente se prepara el día anterior. Este programa con frecuencia es interrumpido para efectuar mantenimiento de emergencia.

4.1.1. Factores que influyen en la programación

La planeación del trabajo de mantenimiento es un requisito previo de la programación correcta. En todos los tipos de trabajos de mantenimiento, los siguientes requerimientos se proponen necesarios para una programación eficaz:

- Órdenes de trabajo escritas que se derivan de un proceso de planeación bien concebido. Las órdenes de trabajo deberán explicar con precisión el trabajo que se va a realizar, los métodos a seguir, los técnicos por especialidad necesarios, los repuestos que se necesitan y la prioridad, ver figura 24 pagina 83.
- Existencias de insumos y repuestos para su ejecución.
- Acceso al programa de producción de la planta y conocimiento del momento en que las instalaciones estarán disponibles para servicio, sin interrupción del programa de producción.
- Prioridades bien definidas para el trabajo de mantenimiento. De acuerdo a situaciones críticas que provocan pérdida de tiempo prolongado.

Para la obtención de datos y ejecución de actividades de mantenimiento es de carácter obligatorio llenar el siguiente formato de orden de trabajo para llevar un control sobre trabajos de reparación y mantenimiento.

El procedimiento propuesto para la ejecución de la orden de trabajo de mantenimiento es el siguiente:

- a. Clasificar las órdenes de trabajo pendientes por especialidad.
- b. Asignar prioridad a las órdenes de trabajo.
- c. Compilar una lista de trabajos completados y restantes.
- d. Considerar la duración de los trabajos, su ubicación, distancia de traslado y la posibilidad de combinar trabajos en la misma área.

Estos elementos proporcionan al personal de mantenimiento mayor aprovechamiento y orden en la asignación de recursos para su ejecución.

4.1.2. Ventajas con la implementación de un programa mantenimiento

La aplicación y utilización conjunta de los formatos de rutinas de mantenimiento diario, semanal, mensual, programación de actividades de mantenimiento de fábrica, proporciona las siguientes ventajas:

- Reducción de costos de mano de obra por paradas de equipos y mejor control en la ejecución del mantenimiento.
- Mayor eficiencia en el departamento de fabricación, el tiempo perdido por equipo disminuye.
- El costo de unidad producida del producto disminuye, se minimizan las pérdidas de material, y se reduce el costo de reproceso.
- La confiabilidad en el equipo se mantiene constante.

4.1.3. Programación de actividades de mantenimiento a través de hoja de cálculo


La programación de actividades a través de hojas de Microsoft Excel, facilitan el control del avance de actividades, el avance del programa de actividades es de acuerdo al porcentaje de actividades completadas.

El resumen de actividades de mantenimiento es de acuerdo a la programación de actividades, los datos que se obtienen en la hoja de resumen son los siguientes: días programados, días trabajados, días por trabajar, porcentaje de avance por cada trabajador, éstos se obtienen según la actualización del programa de actividades a través del porcentaje de trabajo completado.

A continuación el siguiente formato propuesto de la figura 25 de la pagina 86, muestra un ejemplo del resumen de actividades que se genera a partir de la programación de actividades de mantenimiento para la fase de reparación.

Resumen que se propone sea utilizado para reportar al gerente de fábrica y jefe de proceso, respecto al avance del mantenimiento mecánico, reparaciones y proyectos nuevos de fábrica.

Figura 25. Formato para el resumen de actividades de mantenimiento

		Registro Resumen Avance Programación Actividades de Mantenimiento						
% DE PROYECTADO AVANCE REAL 102%		% DE AVANCE REAL 92%						
RESUMEN DEL AVANCE DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS EN EL AREA DE TACHOS								
RESPONSABLE	DIAS PROGRAMADOS	DIAS TRABAJADOS SIPROGRAMA	DIAS REALES TRABAJADOS	DIAS POR TRABAJAR SIPROG	% DE AVANCE POR PERSONA	EFICIENCIA EN LA PLANEACION	% CUMPLIMIENTO DE LA PLANEACION	ACCIONES SEGUN EFIC EN LA PLANEACION
Edgar Tecú	92	88	94	4	95.77%	106.82%	96%	Verificar porqué el trabajador se tarda más tiempo de lo programado
Rony Pérez	114	106	116	9	93.75%	109.95%	93%	Verificar porqué el trabajador se tarda más tiempo de lo programado
Victor Pérez	69	69	71	0	94.12%	102.90%	94%	Verificar porqué el trabajador se tarda más tiempo de lo programado
Mynor Mejía	143	128	144	15	91.76%	112.50%	90%	Verificar porqué el trabajador se tarda más tiempo de lo programado
Rodolfo Pérez	106	94	107	13	88.03%	114.44%	86%	Verificar porqué el trabajador se tarda más tiempo de lo programado
Jesús Morales	117	95	119	22	80.60%	125.79%	77%	Verificar porqué el trabajador se tarda más tiempo de lo programado
Hervin Castillo	95	92	96	3	92.98%	104.35%	93%	Verificar porqué el trabajador se tarda más tiempo de lo programado
Miguel Cuá	64	64	65	0	100.00%	101.56%	100%	Verificar porqué el trabajador se tarda más tiempo de lo programado
Samuel Tista	116	101	118	15	81.07%	117.24%	71%	Verificar porqué el trabajador se tarda más tiempo de lo programado
Todos los mecánicos	40	40	42	0	100.00%	105.00%	100%	Verificar porqué el trabajador se tarda más tiempo de lo programado

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

4.2. Programación del mantenimiento

El programa de mantenimiento se elabora de acuerdo a las necesidades de la empresa, para ello se propone la utilización del formato de la figuras 26 y 27, en el cual se describen las tareas básicas, su frecuencia, parámetros aceptables y responsables directos para su realización, de las tareas de mantenimiento durante un período no mayor de un año.


Para ello fue necesaria la participación del asistente, jefe de mantenimiento, jefe de producción y mecánicos, quienes aportaron parte de su experiencia para elaborar este programa de mantenimiento, la distribución se realizó por departamentos para facilitar su comprensión.

4.2.1. Programa diario

Las rutinas de mantenimiento diario, son el resultado de la observación de las fallas reportadas durante los turnos de producción, el mecánico de turno será la persona designada de realizar la inspección visual y rutina diaria de mantenimiento con la finalidad de detectar fallas tempranas en los equipos y llenar respectivamente el formato respectivo. Ver figura 28 de la pagina 90.

Para cada departamento que conforma la fábrica se elaboró un formato para inspeccionar de manera frecuente la operación de los equipos.

Figura 26. Programa de mantenimiento de fábrica durante la zafra

	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE FABRICA EN ZAFRA
---	---

DEPTO.	EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE	NIVEL ACEPTABLE		
CLARIFICACION	FILTRO ERIEZ	Verificar temperatura del motor sistema vibracion	Diario	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)		
		Vericar tension faja del sistema de vibracion	Diario	Mecanico de turno	Según Experiencia		
		Verificar fugas de aceite en reductor	Diario	Mecanico de turno	Cero Fugas		
		Tomar lectura amperaje del motor	Semanal	Electricista de turno	Según Placa del motor		
		Chequear Nivel de Aceite del Reductor	Mensual	Mecanico de turno	Según Tornillo de nivel		
		Tomar lectura de nivel de vibracion	Mensual	Mecanico de turno	(0 a 4.2 mm/s)		
		Cambio de aceite del reductor	Annual	Mecanico de turno	Sin Desgastes en Aceite.		
	CLARIFICADORES (1 AL 6)	Temperatura del reductor	Diario	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)		
		Temperatura de chumacera lado motor	Diario	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)		
		Temperatura de chumacera lado empuje	Diario	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)		
		Temperatura del motor del movimiento	Diario	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)		
		Amperaje del motor del movimiento	Semanal	Electricista de turno	Según Placa del motor		
		Temperatura del motorreductor de bomba de cachaza	Semanal	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)		
		Temperatura promedio de bombas de cachaza	mensual	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)		
		Cambio de diafragma de bombas de cachaza	Bimensual	Mecanico de turno	Cero fugas en diafragmas		
		FILTROS P/CACHAZA	Temperatura del motor	Diario	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)	
			Temperatura del reductor	Diario	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)	
	Temperatura chumacera lado copling		Diario	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)		
	Temperatura chumacera lado empuje		Diario	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)		
	Temperatura de chumacera de filtro lado motor		Diario	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)		
	Temperatura de chumacera de filtro lado cabezote		Diario	Mecanico de turno	(0 - 140 Grados Farenheit)		
	Verificar estado de peinetas raspadoras del filtro		Diario	Mecanico de turno	Buen estado		
	Amperaje del motor de traccion		Semanal	Electricista de turno	Según Placa del motor		
	Verificar estado de malla filtrante		Semestral	Mecanico/Jefe Mantto.	Sin roturas		
	Verificar y/o cambio de cadena de traccion		anual	Mecanico/Jefe Mantto.	Rodillos en buen estado		
	Verificar y/o cambio de chumaceras del eje rotor		Annual	Mecanico/Jefe Mantto.	Rodamientos en buen estado		
	EVAPORADORES		EVAPORADOR (1 AL 4 EFECTO)	Verificar funcionamiento valvula automatica de vapor	Diario	Operador de equipo	Cero fugas de aire
				Verificar Funcionamiento de bomba de envio de jugo	Diario	Mecanico de turno	Sin ruido y vibracion anormal
				Verificar presion de vapor interna en evaporador	Diario	Operador de equipo	Según especificacion proceso
				Verificar estado de funcionamiento de bomba de evaporadores	Diario	Mecanico de turno	Temperatura y vibracion en parametros
				Mantenimiento a bomba de envio de jugo claro	anual	Mecanico de turno	Cambio de rodamientos y sello mecanico
		Verificacion estado de tuberia de la calandria		Annual	Mecanico de turno	cambio de tuberia rota	
		Verificacion de Presion hidrostatica del evaporador		Annual	Mecanico/Operador	Realizar prueba hidrostatica (0-90 psi)	
Verificacion y/o cambio de Lucetas		Annual		Mecanico/Operador	Lucetas sin fisuras y transparentes		
Mantenimiento a sello de Valvula de Vapor		Annual		Mecanico/Jefe Mantto.	Valvula sin fugas de vapor		
Cambio de empaque del registro del evaporador		Annual		Mecanico/Operador	Registro sin fugas de producto		


NOTA: En el caso de las bombas de fabrica se tiene un formato diario el cual debe ser llenado por el mecanico de turno

ELABORO: _____
Jefe de Mantenimiento de Fabrica

REVISÓ: _____
Jefe de Fabrica

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

Figura 27. Programa de Mantenimiento de fábrica durante zafra

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE FABRICA EN ZAFRA			
DEPTO.	EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE	NIVEL ACEPTABLE
CENTRIFUGAS	CENTRIFUGAS	Lubricar puntos según manual de lubricacion del equipo	Diario	Mecanico de turno	Según criterio mecanico
		Verificacion de fugas de presion de aire en equipo	Diario	Mecanico/Operador	Cero fugas de presion de aire
		Verificar funcionamiento de valvulas de carga y descarga	Diario	Mecanico/Operador	Flujo constante de producto
		Verificar estado de jets de lavado	Semanal	Mecanico/Operador	Presion constante en jet de lavado
		Verificar estado de malla de lavado	semestral	Mecanico/Jefe Manitto.	Sin roturas
		Verificar estado de canasta	Semestral	Mecanico/Jefe Manitto.	Sin fisuras y golpes
		Verificar estado de freno del sistema de rotacion	Anual	Mecanico/Jefe Manitto.	Fricciones en buen estado
		Cambio de rodamientos del motor de traccion	Anual	Mecanico/Jefe Manitto.	Rodamientos en buen estado
		Verificacion fajas del sistema de traccion	Anual	Mecanico/Jefe Manitto.	Fajas sin fisuras
		Verificar estado de cilindros del sistema neumatico	Anual	Mecanico/Jefe Manitto.	Cilindros sin fugas internas
TACHOS	TACHOS	Verificar estado de conectores y mangueras de aire	Anual	Mecanico/Jefe Manitto.	cero fugas de aire
		Verificar estado de funcionamiento de valvulas de vapor	Diario	Mecanico/Operador	Cero fugas de vapor
		Verificar presion de vacio del tacho	Diario	Operador de equipo	(25 in hg en promedio)
		Verificar funcionamiento de bomba de vacio	Diario	Mecanico de turno	temperatura no mayor a 142 grados Fahrenheit
		Verificar valvula de descarga a cristalizadores	Diario	Mecanico de turno	Cero fugas de aire
		Verificar funcionamiento valvula de escoba	Diario	Mecanico/Operador	Cero fugas de aire
		Verificar fugas de aceite en reductor del agitador	Diario	Mecanico de turno	Cero fugas de aceite
		Verificar nivel de aceite motoreductor del agitador	semestral	Mecanico de turno	Según nivel del tornillo de caja
		Cambio de aceite de caja reductora	Anual	Mecanico de turno	Cero trazas de desgaste
		Cambio de rodamientos del motor de traccion del agitador	Anual	Mecanico de turno	
ENVASADO	BANDAS TRANSPORTADORAS	Verificar estado del eje del agitador	Anual	Mecanico/Jefe Manitto.	Sin desalineamiento
		Cambio de empaques de valvula de escoba	Anual	Mecanico/Jefe Manitto.	Cero fugas de vapor
		Cambio de empaque del registro del tacho	Anual	Mecanico de turno	Cero fugas de producto
		Verificar y/o cambio revestimiento carcasa bomba de vacio	Anual	Mecanico/Jefe Manitto.	Cero incrustaciones en carcasa
		Lubricar chumaceras de rodillo de traccion y coleras	Diario	Mecanico de turno	Según criterio mecanico
		Verificar alineamiento de rodillos del transportador	Diario	Mecanico de turno	Según criterio mecanico
		Verificar ruidos anormales en reductor y motor de traccion	Diario	Mecanico de turno	Según criterio mecanico
		Revisar Tension de banda transportadora	Semanal	Mecanico de turno	Según criterio mecanico
		Mantenimiento a caja reductora	Anual	Mecanico de turno	Cambio de rodamientos y retenedores
		Mantenimiento a motor de traccion	Anual	Mecanico de turno	Cambio de rodamientos
	ENFRIADOR / SECADOR DE AZUCAR	Revision y/o cambio de cadena de traccion	Anual	Mecanico de turno	Rodillos en buen estado
		Revisar tension de bandas de traccion gusano de alimentacion	Diario	Mecanico de turno	Según criterio mecanico
		Lubricacion chumaceras eje del gusano de alimentacion	Diario	Mecanico de turno	Según criterio mecanico
		Lubricar rodillos de soporte de enfriador	Diario	Mecanico de turno	Según criterio mecanico
		Verificar estado de rodillos de soporte	Diario	Mecanico de turno	Según criterio mecanico
		Lubricar cadena de traccion del enfriador	Diario	Mecanico de turno	Según criterio mecanico
		Verificar fuga de aceite en reductor de traccion del enfriador	semanal	Mecanico de turno	Cero fugas de aceite
		Tomar lectura amperaje del motor	Semanal	Electricista de turno	Según Placa del motor
		Verificar estado de cadena de traccion del enfriador	Semestral	Mecanico/Jefe Manitto.	Rodillos en buen estado
		Mantenimiento a Rodillos de soporte del enfriador	Anual	Mecanico de turno	Cambio de rodamiento
CABINA DE LENADO	Mantenimiento a motor de traccion del enfriador	Anual	Mecanico de turno	Cambio de rodamientos	
	Verificar estado del gusano de alimentacion	Anual	Mecanico/Jefe Manitto.	Sin fisuras ni grietas	
	Limpieza de trampa magnetica	Diario	Mecanico de turno	Libre de elementos metalicos	
	Verificar funcionamiento de valvula de alimentacion de azucar	Diario	Mecanico de turno	Precision en el llenado de sacos	
	Lubricacion maquinas de coser de sacos	Diario	Mecanico de turno	Según criterio mecanico	
	Lubricacion de conductores de sacos hacia bodega	Semanal	Mecanico de turno	Según criterio mecanico	
	Verificacion amperaje motor de traccion de conductores	Semanal	Electricista de turno	Según amperaje de la placa	
	Calibracion balanzas de precision de peso de sacos	semestral	Mecanico/Jefe Manitto.	Calibrar según patron proveedor	
	Mantenimiento a bandas transportadoras de sacos	anual	Mecanico/Jefe Manitto.	Rodamientos y rodillos en buen estado	


NOTA: En el caso de las bombas de fabrica se tiene un formato diario el cual debe ser llenado por el mecanico de turno

ELABORO: _____
Jefe de Mantenimiento de Fabrica

REVISÓ: _____
Jefe de Fabrica

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

Figura 28. Rutinas de mantenimiento diario de equipo de fábrica

		Registro: Bitácora de Control de Transmisiones y Chumaceras de Mezcladores R-MF-019									
Responsable: _____		Fecha: _____									
EQUIPO	Turno	Temp. motor	Temp. reductor	Temp. chum eje muerto	nivel aceite reductor	Temp. chum lado espiga	Temp. chum lado sprocket	estopero	Observaciones:		
Batch de crudo	mañana										
	tarde										
	noche										
Batch de blanco	mañana										
	tarde										
	noche										
de B crudo 1	mañana										
	tarde										
	noche										
de B crudo 2	mañana										
	tarde										
	noche										
de C 1	mañana										
	tarde										
	noche										
de C 2	mañana										
	tarde										
	noche										
Parámetros aceptables : temperatura abajo de 80°C., nivel de aceite según indicador.											
Notas:											

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

4.2.1.1. Rutinas de mantenimiento

Existen rutinas de mantenimiento definidas para cada equipo, generalmente el ayudante del mecánico es el encargado de darle el mantenimiento de rutina al equipo, éste tipo de mantenimiento generalmente abarca:

- Limpieza del equipo.
- Lubricación.
- Engrase.
- Inspección visual y auditivo de anomalías.
- Inspección de temperaturas de cojinetes y chumaceras, Presiones de trabajo de los equipos, etc.
- Verificar niveles de lubricantes a través de las mirillas de los equipos o varillas de medición de nivel.
- Chequear la vibración de los equipos.

Estas rutinas se muestran en la figura anterior, cuando el ayudante o mecánico observa anomalías se avisa de inmediato al asistente/jefe de mantenimiento para tomar acciones correctivas.

4.2.1.2. Inspección de equipos vitales

La inspección de equipos vitales se propone realizarlo durante la rutina diaria, a través de la limpieza del equipo, así como también incluir al personal operativo para que reporten anomalías en sus equipos durante el proceso.

4.2.2. Programa semanal

La persona encargada del programa semanal es el supervisor de mecánicos, debe de inspeccionar y verificar que el mecánico realice su rutina de mantenimiento, al mismo tiempo reportar al asistente de mantenimiento los trabajos que se realicen durante el transcurso de la semana. Ver figura 29 de la pagina 93.

4.2.3. Programa mensual

El programa mensual se elaboró de acuerdo a los requerimientos que especifica el fabricante, entre las actividades de mantenimiento mensual se mencionan las siguientes:

- Lubricación mensual de centrífugas
- Lubricación mensual de conductores
- Lubricación mensual de envasadora
- Lubricación mensual de máquina de coser sacos, etcetera


El criterio de frecuencia de lubricación y análisis de funcionamiento en operación de estos equipos es respecto al acceso limitado por su ubicación. La figura 30, muestra la propuesta para la realización del monitoreo mensual.

Figura 29. Formato para el control de mantenimiento semanal

		Registro Bitácora Para Control de Mantenimiento Semanal R-MF-029			
Responsable <u>Manuel Aguilar</u>		Fecha: _____			
Equipo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	
Bombas de Jugos y Condensados					
Bombas de Mielles y Aguas					
Centrifugas Continuas					
Centrifugas Batch					
Mezcladores					
Compresores					
Equipos de Envasado					
Observaciones					

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

Figura 30. Programa de mantenimiento preventivo mensual en área de centrífugas

		Registro Bitácora Para Control de Mantenimiento Semanal R-MF-029			
Responsable <u>Manuel Aguilar</u>		Fecha. _____			
Equipo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	
Bombas de Jugos y Condensados					
Bombas de Mieles y Aguas					
Centrífugas Continuas					
Centrífugas Batch					
Mezcladores					
Compresores					
Equipos de Envasado					
Observaciones					

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

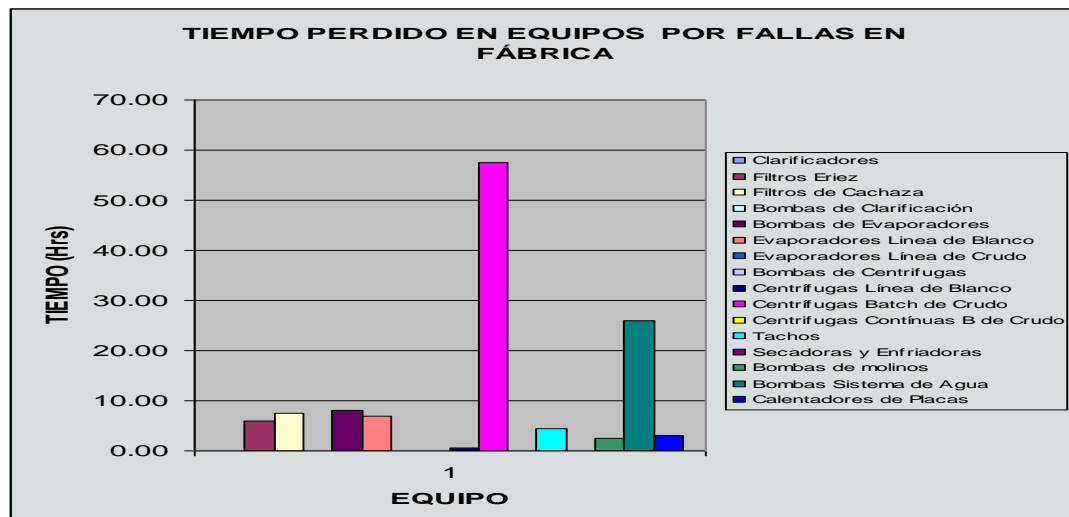
4.2.4. Programa anual

El programa anual se elabora de acuerdo al comportamiento del equipo durante la zafra, se elabora un listado y gráfica de problemas que ocurren durante el proceso de producción. Las figuras 26 y 27 representan el programa anual de mantenimiento preventivo durante la fase de zafra.

A continuación se mencionan las actividades de mantenimiento anual más frecuentes: cambio de sellos de cilindros, asentar sello de válvulas, revisión de cheques, calibración de equipo de medición, chequeo de cojinetes, ajuste de coronas y tornillo sin fin, fajas transportadoras, etc.

La figura 31, es creada a partir del historial de datos de las bitácoras, a partir de esta información se elaborará un plan anual de reparación.

Figura 31. Resumen de fallas de fábrica durante la zafra



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

4.2.5. Personal para la implementación de programas de mantenimiento

El personal operativo y administrativo del departamento será el que implementará el programa de mantenimiento a través de la administración de órdenes de trabajo, control del equipo a través de rutinas e inspecciones de mantenimiento, será de acuerdo a las condiciones de trabajo de cada equipo y recomendaciones del fabricante.

- **Mecánicos:** son los encargados de mantener el equipo en condiciones de funcionamiento para prestar el servicio que se requiere en el proceso, deben de llenar cada una de las fichas de cada equipo para monitorear las condiciones del equipo.
- **Asistente de mantenimiento:** es el encargado de proveer de materiales e insumos, supervisar los trabajos de mantenimiento y reparación del equipo, administrar el historial de fallas de cada equipo y alimentar la base de datos para generar el tiempo perdido de cada equipo y sus principales causas, para posteriormente analizar los resultados y dar conclusiones acerca de las acciones para reducir el tiempo perdido.
- **Jefe de montaje y mantenimiento:** supervisa el trabajo de montaje y mantenimiento de equipo nuevo, asesora al asistente en la interpretación de planos para proyectos nuevos y supervisa los trabajos relacionados con la reparación y mantenimiento de equipo. Conjuntamente con el asistente tomarán decisiones para las nuevas estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo.

4.2.6. Control de indicadores a través de hoja de cálculo

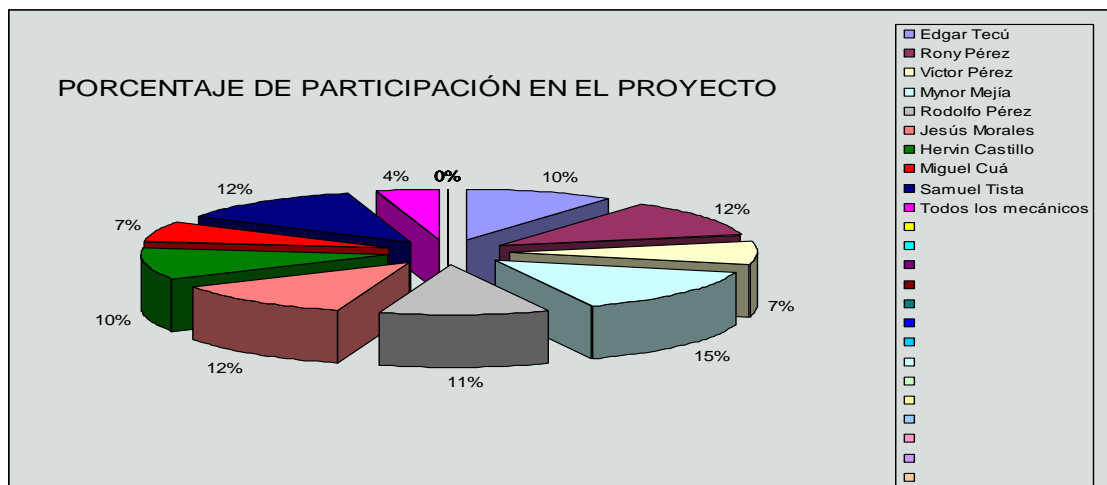
Únicamente se tomaron en cuenta los indicadores de tiempo perdido, debido a la complejidad del tema no es posible ingresar y monitorear todos los datos necesarios para el cálculo de cada uno de los indicadores.

4.2.6.1. Indicadores de carga de trabajo

Permiten la programación adecuada por trabajador, de las actividades de mantenimiento, la función principal es la distribución equitativa de trabajo para el personal de mantenimiento, permitiendo que todos ejecuten y terminen sus actividades en un tiempo determinado.

A continuación se muestra la carga de trabajo de reparación del área de tachos, este dato está dado en porcentaje.

Figura 32. Carga de trabajo para personal de mantenimiento



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

4.2.6.2. Indicadores de planeación

Indica el avance de las actividades programadas, de acuerdo a éstos se determina la eficiencia de cada trabajador, la finalidad es determinar que personas están más capacitadas para desarrollar su trabajo y detectar necesidades de capacitación para aquellas que se retrasan en sus actividades programadas.

El cálculo de este indicador se muestra en el formato de la figura 23 de la página 80, específicamente en la columna con el nombre de porcentaje de cumplimiento de la planeación.

4.2.6.3. Indicadores de productividad

La productividad se mide de acuerdo a la operación del equipo en fábrica, para la medición correcta de éstos indicadores es necesario tomar en cuenta todos los motivos de paradas en fábrica y llevar un registro detallado, debido a la complejidad de éstos indicadores, se tomarán en cuenta aquellos factores que se relacionen con fallas correctivas y paradas programadas por el departamento de mantenimiento y fabricación.

4.2.6.4. Indicadores de costo

De acuerdo al total de tiempo perdido de cada equipo y tiempo invertido en reparación y mantenimiento de fallas, así será el monto del costo empleado por el departamento de mantenimiento, se calcula de acuerdo a los datos de tiempo perdido proporcionados por la base de datos multiplicado por el costo por hora de mano de obra del mecánico o soldador.

La siguiente fórmula se utiliza para calcular el indicador de costo, las variables que intervienen son: tiempo perdido (hrs.), costo de mano de obra (Q/hr.).

$$\text{Indicador de costo} = \text{Tiempo perdido} * \text{Costo de mano de obra}$$


Cuando el costo sea menor en comparación al período anterior, el departamento mejora sus actividades de mantenimiento reduciendo de ésta forma los costos de reparación y mantenimiento.

La figura 33, muestra el formato que se propone para el control de costos de actividades de mantenimiento y reparación del equipo de fábrica, estos datos se obtienen de la hoja de planeación de actividades de mantenimiento.

En este formato únicamente se debe ingresar los siguientes datos: sueldo del personal, número de personas asignadas para una actividad específica, número de horas extras, costo de repuestos utilizados por actividad, costo de insumos.

Las siguientes columnas se calculan automáticamente a través de los datos introducidos previamente. La comparación de costos de un período a otro permite analizar la eficiencia del departamento de mantenimiento en la utilización de los recursos disponibles.

Figura 33. Formato para el control de costos de mantenimiento

		Registro: Control de Costos de Mantenimiento y Reparación											
		ACTIVIDAD	RESPONSABLE	SUELDO MENSUAL	No. PERSONAL	No. HORAS NORMALES	No. HORAS EXTRAS	CTO. TL. HORA. N	CTO. TL. HORA EXT.	COSTO TOTAL M.O.	COSTO REPUESTOS	COSTO INSUMOS	COSTO TOTAL REPARACION
TACHO No. 1													
Prueba de cuerpo		Edgar Tecú			18								
Prueba hidrostática de calandrias		Edgar Tecú			9								
Valvula de miel A		Edgar Tecú			9								
Valvula de miel B		Edgar Tecú			9								
Valvula de meladura		Edgar Tecú	1500	1	9		56.25		56.25			56.25	
Valvula de agua caliente		Edgar Tecú			9								
Valvula de romper vacío		Edgar Tecú			9					10		10	
Valvula de zanja		Edgar Tecú			9								
Valvulas de 2do. Efecto		Edgar Tecú			18								
Valvula de sifa		Edgar Tecú			9								
Revisión de lucetas		Edgar Tecú			9								
Válvulas de gases incondensables		Edgar Tecú			9								
Válvulas de soplado de tubería		Edgar Tecú			9								
Revisión de registros		Edgar Tecú			9								
Revisión de lavamanos		Edgar Tecú			9								

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

4.3. Herramientas para administrar la conservación

La eficiencia del departamento depende de la correcta administración de los trabajos de conservación del equipo, para lograrlo se debe hacer uso de herramientas de análisis.

4.3.1. Análisis de problemas

El análisis de problemas se realiza de acuerdo a registros existentes por ejemplo, temperatura de elementos de equipos, presión de trabajo, amperaje, etc. Estos datos permiten un análisis para la detección de fallas prematuras y causas importantes. Las siguientes herramientas de análisis se deben usar en el departamento para proporcionar el mantenimiento adecuado del equipo.

4.3.1.1. Juntas de lluvias de ideas

El jefe o asistente de mantenimiento son los encargados de organizar ésta actividad para lograr la solución de problemas de la fábrica. Las personas que participen deben tener conocimiento del problema, aunque discrepen del criterio de los demás integrantes del grupo, lo que aquí se espera es obtener opiniones diferentes para encontrar nuevas soluciones.

Se realiza cuando se debe resolver un problema importante que provoca pérdidas significativas para la empresa, los siguientes pasos contribuyen a obtener resultados positivos de una junta de lluvia de ideas:

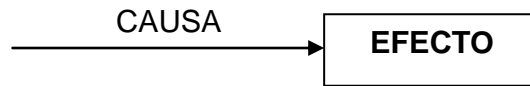
- Informar a los integrantes sobre el tema que se analizará, el objetivo de la junta, el cual debe ser claro y medible, así como el lugar, fecha y hora del evento.

- Durante la reunión el coordinador de la junta debe explicar el problema y pedir ideas para su solución.
- Los integrantes exponen cualquier idea que se les ocurra, sin restricción ni coacción del resto del grupo, y sin explicarla a fondo, ya que se trata de tener el mayor número de ideas posibles para analizarlas posteriormente. Las ideas deben anotarse en un pizarrón.
- Cada idea es aclarada por el propio ponente para ser analizada y entendida por el grupo, cuidando de no atacar ni ridiculizar a las personas. En este momento es necesario utilizar una y otra vez las seis preguntas de análisis: ¿qué?, ¿por qué?, ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿quién? Y ¿cómo?.
- Cuando el equipo de trabajo considera que quedó claro lo que debe hacerse para solucionar el problema, se nombra de inmediato un responsable para que, en su oportunidad, elabora el plan de trabajo, el cual se presentará a los niveles superiores para su autorización.
- Al término de la junta se hace una minuta explicativa en la cual se describen los sucesos más relevantes ocurridos, así como las acciones que deben realizarse, el nombre de los responsables y las fechas de terminación de éstas.

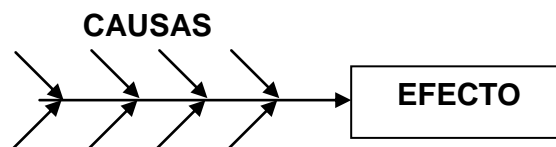
4.3.1.2. Diagrama causa y efecto

Se elabora de acuerdo a los tiempos perdidos y causas de cada equipo generado por el programa elaborado en Excel, es necesario analizar cada efecto ocasionado por varias causas, para tener una idea muy exacta acerca de lo que produjo dicho efecto. Su representación gráfica es la siguiente:

Figura 34. **Diagrama causa-efecto**



Realmente un efecto es el resultado de varias causas:



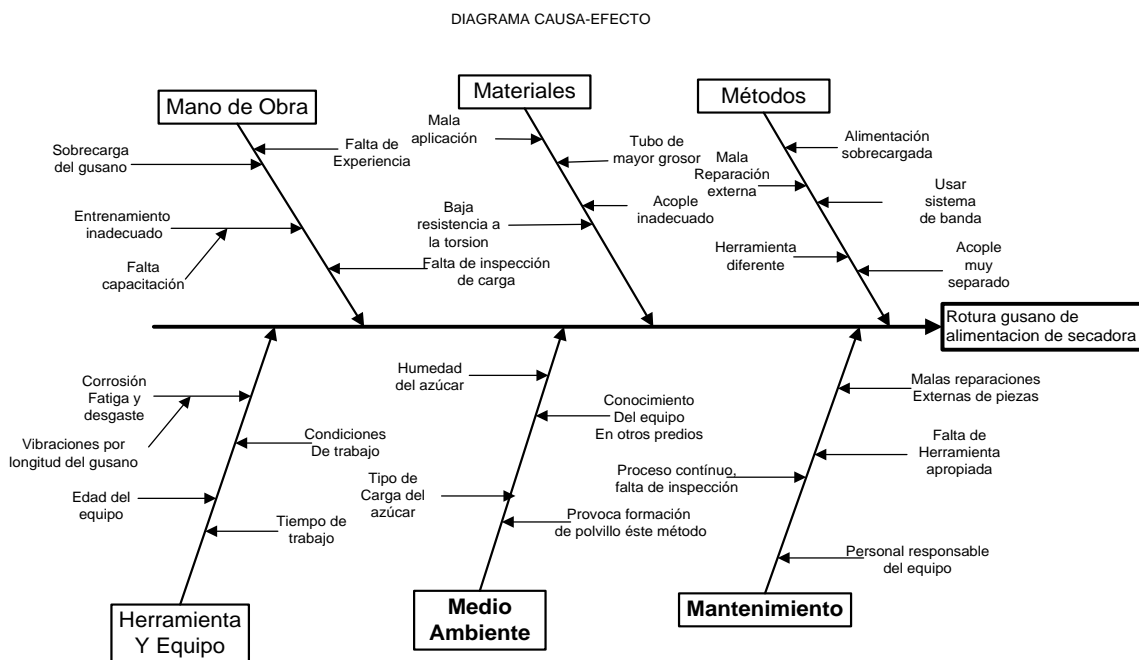
Fuente: DOUNCE, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. p. 110.

La figura 34, es conocida generalmente como **“diagrama Ishikawa”**, **“causa-efecto”** o **“espina de pescado”**, cada espina puede significar una o más causas, fue desarrollado por el japonés Kaoru Ishikawa, y nos ayuda a conocer las causas que concurren en la aparición de algún efecto que nos interese analizar, éste es muy útil se es usado durante las juntas de lluvias de ideas.

Las principales causas básicas que provocan fallas pueden relacionarse con cuatro elementos importantes (mano de obra, maquinas, materiales y métodos), a través de ésta clasificación se logra establecer la causa más importante y las subcausas que provocan el problema. Con esto obtenemos una visión muy amplia y profunda de la composición del efecto analizado y además, sugerencias de suma utilidad para solucionarlo.

La figura 35, muestra un ejemplo del diagrama causa-efecto para la solución del problema de la rotura del gusano de alimentación de la secadora de la línea de azúcar blanca.

Figura 35. Diagrama causa-efecto gusano de alimentación de secadora línea de blanco



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

Al finalizar el análisis se determinó que debía fabricarse un nuevo gusano de alimentación, para evitar más paradas de producción de la línea de blanco, mejorando el acople de éste sistema, debido a que en la parte del acople había mayor torsión provocando la rotura del sistema.

4.3.1.3. Principio Pareto

Es utilizado para determinar la principal causa de fallas y tiempo perdido de fábrica, el efecto ocasionado por varias causas tiene una tendencia bien definida, ya que aproximadamente 20% de las causas originan el 80% del efecto, y el 80% de las causas restantes son responsables del 20% del resto del efecto.

Este fenómeno se repite con una aproximación aceptable, lo que permite que sea aplicable para fines prácticos en el departamento de mantenimiento.

A las causas responsables del 80% del efecto se les llama causas vitales y a las restantes se les denomina causas triviales; sin embargo, existe entre la frontera de ambas una pequeña zona de causas que, sin ser vitales, no se les puede tomar como triviales, por lo que se les llama causas de transición o causas importantes.

Los pasos a seguir para aplicar este principio son los siguientes:

- a. Identificar el efecto que deseamos analizar y el objetivo por alcanzar;
- b. Hacer una lista de las causas que originan el efecto, definiendo el valor de contribución de cada una;
- c. Asignar al efecto completo el valor del 100% y determinar el porcentaje relativo de contribución de la causa, basándose en su valor individual;
- d. Ordenar las causas, de mayor a menor, con base en su contribución individual;

- e. Elaborar el diagrama de Pareto y con su apoyo analizar el problema;
- f. Identificar las causas vitales y tomar acciones correctivas en forma cuidadosa y específica (cada acción vital por separado);
- g. Identificar las causas importantes o de transición y tomar acciones globales;
- h. Identificar las causas triviales y posponer su solución para cuando haya oportunidad de realizarla.

Los datos para la elaboración de éste principio deben tomarse a partir del gráfico resumen de fallas y sus principales causas, de acuerdo al número de fallas y tiempo perdido por equipo se logrará hacer la clasificación apropiada, (ver figura 21).

4.3.1.4. Gráficos de control

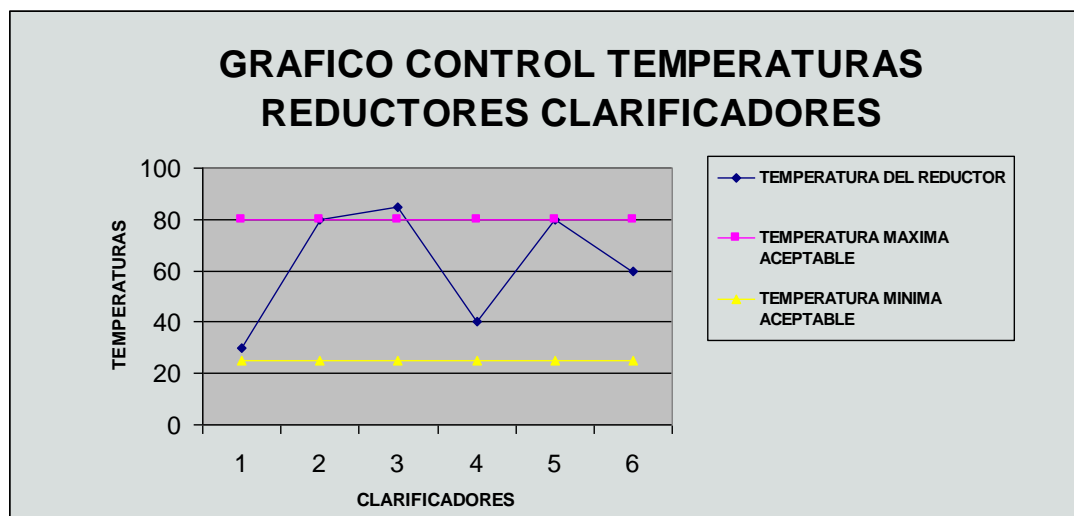
Los gráficos de control son una herramienta importante en todo proceso de control de calidad.

Dentro del ingenio estos gráficos ayudarán a identificar variaciones de calidad como inevitables y debidas al azar, el gráfico de control dice cuando hay que dejar que un proceso se desarrolle sin interrupciones, evitando así ajustes frecuentes e innecesarios que tienden a incrementar la variabilidad del proceso más que a disminuirla.

Conociendo las posibilidades que ofrece un proceso de producción, la técnica de gráfico de control permite decisiones ventajosas en lo que respecta a tolerancias técnicas y comparaciones que ayudan a determinar cual es el mejor entre varios proyectos y métodos de producción.

Para la elaboración de un gráfico de control se establecen límites de control superior e inferior, estos son de acuerdo al servicio que se requiere del equipo, la aplicación en mantenimiento es para monitorear las condiciones del equipo, las variables que se deben controlar frecuentemente en la operación de equipos son: temperatura, presión de trabajo y amperaje.

Figura 36. **Gráfico de temperaturas de clarificadores**



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

El gráfico de control muestra los datos que se desean controlar en determinado equipo, en la gráfica anterior, se llevan registros de temperaturas de clarificadores, como pudo observarse la temperatura critica de operación del equipo es de 80 °C., fuera de este valor deben tomarse acciones correctivas.

4.4. Organigrama del departamento de mantenimiento

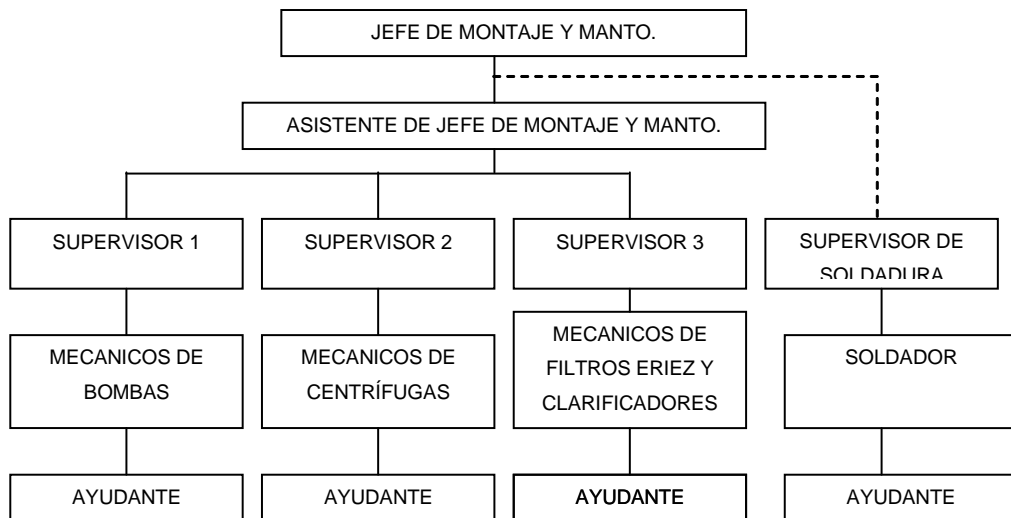
Define los principales integrantes del departamento de mantenimiento y la jerarquía de mando.

4.4.1. Funciones

- Jefe de montaje y mantenimiento: las principales funciones son: planificar y organizar actividades de mantenimiento, programar y designar personal para la ejecución de trabajo del departamento, proveer material, repuestos e insumos a mecánicos, mantener un stock de repuestos para emergencias, elaborar programas de mantenimiento preventivo y correctivo, supervisar montaje de proyectos nuevos, dirigir reuniones con asistentes de mantenimiento para la solución de problemas de equipos.
- Asistente de jefe de montaje y mantenimiento: persona encargada de supervisar trabajos de mantenimiento correctivo, provee materiales y repuestos a mecánicos y soldadores, recibe órdenes de trabajo y las ejecuta, proveer hojas de registro de fallas a los mecánicos, administra el mantenimiento preventivo a través del historial de fallas de cada equipo, asiste al jefe de montaje y mantenimiento para la programación de actividades.
- Supervisor 1, 2, Y 3: supervisa la ejecución de trabajos de mantenimiento correctivo, reparación del equipo utilizado en el proceso, asesora al mecánico en el cambio de repuestos, llena registros sobre el servicio que proporciona la maquinaria.

- Mecánico: corrige fallas, solicita material y repuestos para reparación y mantenimiento, inspecciona el equipo, lleva a cabo las rutinas de lubricación y engrase, toma datos para el control de fallas, elabora órdenes de trabajo para reparaciones de emergencia.
- Ayudante: asiste al mecánico o soldador en los trabajos de reparación y mantenimiento, alcanza herramienta al mecánico o soldador, llena hojas de registro de lubricación y engrase de equipo, solicita materiales y repuestos de bodega.

Figura 37. **Organigrama del departamento de mantenimiento**



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

El organigrama del departamento de mantenimiento se muestra en la figura anterior, se propone la supervisión de mecánicos de un área específica por parte de los supervisores 1, 2 y 3.

4.4.2. Obligaciones

Cada integrante del organigrama de mantenimiento debe ejecutar las tareas que le sean asignadas en el tiempo programado, el servicio de cada equipo del proceso depende del grado de atención de cada integrante del departamento, las obligaciones se describieron en los puestos anteriores.

4.4.3. Objetivos


El personal de mantenimiento debe enfocarse en la atención del servicio que requiere cada operación, todos deben enfocarse y encaminarse en los objetivos descritos por el departamento de mantenimiento, básicamente consisten en reducir el tiempo perdido y mantener en perfectas condiciones de funcionamiento el equipo.

4.5. Planeación

Toda planeación empieza con el deseo de conquistar un objetivo, debiendo considerar a continuación las restricciones o limitaciones, es decir el establecimiento de las políticas a considerar, con lo anterior se esta en posibilidad de decidir los métodos a emplear y, por ende, los procedimientos, de esta manera es posible hacer los programas a fin de considerar cronológicamente las diferentes actividades que se desarrollarán.

Para esta etapa es necesario hacer uso de la hoja de planeación de la siguiente figura.

Figura 38. Hoja de planeación

		Registro: Hoja de Planeación	
1	NOMBRE DEL PROYECTO:		
2	RESPONSABLE:		
3	PROBLEMÁTICA:		
4	OBJETIVO (META, ACCION Y TIEMPO):		
5	RECURSOS:		
5.1			
5.2			
5.3			
5.4			
5.5			
5.6			
5.7			
PASO	ACTIVIDADES ESPECIFICAS Y CRONOLÓGICAS POR TOMAR	FECHA	RESPONSABLE
6.1			
6.2			
6.3			
6.4			
6.5			
6.6			
6.7			
6.8			
6.9			

OBSERVACIONES: _____

Fuente: elaboración propia.

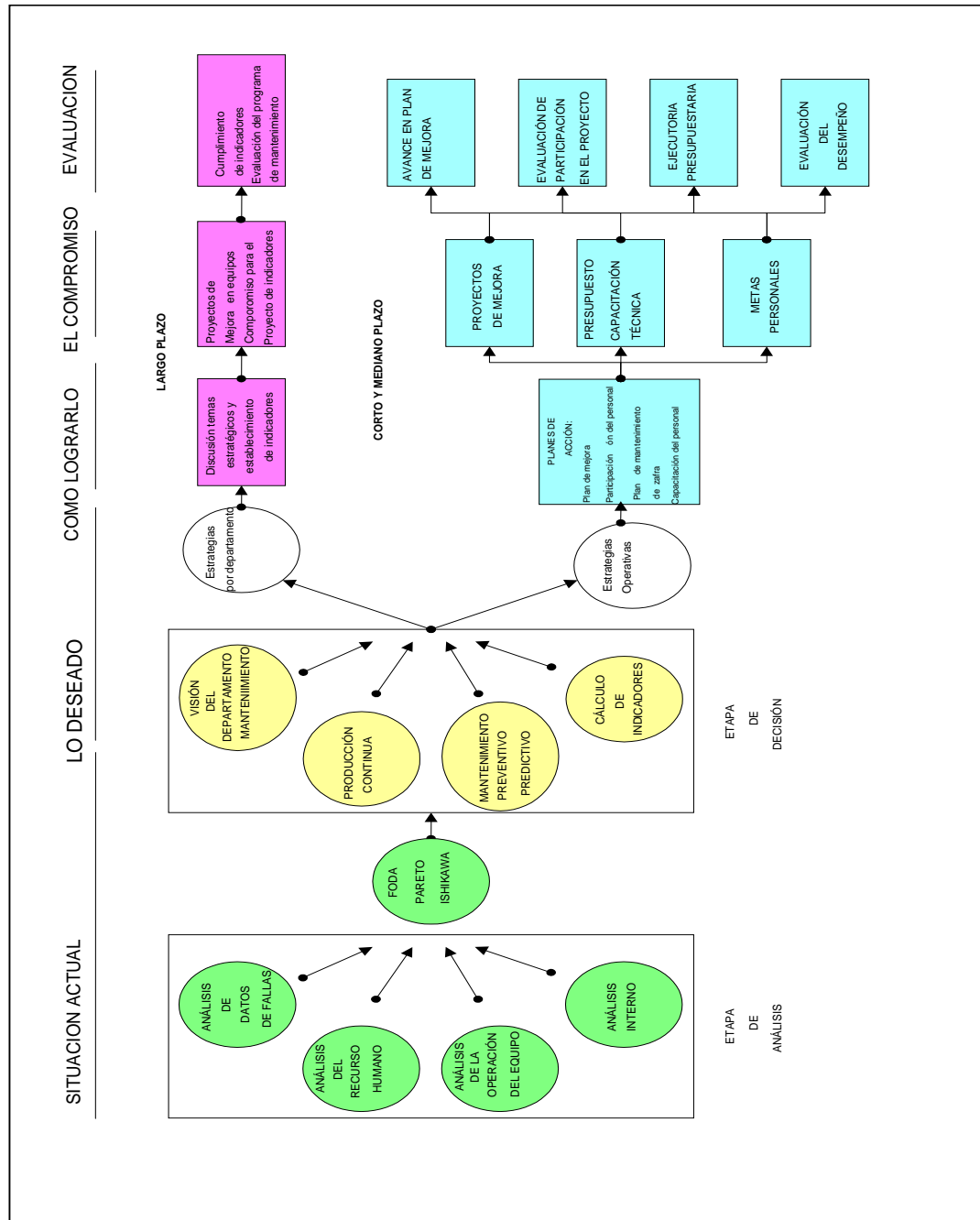
4.5.1. Planeación estratégica

Las acciones que se ejecutarán en la planeación estratégica serán en base a las siguientes áreas: equipo, capacitación del personal, repuestos, insumos. Se tomará la situación actual como punto de partida y los logros que se desean alcanzar a largo plazo, a través del compromiso de las jefaturas de planta, ver figura 39.

4.5.2. Planeación táctica

Le corresponde al personal de supervisión, se realiza en base a los registros de fallas de equipo, la planeación táctica es a corto plazo y se debe asignar personal para la corrección de fallas, el tiempo empleado en la corrección de fallas debe ser corto evitando mayores pérdidas de tiempo del equipo.

Figura 39. Planeación estratégica del departamento de mantenimiento



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

4.6. Control de indicadores de equipos

El control de indicadores es a través del tiempo perdido por cada equipo, el tiempo empleado en mantenimiento y el costo que representa cada una de las intervenciones de mantenimiento, así como también el costo por parada de equipo.

4.6.1. Cálculo de indicadores

El cálculo de indicadores es a través de fórmulas establecidas, los datos requeridos para cada uno de estos son de acuerdo a programas establecidos desde el inicio de la producción, cada uno de los equipos tienen una finalidad en el proceso, por lo que se deben programar para el trabajo que se espera de ellos.

4.6.1.1. Indicador de productividad

La finalidad de éstos indicadores es la posibilidad de conocer el aprovechamiento de los recursos de la empresa:

- Eficiencia en el trabajo: indica el aprovechamiento del recurso humano en los trabajos de mantenimiento.

$$\frac{\text{HxH trabajadas} - \text{HxH retrabajos}}{\text{HxH trabajadas}} * 100$$

Para bomba centrífuga en promedio se necesitan 5 horas para realizar el mantenimiento, que incluye: desmontaje, cambio de cojinetes del motor, cambio

de sello mecánico, revisión del estado del impulsor, revisión estado de carcasa, montaje de la bomba, realización de pruebas.

Cuando una bomba reparada recientemente falla y para regresarla a sus condiciones de operación normales nuevamente se toma en promedio 2 horas, debido a que no son problemas mecánicos, sino fallas eléctricas por sobrecarga de voltaje o un corto circuito, Se calcula el indicador antes descrito de la siguiente forma.

Horas hombre trabajadas en la reparación: 5.

Horas hombre de re-trabajo: 2.

$$\text{EFICIENCIA EN EL TRABAJO: } \frac{5 \text{ horas} - 2 \text{ horas}}{5 \text{ horas}} * 100 = \mathbf{60\%}$$

Este resultado indica que la reparación no fue satisfactoria ya que solamente logramos un 60% de eficiencia en la reparación respecto al 100% que se debió obtener.

4.6.1.2. Indicador de disponibilidad

- Nivel de disponibilidad de equipos: se refiere al porcentaje en cantidad de equipos de la empresa que están disponibles para ser utilizados en el proceso de fabricación del producto.

$$\frac{\text{Equipos programados} - \text{Equipos con paro}}{\text{Equipos programados}} * 100$$

Para la línea de azúcar blanca se tienen programadas 3 centrifugas, estas deben estar operando durante la producción, cuando una de estas máquinas esta fuera de operación se calcula el nivel de disponibilidad del departamento de centrifugas de la siguiente manera:

No. De equipos programados en centrifugas línea de blanco: 3.

No. De equipos con sin operar debido a fallas: 1.

$$\text{NIVEL DE DISPONIBILIDAD: } \frac{(3 - 1)}{3} * 100 = 66,67\%$$

En este caso el departamento de centrifugas tiene 66,67 % de disponibilidad, permitiendo en este caso ser el cuello de botella de la línea.

4.6.1.3. Indicador de rendimiento

Indica si el equipo funciona a los niveles máximos esperados, es posible que un equipo tenga alta disponibilidad, sin embargo, debido a problemas técnicos no puede operar con el nivel de eficiencia más alto posible.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Nivel medio de producción actual}}{\text{Nivel teórico de producción}}$$

Para un turno de producción se tiene programado que el ritmo de línea es de 2 500 sacos/hora, en 12 horas teóricamente se deben envasar 30 000 sacos/turno, cuando se tienen fallas en los equipos y únicamente se logra alcanzar una producción de 29 000 sacos/turno, el rendimiento de la línea de producción es el siguiente.

$$\text{Rendimiento} = \frac{29\,000 \text{ sacos/turno}}{3\,000 \text{ sacos/turno}} = 96,66 \%$$

Para este caso se calcula el rendimiento de la línea completa, es recomendable realizarlo para cada equipo y determinar el cuello de botella, asociado a las fallas frecuentes y corregirlas para lograr que la línea sea continua.

4.6.1.4. Cumplimiento de planeación

Permite detectar la eficacia de nuestra planeación del trabajo basándose en la interrelación de cargas de éste.

a. Nivel del cumplimiento de la planeación (%)

$$\frac{\text{Trabajos ejecutados}}{\text{Trabajos programados}} * 100$$

El cálculo de este indicador se realiza en la página siguiente y se tomó como base la tabla VII.

4.6.1.5. Eficiencia en el trabajo

Se mide a través del porcentaje de avance del programa de trabajo por cada trabajador, éste dato se calcula por reglas de tres a través de la comparación entre el total de lo programado y lo ejecutado.

Para un trabajador en este caso Edgar Tecú (ver figura 25) se desea conocer el cumplimiento de planeación y el porcentaje de avance, se puede observar en la figura que Tecú tiene programado 92 días, el inicio de reparación es el 1 de junio del 2004, se desea conocer el % de avance de actividades

para el día 20 de junio. Según el programa de reparación el porcentaje de avance del total de tareas asignadas es de 80% hasta el 20 de junio.

Solución: del 1 al 20 de junio han transcurrido 17 días hábiles, éste dato servirá para el cálculo del porcentaje de avance. La siguiente tabla muestra los datos de la programación de actividades para el trabajador antes mencionado, ésta tabla solo muestra las actividades hasta la fecha 21 de junio.

Tabla VII. **Actividades programadas para un trabajador**

ACTIVIDAD	% COMPLETADO	COMIENZO	FIN
TACHO No. 1		01/06/2004	01/06/2004
Prueba de cuerpo	0%	01/06/2004	03/06/2004
Prueba hidrostática de calandrias	100%	03/06/2004	04/06/2004
Válvula de miel A	100%	04/06/2004	05/06/2004
Válvula de miel B	100%	05/06/2004	06/06/2004
Válvula de meladura	100%	07/06/2004	08/06/2004
Válvula de agua caliente	100%	08/06/2004	09/06/2004
Válvula de romper vacío	100%	09/06/2004	10/06/2004
Válvula de zanja	100%	10/06/2004	11/06/2004
Válvulas de 2do. Efecto	100%	11/06/2004	13/06/2004
Válvula de sifa	100%	14/06/2004	15/06/2004
Revisión de lucetas	0%	15/06/2004	16/06/2004
Válvulas de gases incondensables	100%	16/06/2004	17/06/2004
Válvulas de soplado de tubería	0%	17/06/2004	18/06/2004
Revisión de registros	100%	18/06/2004	19/06/2004
Revisión de lavamanos	0%	19/06/2004	20/06/2004
Revisión de sonda	0%	21/06/2004	22/06/2004

Fuente: Ingenio La Unión S.A.

De la tabla anterior se consideran como trabajos ejecutados los que tienen 100 % de avance (11 actividades), los trabajos programados son el total de actividades asignadas hasta el 20 de junio, en este caso (15 actividades).

Para el cálculo del % de avance se toman en cuenta únicamente los días de los trabajos completados, hay que tener en cuenta que hay actividades que se les asignó dos días en este ejemplo se tiene para el total de actividades ejecutadas un total de 12 días.

$$\% \text{ cumplimiento de planeación} = \frac{\text{Trabajos ejecutados} * 100}{\text{Trabajos programados}}$$

$$\% \text{ cumplimiento de planeación} = \frac{11 * 100}{15} = \mathbf{73,33\%}$$

$$\% \text{ de avance} = \frac{(\text{No. de días completados}) * 100}{\text{No. de días trabajados} * \text{persona}}$$

$$\% \text{ de avance} = \frac{12 * 100}{17} = 70,58\%$$

4.6.1.6. Indicador de costo

Informan la relación existente entre los costos de conservación y los diferentes costos de otros tipos que nos interese comparar.

- Indicador de reposición de equipos:

$$\frac{\text{Costo de conservación}}{\text{Costo de reposición}} * 100$$

- Nivel de costos de conservación:

$$\frac{\text{Costo de conservación} - \text{Costo de paro}}{\text{Costo de conservación}} * 100$$

- Impacto por conservación:

$$\frac{\text{Costo de paro}}{\text{Costo de producción}} * 100$$

Los niveles de costos dependen del tipo de aplicación dentro de la empresa, y los estándares varían de una empresa a otra.

Los costos asociados al equipo varían en función a su ubicación e importancia en el proceso de elaboración, en este caso se menciona la conservación de una bomba de vacío marca nash. El costo de reposición de éste equipo es aproximadamente Q 53 690,00, el costo de conservación para evitar que la corrosión dañe la carcasa es de Q 4 000,00, el costo de paro asociado a este equipo por una hora que esté fuera de servicio es el equivalente al tiempo empleado en reparar y conservar el equipo Q 800,00 el costo de producción es aproximadamente de Q 13 000,00. El cálculo de los indicadores de costos son los siguientes:

- Indicador de Reposición de equipos:

$$\frac{\text{Costo de conservación}}{\text{Costo de reposición}} * 100$$

$$\text{Indicador de reposición de equipos} = \frac{4\ 000}{53\ 690} * 100 = 7,45\%$$

Este porcentaje indica que el costo de conservación representa únicamente el 7,45 % del costo total de reposición del equipo, cuánto más pequeño sea este porcentaje, es conveniente conservar el equipo en este caso se considera aceptable.

$$\text{Nivel de costos de conservación} = \frac{\text{Costo de conservación} - \text{costo de paro}}{\text{costo de conservación}} * 100$$

$$\text{Nivel de costos de conservación} = \frac{4\ 000 - 800}{4\ 000} * 100 = 80\%$$

El nivel de costos de conservación representa el 80%, el costo de paro representa el 20% del costo de conservación en una hora por lo que no importa que este porcentaje sea alto, es mínimo comparado con el porcentaje de conservación.

$$\text{Impacto por conservación} = \frac{\text{Costo de paro}}{\text{Costo de producción}} * 100$$

$$\text{Impacto por conservación} = \frac{800}{13\ 000} * 100 = 6,15\%$$

El porcentaje de impacto por conservación es un indicador que nos da el porcentaje del costo de paro en relación al costo de producción, en este caso 6,15% es aceptable.

5. OPERACIÓN CLARIFICADOR DE CENIZAS

La contaminación es inevitable y todo proceso por sencillo que sea siempre contribuirá al deterioro de los recursos naturales.

Todas las empresas deben comprometerse a la reducción de la contaminación de sus desechos, en el presente capítulo se presentan las modificaciones importantes que se hicieron en el clarificador de cenizas para mejorar el proceso de clarificación de agua.

5.1. Descripción del proceso de clarificación de agua

El proceso inicia en las chimeneas de las calderas, el agua es utilizada en los separadores para evitar que el hollín producto de la combustión en el hogar de la caldera sea expulsado al ambiente, al mismo tiempo separa partículas de bagacillo, dentro de éstos separadores existen boquillas para formar una cortina de agua, como mecanismo para atrapar las partículas antes mencionadas, es permitido solamente la expulsión de gases (CO₂) al ambiente a niveles aceptables establecidos en la empresa.

El hollín es recolectado por la cortina de agua formada y es enviada por medio de un desagüe hacia el clarificador de cenizas, el agua contaminada ingresa al clarificador a través de una compuerta que se debe abrir para permitir el ingreso del agua a cada conductor, las mallas instaladas en la parte inferior del conductor conjuntamente con las tablillas que viajan con la cadena de arrastre sirven para recolectar el bagazo, partículas grandes no quemadas

y parte de el hollín para enviarlas posteriormente al campo y ser usadas como abono.

El agua que se cuela por las mallas es tratada con floculante para aglomerar la ceniza fina y posteriormente decantar la ceniza que no queda atrapada en la malla.

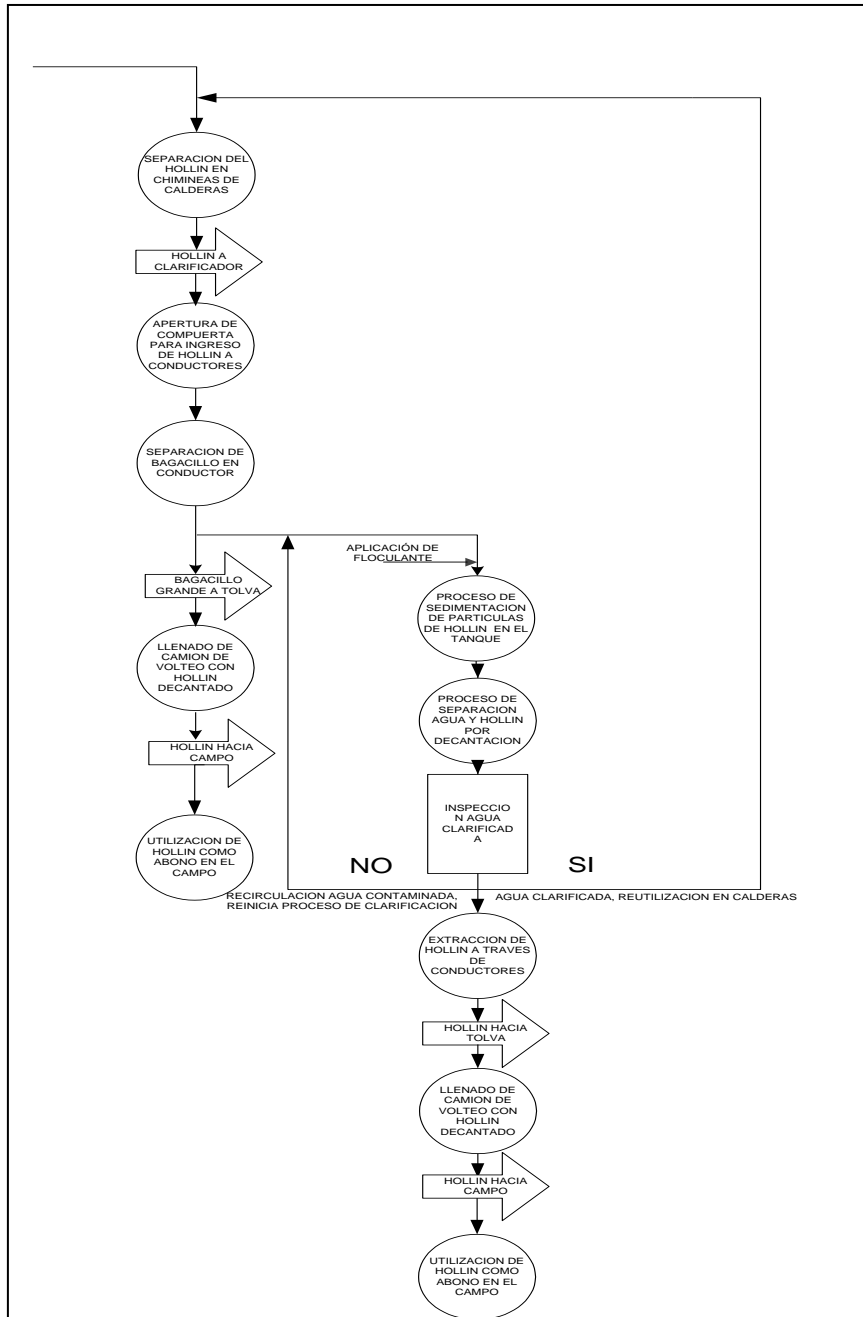
El proceso de decantación inicia al momento de incluir floculante al agua, éste producto químico permite la decantación de los sólidos suspendidos en el agua a través de la formación de floculo (formación de grumos a través de partículas sólidas suspendidas).

Éstas son extraídas del tanque de decantación a través de un conductor de tablillas y es enviado directamente a otro conductor para luego ser vaciado en una tolva de almacenamiento, posteriormente en la parte inferior se cargan los camiones con el lodo extraído para ser trasladado al campo y ser usado como abono para los cultivos de caña.

El agua ya clarificada pasa a un tanque de almacenamiento y se recircula hacia los colectores a través de una bomba centrífuga para reutilizarla nuevamente en calderas.

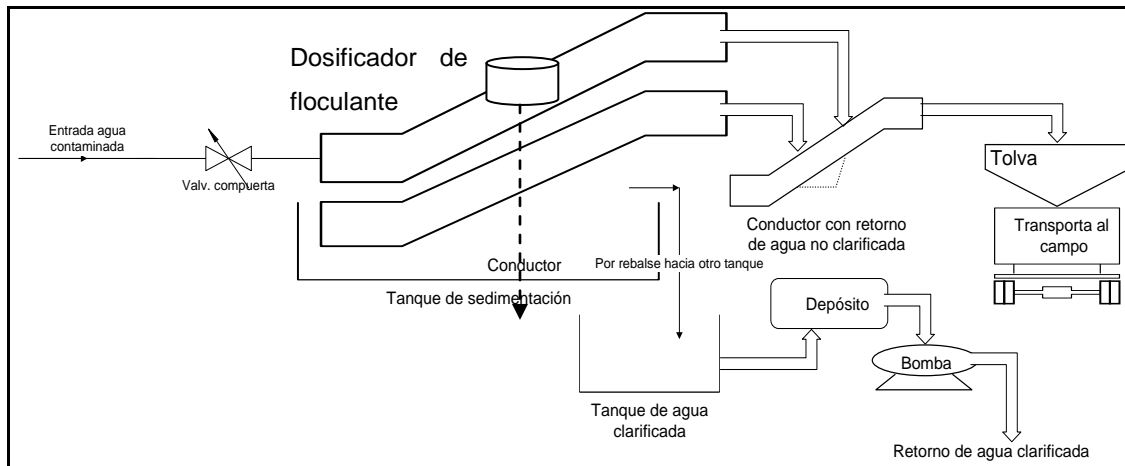
La figura 40, describe los pasos básicos para el proceso de clarificación de agua y sedimentación de hollín en los tanques de clarificado. La finalidad de este proceso es reutilizar el agua en calderas y lograr al mismo tiempo el compromiso de la empresa respecto a la preservación del medio ambiente.

Figura 40. Diagrama de flujo de clarificador de cenizas



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

Figura 41. Diagrama de clarificación de agua



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

5.2. Equipo utilizado en la clarificación

El equipo e insumos utilizados en la decantación son los siguientes:

- Bombas: se utilizan para la recirculación del agua clarificada, el agua es retornada hacia calderas para la formación de cortina y eliminar el hollín.
- Conductores: estos son transportadores de cadenas y tablillas movidas por motores con variador de velocidad, se debe de variar la velocidad de acuerdo al grado de decantación de los sólidos, cuando haya más sólidos decantados, mayor será la velocidad del conductor para desalojar la ceniza del fondo del tanque.

Estos conductores generalmente su función principal es distribuir uniformemente sobre la maya la ceniza proveniente de calderas, la malla atrapa

aquella ceniza que no se logra quemar en el hogar de la caldera y la ceniza producto de la combustión se cuela en la malla para posteriormente extraerla a través de la aplicación de floculante.

- Dosificadores de floculante: consiste en dos tanques que suministran el floculante que se utilizará en el proceso de decantación, un tanque es específicamente para la preparación del floculante, y el otro para dosificarlo en el interior del tanque de decantación.

La agitación de floculante es a través de motorreductores con paletas en el interior de cada uno de los tanques, la finalidad de éstos es permitir una mezcla uniforme y adecuada para la dosificación de floculante.

5.3. Utilización del agua clarificada

Se utiliza para atrapar la ceniza obtenida de la combustión del bagazo en el hogar de la caldera, por formación de cortinas de agua a través de boquillas de aspersión, dichas boquillas están ubicadas a la salida del ventilador inducido.

5.4. Mejoras para optimizar el proceso de clarificación

Anteriormente el proceso de clarificación tenía deficiencias debido a la falta de algunas modificaciones en el clarificador, éstas son las siguientes:

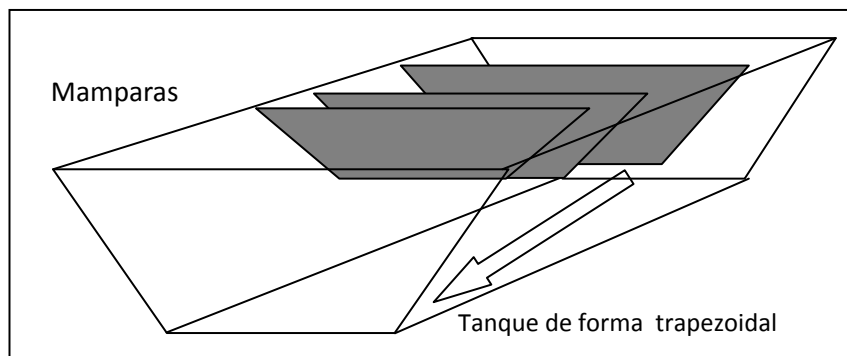
5.4.1. Colocación de mamparas

En la etapa de investigación se observó en el interior del tanque demasiada turbulencia, el agua no se estabilizaba y la ceniza no decantaba, se instalaron tres mamparas para evitar la turbulencia y permitir en una sección del tanque se decantara los sólidos para luego ser extraídos por el conductor.

Anteriormente el agua escurrida de las mallas caía directamente al tanque, aumentando de ésta forma la turbulencia del agua en el tanque de sedimentación, debido a esto fue necesario instalar dos canales uno en cada conductor evitando la caída directa del agua y permitiendo que el agua se dirija hacia un lugar determinado.

La figura 42, muestra la instalación de mamparas en el interior del tanque, la flecha indica la dirección de salida del agua, ésta salida es por rebalse, únicamente saldrá del tanque agua clarificada y la ceniza se deposita en el fondo del tanque.

Figura 42. **Instalación de mamparas en interior del tanque**



Fuente: Ingenio La Unión S.A.

5.4.2. Aumento de velocidad de conductores

La operación del conductor dos se modificó, anteriormente se trabajaba a 60 Hertz, actualmente se trabaja a (40-50) Hertz, este rango depende de la extracción de lodos del fondo del tanque de decantación, cuando mayor sea la cantidad de lodo se aumentará la velocidad del conductor, a los conductores uno y tres se aumentaron de velocidad, con el propósito de trabajar únicamente con un conductor, el otro conductor se trabajará en caso de que existan fallas en el conductor que está en operación.

Debido al diseño de las tablillas de los conductores, la ceniza no se desalojaba del tanque, se agregaron nuevas tablillas rediseñadas con el propósito de extraer el lodo del tanque, éstas tablillas intermedias tienen topes en las puntas evitando que la ceniza caiga nuevamente al tanque, el otro diseño de tablillas son cajas abiertas de una parte para botar la ceniza al conductor cuatro, éstas dieron mejores resultados por su diseño.

5.4.3. Cambio de mallas

Al inicio de la trayectoria del agua en el conductor, existen mallas, para colar y permitir escurrir el agua que se reutilizará, la primera malla se consideró no adecuada para el proceso ya que la ceniza no quedaba atrapada por el agujero demasiado grande, se modificó la primera malla y se instaló una malla de agujeros más pequeños para atrapar la ceniza.

El cambio de mallas permite atrapar mayor cantidad de partículas (bagacillo) no quemadas de la caldera, básicamente el floculante permite que la extracción de ceniza sea más eficiente. El siguiente inciso explica detalladamente este proceso.

5.4.4. Aplicación de floculante

La aplicación de floculante es de acuerdo a bases existentes, generalmente ésta información la provee el fabricante para que el producto sea eficiente en la decantación de los sólidos, a continuación se presentan los cálculos efectuados para la determinación de la cantidad exacta de aplicación de floculante.

Para el siguiente cálculo para la dosificación de floculante se tomó como base un caudal de entrada al tanque de $Q = 1\,900 \text{ gal/min}$. Según datos del fabricante la dosificación de floculante es de $0,0005 \text{ gr/l}$, el operador debe preparar un tanque de floculante, la capacidad del tanque es de 350 galones

- Cálculo para la aplicación de floculante en el clarificador de ceniza:

$$\text{BASE} = 1\,900 \frac{\text{gal}}{\text{min}} = 7\,192 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

- Calculando la cantidad de gramos por minuto según el fabricante:

$$7\,192 \frac{\text{l}}{\text{min}} * 0,0005 \frac{\text{gr}}{\text{l}} = 3,596 \frac{\text{gr}}{\text{min}}$$

- Para el cálculo de floculante durante el turno de 8 horas (480 min.)

$$3,596 \frac{\text{gr}}{\text{min}} * 480 \text{ min} = 1\,726 \frac{\text{gr}}{8 \text{ horas}}$$

- Para consumir el contenido del tanque de dosificación de floculante durante el turno de 8 horas:

$$\frac{350 \text{ gal}}{1\,726 \text{ gr}} * \frac{3,785 \text{ l}}{1 \text{ gal}} * \frac{1\,000 \text{ ml}}{1 \text{ l}} = 767,53 \frac{\text{ml}}{\text{gr}}$$

- Disolver 1 gramo de floculante en 768 ml de agua para consumir el total del tanque de dosificación de capacidad de 350 galones:

$$\frac{350 \text{ gal}}{480 \text{ min}} = 0,7292 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{3,785 \text{ l}}{1 \text{ gal}} = 2,76 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

- Para el cálculo de consumo de floculante se debe multiplicar los 1,726 kg que se consumen en 8 horas por 3 turnos que tiene el día.

$$1\,726 \text{ gr} * \frac{1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ gr}} = 1,726 \text{ kg}$$

$$5,178 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ bolsa}}{25 \text{ kg}} = 0,20 \frac{\text{bolsas}}{\text{día}}$$

- Preparación de floculante para el tanque las dimensiones son las siguientes:

Altura tanque = 1,53 m = 153 cm

Radio = 51 cm

Volumen = $\pi * r^2 * h$

Volumen = $\pi * (51)^2 * (153) = 1\,250\,206 \text{ cm}^3$

- Capacidad para el tanque existente:

$$1\,250\,206\text{ cm}^3 * \frac{1\text{ l}}{1\,000\text{ ml}} * \frac{1\text{ gal}}{3,785\text{ l}} = 330\text{ gal}$$

- Cálculo de la masa de agua para un volumen de un litro

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$m = \rho * v = (1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3})(1\,000\text{ cm}^3) = 1\,000\text{ gr} = 1\text{ kg}$$

- Cálculo de la masa para el volumen total del tanque de preparación:

$$1\,250\text{ LtH}_2\text{O} = 1\,250\text{ kgH}_2\text{O}$$

- Según datos del fabricante la dosificación de floculante es de 0,001 gr./kg. de agua, para 1 250 kg. de agua se necesita 1,25 gramos de floculante.

$$0,001 \frac{\text{grFloc}}{\text{KgH}_2\text{O}} * 1\,250\text{ kg} = 1,25\text{ grFloc}$$

$$1\,900 \frac{\text{gal}}{\text{min}} * \frac{3,780\text{ l}}{1\text{ gal}} = 7\,192 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$7\,192 \frac{\text{l}}{\text{min}} * \frac{60\text{ min}}{1\text{ hor}} * \frac{24\text{ hr}}{1\text{ día}} = 10\,356\,480 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$10\,356\,480\text{ l} = 10\,356\text{ gr}$$

$$7\,192 \frac{\text{l}}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} = 431\,520 \frac{\text{l}}{\text{hr}} * 0,001 \frac{\text{gr}}{\text{l}} = 432 \frac{\text{gr}}{\text{hr}}$$

$$330 \text{gal} * \frac{3,785 \text{l}}{1 \text{gal}} = 1\,249 \text{l}$$

$$1\,249 \text{l} * 0,001 \text{gr} = 1,25 \text{gr Floculante}$$

$$0,001 \frac{\text{gr}}{\text{kg}} * \frac{1 \text{mg}}{1\,000} = \frac{1 \text{mg}}{\text{kg}} = 1 \text{ppm}$$

Según los cálculos realizados para la aplicación de floculante es necesario mezclar 1,726 kg = 4 libras, para el tanque de preparación y dosificar 1 ppm.

1ppm = 1mg/lt.

5.4.4.1. Instalación de tanques para preparar floculante

Se instalaron dos tanques con las siguientes dimensiones, diámetro de 102 cm y altura de 153 cm, con capacidad para 330 galones cada tanque, uno de ellos servirá para la preparación del floculante, y el otro tanque alimentará por rebalse al tanque de sedimentación, el operador debe mantener el tanque de preparación a un nivel mínimo para que no se quede sin floculante, debido a que la dosificación debe ser continua.

La agitación del floculante es a través de agitadores mecánicos impulsados por un motorreductor en la punta del agitador, éste está a una velocidad aproximada de 56 rpm, la agitación es para evitar la formación de grumos de floculante y permitir su eficacia en la decantación de la ceniza.

5.4.5. Resultados obtenidos

- Atrapar mayor cantidad de bagacillo y ceniza en los conductores uno y tres, a través del cambio de malla.
- La extracción de lodo del fondo del tanque mejoró, debido al rediseño de las tablillas del conductor y la instalación de cangilones, éstos últimos dieron mejores resultados.
- La disminución de la turbulencia en el interior del tanque permitió la decantación de más cantidad de partículas sólidas suspendidas, permitiendo la formación de mayor cantidad de lodo en el fondo del tanque.
- Formación de mayor cantidad de lodo, debido a la aplicación de floculante, instalación de mamparas y canales.
- Menor contaminación en la sección del tanque que contiene agua clarificada.
- Mayor retención del agua clarificada, debido al aumento de nivel de tubo de descarga por rebalse hacia presa de sedimentación y filtración de agua de descarga al ambiente.
- Utilización de agua menos contaminada para la formación de cortinas para atrapar el hollín producto de la combustión en el hogar de las calderas.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a la información obtenida de las bitácoras se observó que el departamento de centrífugas y clarificación representan el 80% de tiempo perdido en fábrica, también cabe mencionar que la información obtenida es general y se debe especificar a detalle tiempos muertos de las máquinas y repuestos utilizados en las reparaciones.
2. La clasificación por departamentos dentro de la fábrica, contribuyó a reducir el tiempo de localización del equipo por parte del mecánico y personal operativo al mismo tiempo se logra mejor control de los tiempos perdidos y trabajos mecánicos.
3. La utilización de formatos de control del tiempo perdido en fábrica, facilitan la información al departamento de mantenimiento sobre la situación actual de la operación de las máquinas. Al mismo tiempo provee información específica sobre la parte de la máquina que falla y tomar como punto de partida esta información para la requisición de repuestos que se necesiten y evitar de esta forma la repetición de la misma falla.
4. La implementación de rutinas de mantenimiento contribuyó a mejorar el control de la operación de los equipos y fue vital para la detección de fallas prematuras en las máquinas a través del análisis minucioso de ruidos extraños y control de temperaturas no deseadas, encaminando de esta forma a la empresa al tipo de mantenimiento preventivo.

5. La utilización de herramientas de análisis como: Pareto e Ishikawa es factible a través de la utilización de la información generada a través de los formatos de tiempos perdidos por equipos y de la disponibilidad de la jefatura del departamento y personal técnico de la empresa. Cada uno de los elementos mencionados encaminan a la toma de decisiones hacia la mejor solución.
6. La evaluación, el seguimiento y el compromiso de los resultados de los indicadores propuestos, permitirá a los departamentos de mantenimiento y fabricación, obtener mejores resultados respecto a calidad del producto final y al aprovechamiento de la mano de obra técnica y operativa logrando de esta forma la competitividad de la empresa.
7. La determinación de la cantidad óptima de floculante para la operación del clarificador de cenizas permite mayor eficiencia en la sedimentación del hollín, y su extracción del fondo del tanque es más eficiente permitiendo mayor cantidad de agua clara para su re-utilización en las chimeneas de las calderas, según cálculos realizados es de 1 726 kg por cada 8 horas en un tanque de preparación de 350 galones.

RECOMENDACIONES

1. Involucrar al personal del departamento de mantenimiento, tanto a nivel administrativo como operativo, e informar sobre el propósito de la implementación de este nuevo sistema de trabajo.
2. Darle seguimiento al proyecto y parcialmente realizar una retroalimentación sobre los problemas encontrados al momento de la implementación del proyecto.
3. Asesorar al personal de mantenimiento en el registro de datos de la hoja de trabajo, evitando datos innecesarios que únicamente contribuyen a la confusión de la información registrada. El seguimiento de las siguientes acciones permite el compromiso del personal involucrado:
 - a) Supervisar la elaboración de las órdenes de trabajo.
 - b) Por cada trabajo de mantenimiento, exigir la elaboración de una orden de trabajo.
 - c) Analizar frecuentemente el comportamiento de fallas de equipos.
 - d) Reunir al personal para discutir la incidencia de fallas y sus causas.
 - e) Asumir un compromiso en la administración de las hojas de Excel.

BIBLIOGRAFÍA

1. DOMINGUEZ MACHUCA, José Antonio. *Dirección de operaciones*. 2a ed. España: McGraw-Hill, 1995. 503 p.
2. DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. *La productividad en el mantenimiento industrial*. 3a ed. México D.F: CECSA, 2001. 341 p.
3. FLEITMAN, Jack. *Negocios exitosos*. México: McGraw Hill, 2000. 383 p.
4. GIORGIO, Merli. *La gestión eficaz*. España: Díaz de Santos, 1997. 22 p.
5. THOMAS Jonson; BRÖMS. *Gane más allá de la medida*. Free Press, 2000. 22 p.
6. HELLRIEGEL, Don; SLOCUM, John W. *Administración*. 7a ed. México D.F: Thompson, 1998. 811 p.
7. MARKS, Leonel S. *Manual del Ingeniero Mecánico*. 3a ed. Mexico: McGraw-Hill, 1996. 1098 p.
8. MENA MOREIRA, Victor Manuel. "Montaje e instalación de un clarificador para aumentar la capacidad de defecación en un ingenio." Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994. 116 p.

9. *El sistema de producción de canon. Japan management Association.*
1984. 20 p

10. SUZUKI, R. *TPM en industrias de proceso.* Japón: *Productivity Press:*
1996. 22 p