



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA UNA PLANTA DE CAFÉ SOLUBLE

WALTER REYNALDO FABIÁN GRIJALVA

Asesorado por Ing. Julio César Molina Zaldaña

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA UNA PLANTA DE CAFÉ SOLUBLE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**WALTER REYNALDO FABIÁN GRIJALVA**

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2003

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
PARA UNA PLANTA DE CAFÉ SOLUBLE**

Tema que me fuera asignado por la Coordinación de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 18 de mayo de 2001.

**WALTER REYNALDO FABIÁN GRIJALVA**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruíz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Julio Cesar Molina Zaldaña
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS

A LA VIRGEN MARÍA

A MIS PADRES

A MI ASESOR

Ing. Julio César Molina Zaldaña

AL SUPERINTENDENTE DE PRODUCCIÓN DE INCASA

Ing. Sergio Antonio Torres Méndez

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL PERSONAL DE PRODUCCIÓN DE INDUSTRIA DE CAFÉ S.A.

## DEDICATORIA

A DIOS

A LA VIRGEN MARÍA

A MIS PADRES

Ramiro Fabián Labín  
Reina Grijalva de Fabián

A MIS HERMANOS

Gustavo Adolfo  
María Luisa  
Luis Fermín  
Claudia Julieta  
Ramiro Francisco<sup>†</sup> (en memoria)  
Ramiro Abelardo<sup>†</sup> (en memoria)

A MI FAMILIA EN GENERAL

A MIS AMIGOS(AS) EN ESPECIAL A:

Adolfo Rojas,	Carlos Martínez,	Cinthya Pérez,
Estuardo Carrera,	Francisco Rivera,	Gerardo Solares,
Lorenzo Sontay,	Leslie Vásquez,	Lucrecia Natareno,
Luis Garrido,	Mario Salguero,	Ricardo Lacayo,
Santino Herrera,	William Aguilar,	Yaneth Meléndez.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VI
RESUMEN	VIII
OBJETIVOS	IX
INTRODUCCIÓN	X
1. ASPECTOS TEÓRICOS	01
1.1. De una planta de café soluble	01
1.1.1. Partes principales	02
1.1.1.1. Área de limpieza de café	02
1.1.1.2. Área de tostado	02
1.1.1.3. Área de molinos	03
1.1.1.4. Área de extracción	03
1.1.1.5. Área de secado	04
1.2. Del mantenimiento	04
1.2.1. Definición	06
1.2.2. Tipos de mantenimiento	06
1.3. Del mantenimiento preventivo	09
1.3.1. Definición	11
1.3.2. Función	11
1.3.3. Ventajas	12
2. ANTECEDENTES GENERALES	13
2.1. Del mantenimiento preventivo en una planta de café soluble	13

3.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO	19
3.1.	Área de limpieza de café	19
3.1.1.	Electroimán	19
3.1.2.	Catador neumático	19
3.1.3.	Mezclador	20
3.1.4.	Succionador de aire	20
3.2.	Área de tostado	22
3.2.1.	Panel de control	22
3.2.2.	Cilindro	23
3.2.3.	Combustión	23
3.2.3.1.	Quemador	23
3.2.3.2.	Ciclón	24
3.2.3.3.	Retorno de aire	25
3.3.	Área de molinos	27
3.3.1.	Rodos	27
3.3.2.	Elevadores de café	28
3.3.3.	Cadenas	28
3.4.	Área de extracción	29
3.4.1.	Mantenimiento mecánico	29
3.4.1.1.	Intercambiadores de calor	30
3.4.1.1.1.	De agua	30
3.4.1.1.2.	De extracto de café	31
3.4.1.2.	Bombas	32
3.4.1.2.1.	De agua	32
3.4.1.2.2.	De soda cáustica	33
3.4.1.2.3.	De transferencia de extracto de café	33
3.4.1.2.4.	Centrífuga	34
3.4.1.3.	Panel de control	35



3.4.1.4.	Manómetros	35
3.4.1.5.	Llaves de paso	36
3.4.1.6.	Columnas	36
3.4.1.7.	Tanques	37
3.4.1.8.	Tuberías	37
3.4.1.9.	Tamices	38
3.4.1.10.	Transportadores de café	39
3.4.1.11.	Sistema de seguridad	40
3.4.2.	Mantenimiento químico	40
3.4.2.1.	Con soda cáustica	40
3.4.2.2.	Con jabón	41
3.5.	Área de secado	44
3.5.1.	Toberas	45
3.5.2.	Vibradores	46
3.5.3.	Martillos	46
3.5.4.	Filtros	47
3.5.4.1.	De aire	47
3.5.4.2.	De extracto de café	47
3.5.5.	Panel de control	48
3.5.6.	Bomba de paso	49
3.5.7.	Concentrador antiespumante	49
3.5.8.	Tuberías	50
3.6.	Motores eléctricos	56
4.	<b>FUNCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>	57
4.1.	Recursos humanos necesarios	59
4.2.	Diseño de fichas de control	62
4.2.1.	Para un equipo	62

4.2.2.	Para una orden de trabajo	62
4.2.3.	Para una inspección	63
4.2.4.	Para un control de órdenes de trabajo	63
4.2.5.	Para un reporte de actividades	64
4.2.6.	Para un historial de equipo	64
5.	<b>SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA PROPUESTO</b>	65
5.1.	Seguimiento	65
5.2.	Revisión	66
	<b>CONCLUSIONES</b>	69
	<b>RECOMENDACIONES</b>	71
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	73
	<b>APÉNDICE</b>	75

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Organigrama del departamento de Mantenimiento	61
2	Ficha de control para un equipo	75
3	Ficha de control para una orden de trabajo	76
4	Ficha de control para una inspección	77
5	Ficha de control para órdenes de trabajo	78
6	Ficha de control para un reporte de actividades	79
7	Ficha de control para un historial del equipo	80

### TABLAS

I	Actividades de mantenimiento en área de café verde	21
II	Actividades de mantenimiento en área de tostado	25
III	Actividades de mantenimiento en área de molinos	29
IV	Actividades de mantenimiento en área de extracción	42
V	Actividades de mantenimiento en área de secado	51
VI	Actividades de mantenimiento en área de aglomerado	53
VII	Actividades de mantenimiento en área de calderas	54

## GLOSARIO

<b>Bomba</b>	Es el dispositivo que sirve para elevar, transferir o comprimir líquidos y gases.
<b>Café soluble</b>	Es café en polvo el cual se disuelve en frío o en caliente ya sea en agua, leche o cualquier líquido.
<b>Catador neumático</b>	Es un sistema que por medio de aire, en la industria de café, sirve para extraer todas las partículas no deseadas, es decir basura del café.
<b>Electroimán</b>	Es una plancha de hierro que se imanta por medio de una corriente eléctrica.
<b>Elevador de cangilones</b>	Es una banda que contiene unos recipientes o vasijas de metal que sirven para elevar materiales.
<b>Extracto de café</b>	Es el líquido que se extrae del café al calentarlo con agua y que en forma concentrada posee su virtud característica.
<b>Ficha de control</b>	Son hojas que sirven para analizar, controlar, planificar o evaluar algún parámetro.

<b>Intercambiador de calor</b>	Es un equipo que sirve para agregar o extraer calor, es decir para enfriar o calentar un fluido u otro elemento.
<b>Mantenimiento</b>	Es una función industrial consistente en un conjunto de actividades técnico administrativas, con el objetivo de conservar en óptimas condiciones el funcionamiento de la maquinaria y el equipo de una empresa industrial.
<b>Mantenimiento correctivo</b>	Es el mantenimiento que se encarga de realizar la reparación una vez que se ha producido la avería o falla del equipo o maquinaria.
<b>Mantenimiento predictivo</b>	Consiste en predecir, es decir, en adelantarse a la posible avería antes de que se produzca, teniendo en cuenta las características de la máquina o equipo.
<b>Mantenimiento preventivo</b>	Consiste en programar inspecciones o reparaciones en la maquinaria o equipo, con el objetivo de evitar las averías o las paradas repentinas en la producción.
<b>Tobera</b>	Es el elemento de salida por donde se descarga un fluido.

## RESUMEN

Debido a la importancia que debe tener el mantenimiento dentro de la estructura de una empresa, el presente trabajo de graduación contiene un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble.

El programa abarca las partes o áreas principales de una planta de café soluble, entre las que se puede mencionar: área de limpieza de café, área de tostado, área de molinos, área de extracción y el área de secado, sin olvidar otras áreas importantes como: el área de calderas, área de aglomerado y el área de empaque.

El trabajo define cada una de las actividades a realizar en cada área, así también la frecuencia del mantenimiento y el personal que lo realiza, ya sea personal interno o externo a la empresa. También se determina la función del departamento de Mantenimiento y del encargado del mismo, así como el personal necesario para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento que la empresa necesite.

Además, se diseñaron las hojas o fichas de control para llevar un detallado estudio sobre la actividades que se realiza en una determinada máquina o equipo, como por ejemplo; ficha de control para un equipo, para una orden de trabajo, para un inspección, para control de ordenes de trabajo, para reporte de actividades, para el historial de un equipo. Por último se hace mención al seguimiento que debe tener dicho programa y la forma que debe revisarse para no caer en un documento obsoleto.

## OBJETIVOS

### ❖ General

Realizar un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble.

### ❖ Específicos

1. Proporcionar a una empresa de café soluble el material necesario para el mantenimiento adecuado de su planta.
2. Determinar los lineamientos técnicos utilizados en el diseño de un programa de mantenimiento.
3. Proponer un programa de mantenimiento que funcione como herramienta para el departamento de Producción de una empresa de café soluble, con el fin de reducir costos de mantenimiento y aumentar la producción.

## INTRODUCCIÓN

El presente documento proporciona una manera de mejorar el mantenimiento en una planta de café soluble, por medio del diseño de un programa de mantenimiento preventivo.

En el primer capítulo, se analiza la parte teórica sobre una planta de café soluble y sus partes principales, así como también sobre el mantenimiento y los diferentes tipos que existen. En el segundo capítulo, se analiza la situación actual de la planta de café soluble; es decir, la forma en que se realiza el mantenimiento.

Una vez recopilada la información teórica y la situación actual, se diseña el programa para el mantenimiento preventivo para una planta de café soluble, todo esto en el tercer capítulo.

En el cuarto capítulo, se complementa el tercer capítulo definiendo la función del departamento de Mantenimiento dentro de la empresa, así como también del personal de dicho departamento. En este capítulo, también se diseñan las hojas de control para las reparaciones en la maquinaria y equipo de la planta de café soluble. En tanto que en el quinto capítulo, se trata la parte del seguimiento y revisión que tendrá dicho programa.



## I. ASPECTOS TEÓRICOS

### I.1. De una planta de café soluble

El café soluble comenzó a fabricarse industrialmente a partir de la Segunda Guerra Mundial. Al principio, este era un polvo fino que se disolvía con alguna dificultad. Hoy, la mayor parte es granulado y se disuelve perfectamente en frío y en caliente ya sea agua, leche o cualquier otro líquido; de allí su fácil preparación, aunque se disuelve mejor en caliente.

El proceso de fabricación no es complicado y consiste en tueste de café, molienda, extracción de la parte soluble, secado o atomizado en torre y finalmente, aglomerado.

En la República de Guatemala existen muchas empresas dedicadas a la distribución de café soluble no así a la producción, ya que para eso solo existe una empresa, a pesar de ser un país productor de café a escala mundial, esto se debe, quizá, al alto costo de inversión para instalar una planta de ese tipo, por lo que dichas empresas deciden mejor importar el café soluble y empacarlo para luego distribuirlo en el mercado nacional.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo de graduación se realiza basándose en dicha empresa, en la cual se labora mediante tres turnos diarios de lunes a sábado, en las áreas de molinos, extracción, secado y de calderas no así el área de limpieza de café, tostado y aglomerado que labora en jornada única.

### **1.1.1. Partes principales**

Toda industria o empresa posee una serie de partes importantes para su funcionamiento; es decir todas aquellas áreas o maquinaria básica que sirven para operar o producir, en la industria de café soluble se han destacado cinco, las cuales se consideran la base de la empresa.

#### **1.1.1.1. Área de limpieza de café**

En esta área llega el café en oro proveniente de las distintas áreas cafetaleras del país, luego se limpia quitándole la suciedad del café, es decir polvo, tierra, cáscara del mismo, basura, etc. Estas partículas son extraídas por succión de aire.

#### **1.1.1.2. Área de tostado**

El café es tostado en cargas de entre 400 y 500 libras. La combustión se basa en kerosén, se hace pasar aire caliente dentro de un cilindro que gira continuamente más o menos a una temperatura de 180°C. Durante este proceso el café cambia físicamente de color, tamaño y forma del grano.

El grado de tostado depende del sabor deseado y el tiempo de tostado es de 10 a 20 minutos dependiendo del tipo de café que se desea producir, ya que un grado alto, es decir mayor tiempo de cocimiento produce un café fuerte y por el contrario, un grado bajo produce un café suave.

En esta área también existe otra limpieza del café, y acá se extraen partículas tales como clavos, piedras, tapones, cualquier material metálico, etc.

### **1.1.1.3. Área de molinos**

Esta área como su nombre lo indica, sirve para moler el café tostado, para obtener mayor extracción; la molienda se hace por medio de rodos, movidos por motores eléctricos a través de cadenas, dichos rodos deben tener la distancia apropiada que impida problemas en la extracción, ya que si tiene poca abertura entre ambos, sale mucho polvillo que causa obstrucción en los tamices en el área de extracción y si tiene una mayor abertura el café sale muy entero y se obtiene poca extracción, ya que disminuye la carga en las columnas de extracción.

### **1.1.1.4. Área de extracción**

Es la parte más importante de una planta de café soluble y consiste en una serie de columnas de acero inoxidable para evitar la contaminación o deterioro del sabor del café debido a la corrosión, la estructura de estas columnas están diseñadas para presiones de hasta 300 psi.

Las columnas se llenan con café molido y se introduce agua caliente en la primera columna a una temperatura superior a los 100°C y una presión entre 125 y 150 psi., durante un tiempo que oscila entre 30 y 60 minutos, luego se descarga el extracto de la última columna a un tanque pesador, luego el agua caliente se introduce en la segunda columna y se le bota la granza de la primera y se vuelve a llenar con café molido, luego se repite el proceso con las siguientes columnas. Una vez pesado el extracto se hace pasar a través de dos enfriadores y luego a un tanque en donde se enfría.

La descarga que se hace en el tanque pesador depende de la carga o cantidad de café molido que se introduce en la columna. El porcentaje de sólidos extraídos varía entre un 18 y 30 %.

#### 1.1.1.5. Área de secado

Una vez extraído los sólidos del café son trasladados por medio de una bomba de transferencia al área de secado, en donde a través de una bomba de paso son enviados a una tobera colocada en la parte más alta de la torre de secado, en donde se atomiza el extracto y por medio de calor el cual es proporcionado de un quemador de kerosén y aire caliente se obtiene el café soluble el cual se aglomera en otra área.

Además de las anteriores áreas en una planta de café soluble, es importante mencionar el **área de calderas**, allí se genera el vapor que necesita las áreas de extracción, secado y aglomerado; además, en esta área se localiza el tratamiento de agua para las calderas y para el área de extracción, es conveniente que toda planta de producción de café soluble tenga una caldera acuotubular para quemar la granza que sale del área de extracción.

Otra parte importante para el funcionamiento de una planta de café soluble es el **área de aglomerado**, allí, por medio de un chorro de vapor, el café soluble se aglomera y se envasa en el área de empaque.

## 1.2. Del mantenimiento

El objetivo fundamental del mantenimiento es conservar la maquinaria y herramienta en condiciones de funcionamiento, que permitan alcanzar las cantidades de

bienes previstos en los planes de desarrollo productivo a costos iguales a los indicados en los presupuestos de la empresa.

Es la función que contempla los aspectos del negocio que afectan a la seguridad, el medio ambiente, al ahorro energético, a la calidad del producto, al servicio al cliente y a asegura la máxima disponibilidad de la planta.

La aplicación de un programa de mantenimiento equivocado puede pasar de ser rentable a una alta carga para la empresa. El nivel óptimo de mantenimiento depende de varios conceptos:

- El tipo de empresa
- El tamaño de la misma
- Antigüedad de la instalación
- La zona donde está ubicada

El mantenimiento dentro de una estructura productiva no es un fin en si mismo, no es el objeto de la organización, su función debe estar claramente orientada hacia el aseguramiento de la fiabilidad de los medios productivos, y al ahorro de costos que surgirán gracias a un adecuado programa de mantenimiento.

Como parte del procedimiento de mantener en buenas condiciones los bienes de una empresa el mantenimiento debe combinar de la mejor manera los factores siguientes:

- Calidad económica del servicio
- Duración adecuada del equipo
- Minimización de los costos de mantenimiento
- Minimización de los costos de producción

### **1.2.1. Definición**

Mantenimiento es el conjunto de actividades que hay que ejecutar para conservar en óptimas condiciones la maquinaria, equipo e instalaciones de una empresa, para que ésta opere con la mayor eficiencia, seguridad y economía.

### **1.2.2. Tipos de mantenimiento**

Existen varios tipos o formas de mantenimiento entre los más importantes están los siguientes:

#### **a. Mantenimiento para usuario**

En este tipo de mantenimiento se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento a los propios operarios de máquinas.

En este funcionamiento se ahorra tiempo de espera de personal de mantenimiento y un conocimiento mayor de la máquina por parte del personal que siempre esta en la misma.

Es trabajo del departamento de Mantenimiento delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal de producción, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces.

## **b. Mantenimiento correctivo**

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

- **Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo):** Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la avería.
- **Mantenimiento curativo (de reparación):** Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la avería.

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

Es importante tener en cuenta en el análisis de la política de mantenimiento a implementar, que en algunas máquinas o instalaciones el mantenimiento correctivo será el sistema más rentable, si se tiene maquinaria que no interfiere directamente en la producción o si se tiene al operador de la maquinaria o equipo capacitado para realizar el mantenimiento, sin eliminar la fuente, ya que esto ahorra costos de mano de obra.

## **c. Mantenimiento preventivo**

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de bajar el costo del mantenimiento correctivo y todo lo que representa.

Consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina, la experiencia y los datos históricos obtenidos de las mismas.

Se desarrolla un programa de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias tales como: engrasar, cambiar cojinetes o fajas, etc.

#### **d. Mantenimiento predictivo**

Esta clase de mantenimiento se basa en predecir la avería antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la avería o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas.

Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitorización de parámetros físicos fundamentalmente como por ejemplo: vibraciones, ruidos, temperaturas, etc.

La implantación de un programa de mantenimiento predictivo se justifica en aquellas empresas donde los paros imprevistos de la maquinaria ocasionan grandes pérdidas (industrias papeleras, farmacéuticas) o donde sea deseado un alto nivel de seguridad (industrias de aviación, automóviles), ya que representa una elevada inversión inicial en equipos de termografía y analizadores de vibraciones así como en personal capaz de interpretar los datos que generan estos equipos.

#### **e. Mantenimiento integrado o productivo total (TPM)**

Es un sistema de organización donde la responsabilidad de mantener las instalaciones o máquinas no recae solo en el departamento de Mantenimiento sino en



toda la estructura de la empresa, el buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos.

El concepto de mantenimiento integrado o productivo (TPM) esta íntimamente unido a la idea de calidad total y mejora continua, por lo tanto en una organización donde se desea crear una cultura de este tipo, el mantenimiento a implementar será este, aunque la inversión en formación y cambios generales en la organización, es costosa y dicho proceso requiere de varios años.

El TPM asume el reto de trabajar hacia la cultura del cero, es decir: 0 fallas, 0 averías, 0 incidencias, 0 defectos.

### 1.3. Del mantenimiento preventivo

Las estrategias convencionales de reparar cuando se produzca la avería ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costos excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc.) y por ello las empresas industriales se plantearon implantar procesos de prevención de estas averías mediante adecuados programas de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo consiste en una acción planeada por medio de programas, cuando ocurre una avería o falla se aplica el mantenimiento correctivo.

Tiene como objetivo detectar de manera anticipada las condiciones anormales de trabajo y solicitar la ejecución oportuna de trabajos de mantenimiento correctivo de carácter preventivo para que las fallas sean corregidas en su fase inicial.

Con el mantenimiento preventivo se busca minimizar la probabilidad de falla, esto se realiza por medio de cuatro actividades básicas:

### **1. Visitas o inspecciones**

Sirven para verificar el estado del equipo o instalación a través de inspecciones rápidas, periódicas y planificadas que no requieren acción de desmontaje alguno.

### **2. Revisiones o ajustes**

Son inspecciones periódicas con la diferencia que en éstas si se hacen operaciones de desmontaje ya sea: fajas, cojinetes, tornillos, etc. En este tipo de inspecciones es necesario realizar un paro o hacerlas cuando se tiene un paro programado de producción.

### **3. Lubricación**

Es un punto primordial en el mantenimiento preventivo y consiste en la aplicación periódica de aceites y grasas, para evitar fallas debido al desgaste prematuro de las piezas, a causa de la fricción.

Con una lubricación apropiada se obtienen varios beneficios tales como:

- Reducción de costos de mantenimiento
- Prolongación de la vida útil de la maquinaria o equipo
- Reducción de paros de producción imprevistos
- Ahorro en el consumo energético

## 4. Limpieza

La limpieza de maquinaria o equipo es una parte vital para la aplicación del mantenimiento preventivo, en cualquier tipo de industria, ya que permite detectar de una mejor forma las averías o fallas en el equipo y al mismo tiempo facilita la labor del personal de mantenimiento.

### 1.3.1. Definición

El mantenimiento preventivo es conocer el estado de la maquinaria o equipo para planear y programar las actividades para eliminar las fallas que causan paros imprevistos de la producción. Esta labor se facilita cuando se posee el manual del fabricante de la maquinaria o equipo.

### 1.3.2. Función

Un apropiado programa de mantenimiento preventivo posee varias funciones como por ejemplo:

- Aumentar la productividad
- Aumentar la seguridad e higiene en el trabajo para el personal y para los equipos mismos.
- Reducir paros de producción así como también la probabilidad de falla.
- Reducir los costos de mantenimiento y operación

- Evitar el rápido deterioro de los equipos y prolongar la vida útil de los mismos.
- Reparar con el mínimo tiempo y con la máxima durabilidad de la reparación las máquinas averiadas.
- Aseguramiento de la calidad exigida.

### 1.3.3. Ventajas

Como consecuencia de la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo se tiene las ventajas siguientes:

- **Prolongación de la vida útil** de la maquinaria y equipo
- **Mejores condiciones de operación y seguridad** de la maquinaria y equipo, ya que se conoce el estado físico de los mismos.
- **Disminución de tiempo muerto** debido a la programación de reparaciones, la maquinaria o equipo permanece menos tiempo fuera de servicio.
- **Disminución de los costos de reparación** ya que se evitan al máximo los costos por reparaciones imprevistas.
- **Reducción de costos de inventario** puesto que se reducen las existencias de repuestos ya que la necesidad de los mismos se determina de una manera más precisa

## 2. ANTECEDENTES GENERALES

### 2.1. Del mantenimiento preventivo en una planta de café soluble

En la actualidad la mayoría de empresas dedicadas a la manufactura de productos están tratando de reducir los costos de mantenimiento, ya que éstos son demasiado altos, debido a que no poseen un adecuado programa de mantenimiento dentro de la planta y si lo tienen no lo ejecutan de tal manera que reduzca costos.

En la planta de café soluble en estudio, el mantenimiento se hace programado en algunas áreas, aunque algunas reparaciones se hacen cuando se presenta la avería; para realizar dicho mantenimiento se cuenta con personal interno y externo a la planta.

Además los trabajos de reparación donde se usa torno, fresa o cualquier otra máquina, son realizadas en talleres fuera de la empresa así como también los trabajos de carpintería, albañilería, y algunas averías en los motores eléctricos por ejemplo, el embobinado de los mismos.

#### a. Área de limpieza de café

El mantenimiento que se hace en esta área es muy poco y consiste normalmente en la alineación del mezclador, ya que por el movimiento giratorio que realiza se desalinea. Este mantenimiento no es programado sino que se hace cuando el operador avisa de la falla; en tanto que el mantenimiento para el catador neumático, el electroimán y el succionador no se realiza, en algunas ocasiones es el operador quien realiza la limpieza a estos equipos.

#### **b. Área de tostado**

El área de tostado posee dos tostadores los cuales reciben diferente tipo de mantenimiento; un tostador recibe mantenimiento en el quemador, ciclón y retorno de aire, dicho mantenimiento consiste en una limpieza de las partes en mención cada ocho días además se hace una revisión interna del horno para ver si existen refractarios dañados; y se cambian fajas o cojinetes si el operador ha avisado de alguna avería. En tanto que el panel de control no recibe mantenimiento alguno.

La reparación del refractario del horno de este tostador es realizado por personal de mantenimiento externo.

En tanto que el otro tostador recibe mantenimiento cuando se limpia el cilindro, el ciclón y retorno de aire cada ocho días pero no se tiene una rutina para la parte de combustión en la que se hace mantenimiento cuando el operador informa de alguna avería.

#### **c. Área de molinos**

Los rodos, cadenas y elevadores de café de esta área no tienen un mantenimiento específico hasta cuando el operador notifica de alguna falla o de algún ruido, el único mantenimiento que se realiza en esta área es la limpieza y la realiza el operador.

#### **d. Área de extracción**

Esta área posee dos bancos de extracción uno que esta en mantenimiento y otro que esta en servicio, cada uno trabaja individualmente y solo comparten el flujo de vapor y los calentadores de agua.

El mantenimiento que hace el banco que esta fuera de servicio consiste primero en un mantenimiento mecánico dedicado a la limpieza de tuberías, llaves de paso, columnas, calentadores de extracto, tamices, manómetros, enfriador de extracto y bomba de soda cáustica.

Una vez realizada la limpieza se continúa con un mantenimiento químico que consiste en la circulación de soda cáustica por todo el banco para quitar toda incrustación de extracto en las tuberías, llaves de paso y columnas; para luego circular un jabón especial para eliminar cualquier residuo de soda cáustica en el banco.

Respecto al banco que esta en servicio recibe mantenimiento en los calentadores y enfriadores de extracto que se limpian cada quince días aunque en éstos últimos no siempre es así. En tanto el separador centrífugo que sirve para quitar lodos al extracto, se lava una vez por turno y se limpia totalmente cada ocho días.

Además se hace mantenimiento cuando el operador o algún ayudante avisan que existe una falla o fuga de extracto o de vapor y es necesario cambiar una llave, un tamiz o un empaque.

Las bombas de transferencia de extracto, calentadores de agua, el panel de control, transportadores de café y el sistema de seguridad no reciben mantenimiento alguno hasta cuando el operador avisa de alguna falla o avería.

Normalmente las reparaciones donde existe fuga de vapor se realizan los días domingo para evitar hacer una parada del área entre semana a excepción de una emergencia por fugas muy grandes. Dichas reparaciones son realizadas por el personal de mantenimiento de turno o por personal externo a la planta.

e. **Área de secado**

El área de secado posee una rutina de mantenimiento en vibradores, tapaderas de filtros de aire, bomba de paso, tobera, secadora, ya que todos los días lunes se lava con agua caliente para quitar todo residuo de café, pero los martillos, filtros de aire, el panel de control y el concentrador antiespumante no reciben mantenimiento alguno excepto cuando se ha presentado alguna falla.

En tanto que la tubería por donde circula el extracto esta dividida en dos tramos; un tramo va desde las bombas de transferencia hasta la bomba de paso y el otro tramo desde la bomba de paso hasta la tobera, ambos tramos se limpia una vez al mes cada tramo, respecto a los filtros de extracto de café se lavan cada cierto tiempo de horas de trabajo y es el operador quien realiza esta labor.

Esta área posee un calentador de extracto el cual no recibe mantenimiento excepto cuando el operador informa que existe algún taponamiento en el mismo.

El **área de aglomerado** recibe mantenimiento cada ocho días a través de un lavado por medio de agua caliente para eliminar todos los residuos de café en la maquinaria del área además si el operador avisa se hacen cambios de fajas o cojinetes. Este mantenimiento es realizado por personal de mantenimiento externo.

En el **área de calderas** se tiene mantenimiento programado mensual, trimestral y anual en las dos calderas piro tubulares, dicho mantenimiento es realizado por una empresa especializada en mantenimiento de calderas.

Además en esta área se tiene programado la limpieza del canal del tornillo sinfín por donde se introduce la granza a la caldera acuotubular, así como también la limpieza



de los tubos de la chimenea de la misma, la cual se hace cada 15 días y es realizado por el personal de mantenimiento de turno.

En tanto que las bombas de agua, motorreductores, filtros de petróleo de las calderas piro tubulares no reciben mantenimiento alguno hasta que el operador informa de alguna falla.

En todas las áreas descritas anteriormente se tiene la rutina de engrase de las partes móviles aunque en esta no se lleva control alguno de los componentes que se han engrasado, es decir el engrase se hace de una manera empírica y los motores eléctricos de las áreas mencionadas no reciben mantenimiento alguno excepto cuando el motor tiene alguna avería.

### 3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO

Tomando en cuenta la forma actual con que se realiza el mantenimiento preventivo en la planta de café soluble en estudio, es conveniente y necesario realizar unos cambios en la manera de hacer el mismo, para hacer aun más eficiente y productiva dicha planta.

#### 3.1. Área de limpieza de café

Un buen mantenimiento de los elementos de ésta área garantizan un mejor proceso de extracción de café soluble, ya que se eliminan las impurezas del café.

##### 3.1.1. Electroimán

El mantenimiento para el electroimán consiste en una limpieza diaria para quitar todo objeto metálico que trae el café y que haya sido atrapado acá. Dicha limpieza debe ser realizada por el operador, además el técnico electrónico o instrumentista debe revisar mensualmente el funcionamiento eléctrico.

##### 3.1.2. Catador neumático

El catador neumático es el encargado de quitar la basura al café, por lo que es necesario hacer una limpieza los sábados cuando el equipo no este en funcionamiento. Para dicha limpieza es conveniente quitar los registros o tapaderas que tienen los

conductos por donde pasa la basura y revisar si no existe taponamiento o rotura dentro del mismo.

Además el catador posee un selector de grano de café, el cual se debe limpiar también para eliminar cualquier basura que haya quedado dentro del mismo. La limpieza del catador neumático con sus componentes debe realizarla semanalmente el operador conjuntamente con el personal de mantenimiento de turno.

### **3.1.3. Mezclador**

El mezclador de café sirve para mover el café dentro de un cilindro para que por medio del catador y el succionador de aire extraigan la basura y las partículas de café que no sirven en el proceso de extracción.

Se debe revisar una vez al mes el funcionamiento del mezclador ya que por el peso del café tiende a desalinearse el eje y esto implica que no mueve de una manera adecuada el café para poder sacarle la basura. Si esta desalineado el personal de mantenimiento externo debe alinearlos.

El operador puede también avisar si existe algún ruido extraño o si esta desalineado el eje, para así alinearlos nuevamente.

### **3.1.4. Succionador de aire**

Debido a la función que tiene el succionador de aire en el área de limpieza, se debe tener un mantenimiento el cual consiste una revisión y limpieza semanal de los conductos que componen el mismo, ya que pueden tener algún taponamiento o alguna

entrada de aire (rotura) que impide realizar la función de succión de una manera adecuada.

El mantenimiento del succionador esta a cargo del operador y al igual que los otros componentes de esta área el mantenimiento se debe realizar los días sábados. El operador o el ayudante deben avisar al jefe inmediato cuando exista algún problema.

En esta área también existen dos elevadores de café que transportan el café por medio de una banda canjilones, hacia un bin (silo) para transportarlo al área de tostado.

Debido al peso la banda de canjilones tiende a aflojarse y los canjilones se traban en las paredes de los elevadores y suelen dañarse, por lo que una vez al mes, el personal de mantenimiento de turno debe revisar la banda y sus canjilones, si la banda esta floja se debe tensar y si existe algún canjilón dañado, éste se debe cambiar.

A continuación se presenta un resumen de las actividades de mantenimiento propuesto para el área de café verde.

Tabla I. Actividades de mantenimiento en área de café verde

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Electroimán	Limpieza	Diario	Operador
	Revisar funcionamiento eléctrico	Mensual	Técnico eléctrico
Catador neumático	Limpieza externa	Semanal	Operador
	Limpieza de ductos	Mensual	Operador
	Limpieza del selector de granos	Semanal	Operador
	Lubricar motor, caja reductora y compuertas	Quincenal	Engrasador
	Revisar fajas	Mensual	Mecánico de turno
Mezclador	Revisar alineación y fajas	Mensual	Personal externo
	Lubricar chumaceras y cojinetes	Semanal	Engrasador
	Revisar y lubricar compuertas	Mensual	Engrasador

## Continuación

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Succionador de aire	Limpieza externa	Semanal	Operador
	Limpieza de ductos	Mensual	Operador
	Revisar y lubricar compuertas	Mensual	Operador
Elevador de canjilones	Revisar fajas y banda de canjilones	Mensual	Mecánico de turno
	Lubricar motor, caja reductora y Compuertas	Quincenal	Engrasador
Bin	Revisar y lubricar compuertas	Mensual	Engrasador
Balanza	Calibrar	Trimestral	Personal externo
	Limpieza externa	Semanal	Operador
	Limpieza total	Mensual	Operador

### 3.2. Área de tostado

El mantenimiento para esta área es bastante delicado en el sentido de que un mal mantenimiento, puede provocar que el café se tueste demasiado y se quemé o que no tueste al grado deseado y por ende una mala extracción.

Como se mencionó en el capítulo anterior, la empresa en estudio posee dos tostadores los cuales reciben mantenimiento distinto, el tostador antiguo se denomina tostador 1 y el otro tostador 2.

#### 3.2.1. Panel de control

Para el tostador 2, se debe revisar una vez cada 15 días el funcionamiento del panel de control, es decir botoneras, contactores eléctricos, luces de encendido y

apagado, arrancadores. Además se deben calibrar las señales eléctricas de los medidores que dicho tostador posee.

Aunque el tostador 1 no posee un panel de control tan sofisticado se debe revisar su funcionamiento cada 15 días así como también las botoneras, contactores eléctricos, luces, arrancadores. La revisión para ambos tostadores debe realizarla el personal de mantenimiento diurno específicamente el técnico electrónico o instrumentista.

### **3.2.2. Cilindro**

Es en esta parte donde se realiza el tueste del café por ende tiende a ensuciarse con mayor rapidez. Para el tostador 1 el mantenimiento consiste en una limpieza por medio de un cepillo eléctrico una vez a la semana por parte del personal de mantenimiento de turno, además de limpiar con espátula las tapaderas que lo cubren.

En tanto que el cilindro del tostador 2, tiene la ventaja que no necesita limpieza ya que el mismo se limpia.

### **3.2.3. Combustión**

El sistema de combustión se debe mantener en buenas condiciones para asegurar un calor adecuado al tipo de tueste que se requiere.

#### **3.2.3.1. Quemador**

El quemador del tostador 1 requiere un mantenimiento que consiste en una limpieza cada semana de la boquilla que atomiza el combustible además de la revisión

de la tubería de entrada de kerosén así como de la válvula solenoide que es la que permite el paso del combustible. Dicha labor debe realizarla el personal de mantenimiento de turno.

Para el mantenimiento del quemador del tostador 2, la limpieza de la boquilla, las tuberías de entrada y la válvula solenoide debe hacerse cada semana y la realiza el personal de mantenimiento diurno.

#### 3.2.3.2. Ciclón

Por medio del ciclón es aspirado el humo y las partículas que flotan en el aire producto del tueste de café, por lo que tiende a formar una capa de basura en los conductos, por lo que se debe limpiar con espátula cada semana, ya que de lo contrario se puede taponar el conducto y no realizar de una manera apropiada el tueste de café, incluso puede darse el hecho de quemarse el café o ahumarse debido a que no existe salida de los gases producto de la combustión.

Para el ciclón del tostador 1 el mantenimiento lo realiza el personal de mantenimiento de turno y del tostador 2 el personal de mantenimiento diurno.

Además al hacerse la limpieza se debe revisar el estado del revestimiento de los conductos del ciclón en el tostador 1 y el estado del horno en el tostador 2. Si existe daño alguno el personal de mantenimiento externo es quien arregla el horno y vuelve a revestir los conductos.

Es conveniente para ambos tostadores cuando se hace la limpieza de los conductos del ciclón también limpiar el ventilador que sirve para extraer los gases.

### 3.2.3.3. Retorno de aire

El retorno de aire, es el conducto que introduce aire caliente de nuevo al cilindro donde se realiza el tueste, por lo que al igual que el ciclón tiende a ensuciarse y provocar los mismos problemas por lo que se debe limpiar con espátula una vez cada semana.

Para los conductos del retorno de aire del tostador 1 el mantenimiento lo realiza el personal de mantenimiento de turno y del tostador 2 el personal de mantenimiento diurno.

Además al hacerse la limpieza se debe revisar el estado del revestimiento de los conductos del retorno de aire en el tostador 1. Si existe daño alguno el personal de mantenimiento externo es quien vuelve a revestir los conductos.

A continuación se presenta un resumen de las actividades de mantenimiento para esta área.



Tabla II. Actividades de mantenimiento en área de tostado

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Electroimán	Limpieza	Diario	Operador
	Revisar funcionamiento eléctrico	Mensual	Técnico eléctrico
Succionador de aire caliente	Limpieza de rejillas	Semanal	Operador
	Limpieza de ventilador	Mensual	Mecánico de turno
	Revisar fajas	Mensual	Mecánico de turno
	Lubricar motor, ventilador y compuertas	Semanal	Engrasador
Elevador de canjilones	Revisar fajas y banda de canjilones	Mensual	Mecánico de turno
	Lubricar motor, caja reductora y compuertas	Quincenal	Engrasador

## Continuación

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Tostador 1	Limpieza de ductos, ciclón, ventilador, retorno de aire y cilindro	Semanal	Mecánico de turno
	Limpieza de quemador	Mensual	Mecánico de turno
	Revisar bomba de kerosén	Mensual	Mecánico de turno
	Revisar compuertas de entrada y salida de café	Mensual	Mecánico de turno
	Lubricar engranaje y cadena	Quincenal	Engrasador
	Lubricar el cilindro	Semanal	Engrasador
	Limpieza externa	Diario	Operador
	Revisar panel de control	Quincenal	Técnico eléctrico
	Limpieza del enfriador	Diario	Operador
	Limpieza de ductos del enfriador y el ventilador	Mensual	Mecánico de turno
	Revisar fajas	Mensual	Mecánico de turno
	Revisar y limpiar entrada de agua de enfriamiento	Semanal	Mecánico de turno
	Bin	Revisar y lubricar compuertas	Mensual
Balanza	Calibrar	Trimestral	Personal externo
	Limpieza externa	Semanal	Operador
	Limpieza total	Mensual	Operador

Continuación

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Tostador 2	Limpieza de ductos y ventilador	Semanal	Mecánico diurno
	Limpieza del quemador	Semanal	Mecánico diurno
	Revisar fajas	Mensual	Mecánico diurno
	Revisar panel de control	Quincenal	Técnico eléctrico
	Lubricar chumaceras y cojinetes	Semanal	Engrasador
	Limpieza externa	Diario	Operador
	Lubricar caja reductora del enfriador	Quincenal	Engrasador
	Lubricar compuertas del incinerador	Semanal	Engrasador
	Revisar el horno	Mensual	Personal externo
	Revisar ductos de retorno de aire	Quincenal	Personal externo
	Revisar cilindro	Quincenal	Personal externo
	Cambiar distribuidor de aire	Semestral	Personal externo
	Revisar compuertas	Mensual	Mecánico diurno
	Revisar y limpiar entrada de agua de enfriamiento	Semanal	Mecánico diurno

### 3.3. Área de molinos

El funcionamiento de los molinos influye en la extracción de café, por lo que acá también se requiere de un buen mantenimiento preventivo.

### 3.3.1. Rodos

Los rodos son los encargados de moler el café y debido al uso sufren desgaste por lo que debe revisarse en el laboratorio como esta la calibración, ya que el laboratorista de turno es el encargado de que una vez iniciado el turno debe sacar una muestra del café molido y hacerlo pasar por unos tamices durante 5 minutos, por medio de un vibrador, dependiendo el resultado el jefe de turno es quien realice los cambios en los rodos ya sea abrirlos o cerrarlos y el laboratorista a saca otra muestra.

El mantenimiento consiste en una revisión mensual del estado de los rodos, así como también una limpieza de los mismos, por parte del personal de mantenimiento de turno. Si existe un desgaste bastante grande se debe enviar a un taller externo.

### 3.3.2. Elevadores de café

Los elevadores de café son los que llevan el café molido hacia unos bins (silos) por medio de una banda de canjilones.

Debido al peso, la banda tiende a aflojarse y los canjilones se traban en las paredes de los elevadores y suelen dañarse, por lo que una vez al mes se debe revisar la banda y sus canjilones, si la banda esta floja se debe tensar y si existe algún canjilón dañado, éste se debe cambiar.

Este mantenimiento debe realizarlo el personal de mantenimiento por turno.

### 3.3.3. Cadenas

Por medio de cadenas se transmite la potencia del motor eléctrico a los rodos para moler el café, por lo que éstas se deben examinar cada mes para revisar la tensión y la lubricación además se deben inspeccionar las ruedas dentadas ya que puede haber algún diente dañado. Dicha revisión debe realizarla el personal de mantenimiento por turno.

Tabla III. Actividades de mantenimiento en área de molinos

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Molino	Revisar cadenas y ruedas dentadas	Mensual	Mecánico de turno
	Revisar rodos	Mensual	Mecánico de turno
	Limpieza de transmisión	Mensual	Mecánico de turno
	Limpieza externa	Diario	Ayudante de banco A
	Lubricar chumaceras y cadenas	Semanal	Engrasador
	Graduar rodos	Necesario	Jefe de turno
	Limpieza de imán y compuertas	Mensual	Mecánico de turno
Elevador de canjilones	Revisar fajas y banda de canjilones	Mensual	Mecánico de turno
	Lubricar motor, caja reductora y Compuertas	Quincenal	Engrasador
Bin	Revisar y lubricar compuertas	Mensual	Engrasador

### 3.4. Área de extracción

Esta área es la que con mayor énfasis debe tener un mantenimiento preventivo bien estructurado debido a la importancia que tiene para la empresa.

### **3.4.1. Mantenimiento mecánico**

El mantenimiento mecánico básicamente consiste en limpieza, revisión, cambio de empaques o sellos, en los diferentes equipos.

#### **3.4.1.1. Intercambiadores de calor**

Los intercambiadores de calor acá mencionados están divididos en dos clases, un grupo son calentadores de agua y de extracto de café y el otro grupo son enfriadores de extracto de café.

##### **3.4.1.1.1. De agua**

Los calentadores de agua de esta área requieren de un mantenimiento adecuado, ya que esta ayudara a mantener en buen estado los serpentines, evitando así el taponamiento de los mismos, y de esta manera mantener el caudal de agua deseado para una mejor extracción.

Para la planta de café en estudio el mantenimiento de los calentadores de agua, se propone para realizarse los días domingo, por el personal externo a la planta, para evitar que al poner fuera de servicio un calentador, esto influya en los rendimientos de extracción.

Teniendo en cuenta la sedimentación que produce en la tubería de cada uno de los serpentines, el calor y el tratamiento de agua realizado, el orden de limpieza de los calentadores debe ser del ultimo al primero, con la planta de café en estudio se tiene la

ventaja que posee un serpentín extra, lo cual facilita aun más la tarea del mantenimiento ya que el personal que realice el mantenimiento solo debe quitar el serpentín del calentador y colocar el otro limpio, teniendo en cuenta que tiene que limpiar la cabeza del calentador.

Se debe considerar también que durante la semana el personal de mantenimiento de turno, debe limpiar el serpentín que haya quitado, además tiene que hacer los empaques que se utilizan en un calentador, así como de tener espárragos, tuercas, etc.

Si en determinado caso el serpentín no queda bien en el calentador se tiene que limpiar y colocar el mismo, con el objetivo de no interrumpir el orden de limpieza de dichos calentadores.

Se considera oportuno realizar la limpieza de los calentadores cada 15 días, es decir cada calentador se limpia aproximadamente cada 3 meses.

#### **3.4.1.1.2. De extracto de café**

Los calentadores de extracto del banco en servicio es importante limpiarlos y cambiar empaques de ser necesario; cada semana, para evitar taponamientos en la tubería de los mismos. La limpieza consiste en hacer pasar una varilla de hierro con una broca en la punta por medio de un barreno y luego circular agua para quitarle cualquier resto de extracto dentro de la tubería.

Para evitar paros en el proceso de extracción es conveniente que la limpieza se realice cuando se esta llenando la columna con café, ya que en ese momento el calentador están fuera de servicio y no le esta entrando vapor. Además se deben limpiar todos lo calentadores en servicio el mismo día.

En tanto que los calentadores del banco fuera de servicio, se deben limpiar dos veces, una antes de iniciar el mantenimiento químico y la otra vez cuando se vaya a meter a servicio el banco. El procedimiento de limpieza es el mismo para todos los calentadores de extracto.

El mantenimiento para los enfriadores de extracto de café varía un poco ya que los enfriadores están ubicados en dos partes; una durante el proceso y la otra después del proceso de extracción. Todos los enfriadores de extracto que están en servicio se deben limpiar cada semana y de la misma forma que los calentadores es decir por medio de un barreno con varilla y broca.

Para no interrumpir el proceso de extracción es conveniente trabajar con transferencia caliente en el proceso mientras se limpia el enfriador en tanto que para los enfriadores que están después del proceso, el extracto se hace pasar por medio de una manguera.

En este caso particular de los enfriadores de extracto en servicio, no es necesario limpiarlos el mismo día, es decir un día se limpia el enfriador del proceso y otro día los enfriadores después del proceso, tomando en cuenta que la limpieza debe hacerse semanalmente.

La limpieza de los calentadores de extracto de café debe realizarla el personal de mantenimiento por turno, en tanto que el revestimiento que los mismos llevan (excepto los enfriadores) lo debe realizar el personal de mantenimiento externo.



### 3.4.1.2. Bombas

Las bombas constituyen una herramienta importante en el área de extracción por lo que el mantenimiento de las mismas debe ser de tal manera que estén siempre en buen funcionamiento. El personal de mantenimiento de turno es el encargado del mantenimiento de las bombas del área de extracción.

#### 3.4.1.2.1. De agua

Las bombas de agua son dos y sirven para enviar agua tratada a las columnas del banco para que se realice la extracción, estas bombas se deben revisar una vez al mes para determinar si existe algún sedimento en la tubería de entrada y salida de la bomba, además se debe revisar la conexión eléctrica del motor ya que puede existir algún cable dañado o algún problema en el contacto eléctrico.

#### 3.4.1.2.2. De soda cáustica

Esta bomba normalmente se usa cuando el banco que esta fuera de servicio esta en mantenimiento químico, es decir la circulación de soda o jabón.

Antes de entrar a mantenimiento químico el banco se debe revisar el sello mecánico y de ser posible cambiarlo, además de revisar los cojinetes del motor y cuando este en servicio se debe revisar diariamente que el sello tenga lubricación con agua ya que con esto se evita el rápido deterioro del mismo.

#### 3.4.1.2.3. De transferencia de extracto de café

Estas bombas sirven para transferir el extracto de café del área de extracción hacia el área de secado, por lo que su funcionamiento es fundamental. Para el mantenimiento de dichas bombas se debe revisar la alineación entre el eje del motor y el eje de la bomba, el sello mecánico, colocarle estopa cada seis meses, aunque una vez al mes se debe quitar la bomba y limpiar internamente ya que pueden quedar residuos de extracto en la misma.

Al igual que la bomba anterior, las bombas de transferencias se deben examinar a diario que tengan lubricación con agua.

#### 3.4.1.2.4. Centrífuga

La denominada bomba centrífuga es un separador centrífugo y tiene como función principal limpiar el extracto de café que sale del área de extracción, es decir le quita los sólidos insolubles (lodos) que no pueden ser secados en el área de secado, por lo que el mantenimiento de esta bomba es bien importante ya que no limpiar de una manera eficiente, implicara posibles taponamientos en el calentador de extracto del área de secado, así como también en la tubería y en los filtros de extracto de café.

Para que la centrífuga funcione de manera eficiente se debe lavar cada 04 horas o cuando menos una o dos veces por turno, dicho lavado consiste en hacer pasar agua lo más caliente posible, para quitar todo residuo de extracto, durante un tiempo de 15 minutos, así mismo debe revisar el recipiente donde caen los lodos, ya que éste se llena y hay que vaciarlo.

Cuando es el último día de trabajo de la semana, la centrífuga se debe desarmar, quitar todo residuo de extracto de café, revisar pieza por pieza para determinar si existe algún daño, volver a armar y una vez armada se debe probar, por si existe algún ruido extraño.

Otro aspecto importante para la centrífuga es el agua, ya que la limpieza del extracto la realiza por medio de agua, es esencial que se mantenga la presión de agua de entrada a la bomba de 70 a 100 psi.

La centrífuga posee un programador que sirve para que expulse los lodos cada cierto tiempo, dicho programador se debe revisar y limpiar una vez al mes. Esto lo debe hacer el instrumentista o técnico electrónico.

#### **3.4.1.3. Panel de control**

El panel de control es un instrumento importante ya que indica los parámetros en que esta trabajando el banco de extracción referente a caudal, presión y temperatura del agua.

El mantenimiento para dicho panel consistirá en una revisión mensual de los instrumentos de medición de caudal, presión y temperatura especialmente éstos últimos ya que tienden a dañarse rápidamente y dar una lectura errónea. Además se debe revisar y cambiar de ser necesario las plumillas que sirven para graficar los parámetros del banco de extracción.

El mantenimiento del panel de control esta a cargo del personal de mantenimiento diurno específicamente el técnico electrónico o instrumentista.

#### 3.4.1.4. Manómetros

Indican la presión existente dentro de una columna y el mantenimiento que recibirán será llenarlos con glicerina cuando el banco no esta en servicio y cuando esta en servicio consistirá en cambiar el manómetro para posteriormente echarle glicerina o simplemente limpiar el tubo que transmite la presión al diafragma, ya que este suele taparse debido al extracto.

Para mantener en buen estado los manómetros se deben revisar a diario por parte del operador del banco de extracción para así poder determinar si existe algún manómetro que esta dando una mala lectura. Es importante mantener un stock de manómetros en buen estado como repuesto para cuando se tenga que cambiar alguno. El mantenimiento esta a cargo del personal de mantenimiento por turno.

#### 3.4.1.5. Llaves de paso

Como su nombre lo indica permiten el paso de extracto y de agua de una columna a otra, de allí la importancia del mantenimiento que deben tener las mismas. Cada vez que entra en mantenimiento un banco, aproximadamente cada 03 meses las llaves se deben dejar en soda cáustica por lo menos una semana para aflojar los residuos de extracto luego limpiarlas y de ser necesario cambiarles los empaques de teflón que poseen ya que estos se dañan y no permiten el abrir y cerrar libremente.

Cuando el banco esta en servicio el problema se presenta con llaves tapadas o que dejan pasar el extracto o agua estando cerradas, en cualquiera de los casos, lo mejor será quitar la llave dañada y colocar otra llave aunque en el primer caso también se puede quitar, limpiar y volver a colocar la misma llave.

Al igual que los manómetros, se debe mantener un buen número de llaves de paso en buen estado como repuesto, para cuando exista la necesidad de cambiar alguna. El mantenimiento de las llaves de transferencia esta a cargo del personal de mantenimiento de turno.

#### 3.4.1.6. Columnas

Éstas deben mantenerse sin residuos de granza de café dentro de las mismas ya que esto garantizara una mejor carga de café, es por ello que deben limpiarse al menos cada quince días en el banco que esta en servicio; en tanto, el banco que esta en mantenimiento es conveniente limpiarlas antes de llenarlas con soda cáustica.

También se deben limpiar las columnas por fuera para esto solo se deben lavar con agua cada vez que termine un turno, ya que con esto se mantienen limpias las columnas y también el área de extracción. Esta limpieza la realiza el ayudante del banco de extracción, en tanto que la limpieza por dentro es realizada por el personal de mantenimiento por turno.

#### 3.4.1.7. Tanques

Los tanques son de acero inoxidable y sirven para almacenar el extracto que se produce en el área de extracción, existen los tanques **pesadores** que sirven para pesar la cantidad de extracto que se extrae de cada columna, los **mezcladores** que son los que mezclan el extracto con el café soluble rechazado (por mala densidad, humedad, sabor, olor o color, etc), el **tanque de muestras** ya que se saca la muestra para determinar la cantidad de sólidos que tiene el extracto, los **tanques fríos**, que sirven para enfriar el extracto para luego ser enviado al área de secado.

El mantenimiento para estos tanques consiste en una limpieza primero con soda cáustica y luego con lija para quitar todo residuo de extracto dentro y fuera del mismo, los tanques pesadores, de mezclador y de muestras se deben limpiar el último día de trabajo de la semana. El tanque de muestras el operador debe lavarlo con agua cada vez que termine el turno, en tanto que los tanques fríos, se deben limpiar con soda y agua cada vez que se termine el extracto y cuando sea el último día de trabajo de la semana se deben lavar con soda y además lijarlos. La limpieza será realizada por el operador y los ayudantes del banco de extracción.

#### 3.4.1.8. Tuberías

Por éstas se transporta el extracto y el agua caliente en el banco de extracción, por ende tienden a taponarse con residuos de extracto de café y sedimentos del agua tratada, lo que significa que debe tenerse un mantenimiento apropiado para mantenerlas en buenas condiciones es por eso que cuando esta fuera de servicio se deben limpiar dichas tuberías con una broca y con barreno para quitar todo sedimento en las mismas.

En cuanto al banco que esta en servicio, el operador del banco debe informar a su jefe inmediato sobre algún taponamiento en alguna tubería, para así proceder a limpiarla evitando parar la extracción de café, aunque cuando existe algún tapón en la tubería del agua caliente un paro en la extracción es inevitable dependiendo de la emergencia ya que de lo contrario podría esperarse hasta el fin de semana para poder limpiar o arreglar la tubería evitando así un paro en la producción.

Para la tubería de entrada de agua caliente al banco, se debe limpiar cada 15 días desde la salida del último calentador de agua hasta el cheque ubicado en la entrada y

dependiendo la magnitud de la incrustación se debe limpiar los primeros tramos de tubería ya en el banco propiamente dicho.

El mantenimiento de las tuberías del banco de extracción esta a cargo del personal de mantenimiento por turno.

#### 3.4.1.9. Tamices

Existen 02 clases de tamices los inferiores colocados en las tapaderas inferiores de la columna y los superiores colocados en la entrada a la columna, debido a que algunas veces con el extracto se viene granza de café y ello tiende a tapar el paso de extracto de una columna a otra.

El mantenimiento propuesto para los tamices superiores es que una semana después de puesto en servicio un determinado banco, se deben colocar los mismos, y ya estando en servicio se deben cambiar todos los tamices superiores el día de inicio de labores y revisarlos durante la semana por parte del operador de banco cada vez que llena la columna con café y al existir uno con taponamiento se debe quitar y colocar uno limpio.

Al igual que los anteriores, los tamices inferiores se deben cambiar todos, el primer día de inicio de labores y durante la semana el ayudante de revisarlos cada vez que se le bota la granza a una columna, si esta sucio o tapado se debe cambiar.

Es importante mantener un buen numero de tamices superiores e inferiores de repuesto ya que no se puede predecir cuantos se usaran en una semana, pues varia

dependiendo del buen funcionamiento de los molinos de café y del tipo de café que se esta usando.

El cambio de tamices superiores así como la limpieza de los mismos y también los inferiores esta a cargo del personal de mantenimiento por turno en tanto que el cambio de tamices inferiores esta a cargo del ayudante del banco de extracción.

#### **3.4.1.10. Transportadores de café**

Son los encargados de transportar el café del área de molinos a las columnas del área de extracción por medio de un tornillo sinfín accionado por un motor eléctrico.

Cada banco de extracción tiene su propio transportador, para el que esta en servicio se debe de engrasar cada semana el acople entre tornillos y entre el motor y el tornillo, además revisar si existe algún ruido extraño.

Para el transportador fuera de servicio se debe revisar su funcionamiento por si existe algún ruido extraño. El mantenimiento de los transportadores de café esta a cargo del personal de mantenimiento por turno, en tanto que lo referente a engrase esta a cargo del personal de mantenimiento diurno específicamente el engrasador.

#### **3.4.1.11. Sistema de seguridad**

El sistema sirve como protección para una eventual sobrepresión en el banco de extracción. Cada banco posee su propio sistema de seguridad. Es recomendable que el primer día de trabajo de la semana se revise que los límites de presión máxima y mínima



estén de acuerdo a los parámetros deseados, así como también examinar si hay corriente eléctrica en el sistema.

Debido al tipo de mecanismo que usa el sistema de seguridad, cada tres meses se debe revisar si el mismo tiene la cantidad de glicerina necesaria para su funcionamiento. El mantenimiento del sistema de seguridad del banco de extracción esta a cargo del personal de mantenimiento diurno específicamente el técnico electrónico o instrumentista.

### **3.4.2. Mantenimiento químico**

Una vez realizado el mantenimiento mecánico del banco fuera de servicio se procede con el mantenimiento químico y se hace para limpiar las partes que no se limpiaron con el mantenimiento mecánico.

#### **3.4.2.1. Con soda cáustica**

Este mantenimiento consiste en hacer circular por todo el banco soda cáustica a razón de 120 libras de soda en escamas disuelta en agua por cada columna, durante una o dos semanas. Durante este tiempo se debe revisar a diario columna por columna para determinar si existe algún taponamiento.

Transcurrido el tiempo deseado de la circulación de la soda y si es continua es decir sin taponamiento, se debe continuar circulando la soda durante uno o dos días más, con la diferencia que esta vez se le agrega un poco de vapor en los calentadores para calentar la soda y así hacer de una mejor manera la limpieza de residuos de extracto de café que existan en el banco.

Terminada la circulación de soda en caliente y no habiendo ningún taponamiento se procede a sacar la soda de las columnas del banco, dicha soda se arroja al desagüe y se continua con el mantenimiento con jabón.

El llenado de las columnas y la revisión de la soda circulando por el banco esta a cargo del personal de mantenimiento por turno con la ayuda del jefe de turno.

#### 3.4.2.2. Con jabón

Este mantenimiento se hace con un jabón especial que sirve para quitar los residuos de soda cáustica en el banco, se usa una medida de 09 libras de jabón disueltas en agua por cada columna del banco, se hace circular el jabón por todo el banco durante dos o tres días, luego se bota el jabón.

Una vez terminado el mantenimiento se llena el banco con agua dejando abierta la llave de purga inferior de la ultima columna, con el fin de sacar todo el residuo que haya quedado del jabón, para eso se debe determinar el PH del agua y cuando el PH sea neutro indicara que el banco esta totalmente limpio de residuos de soda y jabón.

Conociendo que el PH es neutro, se llena el banco con agua caliente de tal manera que la presión en cada columna alcance unos 100 psi., para establecer si existe alguna fuga en alguna llave o en alguna brida, si no existe ninguna fuga el banco esta listo para entrar a servicio.

El llenado de las columnas, la revisión de la circulación del jabón por el banco, así como la revisión final del banco, esta a cargo del personal de mantenimiento por turno con la ayuda del jefe de turno.

Es recomendable que se haga cambio de banco, es decir un banco debe estar en servicio un periodo de 3 a 4 meses máximo, para evitar demasiada incrustación en las tuberías.

A continuación se presenta un resumen de las actividades de mantenimiento propuestas para el área de extracción.

Tabla IV. Actividades de mantenimiento en área de extracción

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Calentador de agua	Limpieza de serpentín	Trimestral	Personal externo
	Cambiar serpentín	Trimestral	Personal externo
	Cambiar empaques	Trimestral	Personal externo
	Limpieza de cabezal	Trimestral	Personal externo
	Elaborar empaques	Trimestral	Mecánico de turno
	Cambiar revestimiento	cada 3 años	Personal externo
Calentador de extracto de café	Limpieza interna de tubos	Semanal	Mecánico de turno
	Cambiar empaques	Semanal	Mecánico de turno
	Cambiar revestimiento	Cada 3 años	Personal externo
	Elaborar empaques	Quincenal	Mecánico de turno
Enfriador de extracto de café	Limpieza	Semanal	Mecánico de turno
	Cambiar empaques	Semanal	Mecánico de turno
	Elaborar empaques	Quincenal	Mecánico de turno
Bomba de agua	Revisar funcionamiento	Mensual	Mecánico de turno
	Lubricar	Quincenal	Engrasador
Bomba de soda	Revisar funcionamiento	Trimestral	Mecánico de turno
	Lubricar	Mensual	Engrasador
Bomba de transferencia	Revisar funcionamiento	Mensual	Mecánico de turno
	Lubricar	Quincenal	Engrasador

## Continuación

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Separador centrifugo	Lavado parcial	Cada 15 min.	Automática
	Lavado total	Cada 04 hrs.	Mecánico de turno
	Revisar funcionamiento eléctrico	Mensual	Técnico eléctrico
	Lubricar	Semanal	Engrasador
	Limpieza total	Semanal	Mecánico de turno
	Limpieza parcial tanque de lodos	Diario	Mecánico de turno
	Limpieza total tanque de lodos	Semanal	Ayudante de banco A
Panel de control	Limpieza	Mensual	Técnico eléctrico
	Revisar instrumentos de medición	Mensual	Técnico eléctrico
Manómetro	Revisar	Diario	Operador de Banco
	Limpieza y llenado de glicerina	Trimestral	Mecánico de turno
Llaves de paso	Revisar	Diario	Operador
	Limpieza y cambio de empaques	Trimestral	Mecánico de turno
	Cambiar por fuga o taponamiento	Necesario	Mecánico de turno
Columnas	Limpieza interna parcial	Quincenal	Mecánico de turno
	Limpieza externa	03 veces al día	Ayudante de banco A
	Limpieza interna completa	Trimestral	Mecánico de turno
Tanques pesadores	Limpieza interna	Semanal	Ayudante de banco B
	Limpieza externa	Diario	Operador
	Calibrar balanza	Trimestral	Personal externo
Tanque de muestra	Limpieza interna total	Semanal	Operador
	Limpieza interna parcial y externa	03 veces al día	Operador
Tanque de mezclas	Limpieza total	Semanal	Ayudante de turno A
Tanque fríos	Limpieza parcial	Sin extracto	Ayudante de banco B
	Limpieza total	Semanal	Ayudante de banco B
Tuberías	Limpieza	Trimestral	Mecánico de turno
	Aislar con fibra de vidrio	Semestral	Mecánico de turno
	Cambiar	Necesario	Mecánico de turno

## Continuación

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Tamices Superiores	Limpieza	Semanal	Mecánico de turno
	Cambiar	Necesario	Mecánico de turno
Tamices Inferiores	Cambiar	Semanal	Ayudante de banco A
	Limpieza	Semanal	Mecánico de turno
	Reparar	Semanal	Mecánico de turno
Transportador de café	Revisar motor, caja reductora, acoples y pintar	Semestral	Mecánico de turno
	Lubricar	Quincenal	Engrasador
	Revisar tornillo sinfín	Semestral	Mecánico de turno
Sistema de seguridad	Revisar límites de operación	Semanal	Técnico eléctrico
	Revisar funcionamiento	Trimestral	Técnico eléctrico
Mantenimiento Químico	Circular soda	Trimestral	Mecánico de turno
	Circular jabón	Trimestral	Mecánico de turno
	Revisar circulación soda/jabón	Trimestral	Jefe y mecánico turno

### 3.5. Área de secado

El área de secado al igual que el área de extracción debe poseer un mantenimiento bien definido debido a la importancia que tiene dicha área.

La secadora consta de varias partes principales: la torre de secado, el ciclón de aire, los transportadores, el vibrador y el cono que es donde cae el café soluble. Dichas partes deben lavarse con agua caliente cada primer día de semana de labores.

Cuando se termina el extracto de café para secar, la secadora debe parar y lavar con agua caliente la torre de secado, el cono y el vibrador con su respectivo tamiz. La

limpieza del área de secado esta a cargo del operador y del ayudante, bajo la supervisión del jefe de turno.

### 3.5.1. Toberas

Las toberas son las encargadas de atomizar el extracto de café para que por medio de calor se evapore el agua, queden solo los sólidos de café y se convierta en café soluble.

Existen varios tipos de toberas; en la fabrica en estudio se utilizan solo dos tipos: triple y 8x5. Se denomina triple porque posee tres boquillas para atomizar, dichas toberas constan de 02 partes principales la boquilla que atomiza y la cámara o cilindro que provoca un remolino. La boquilla y el cilindro tienen un número dependiendo del tamaño del agujero que poseen. Por ejemplo se puede secar extracto con tobera triple boquilla #3 y cilindro #5.

La tobera 8x5 posee una única boquilla con su cilindro, al igual que la tobera triple la tobera 8x5 tiene números. Por ejemplo 8x5, significa cilindro #8 y boquilla #5, también se puede usar 8x4, 10x5, dependiendo de la necesidad que se tenga en el secado.

El mantenimiento para las toberas consiste en que cada vez que se pare la secadora por cualquier razón, se debe lavar con agua para evitar algún taponamiento en la boquilla. Para la tobera triple se debe revisar si los empaques de bronce están dañados. Además se deben limpiar cada tres meses la tubería que esta antes de la boquilla, ya que tiende a incrustarse con residuos de extracto de café.

El mantenimiento de las toberas del área de secado esta a cargo del personal de mantenimiento por turno.

### 3.5.2. Vibradores

El vibrador usado en el área de secado es un transportador por vibración que tiene un tamiz donde quedan las partículas gruesas (terrones) para garantizar que solo café en polvo llegara al recipiente final (tote). Este vibrador se debe lavar cada vez que la secadora pare.

Una vez cada 15 días se debe revisar la faja que posee el vibrador, ya que puede aflojarse o dañarse. También se deben revisar las abrazaderas que sirven para sujetar las tapaderas del vibrador.

El lavado del vibrador esta a cargo del ayudante de secadora, en tanto que el cambio de fajas o reparación de abrazaderas esta a cargo del personal de mantenimiento por turno.

### 3.5.3. Martillos

Los martillos movidos por motores eléctricos con cajas reductoras incorporadas, es decir moto reductores, que golpean a la torre de secado y el cono para permitir que el café baje y no se pegue a las paredes de la secadora.

Una vez cada 15 días se debe revisar el funcionamiento de los martillos para determinar si no existe algún desperfecto ya sea que el mazo este dañado, que se haya roto el resorte, que se haya dañado la superficie donde golpea el martillo, que no funciona el moto reductor, etc.

Además se deben limpiar los moto reductores una vez al mes con algún líquido quita grasa y limpiar algún residuo de café, para garantizar su buen funcionamiento.

La reparación de los martillos y los reductores, así como la limpieza de los motores esta a cargo del personal de mantenimiento por turno, en tanto que si existe daño en el motor del reductor éste se debe enviar a un taller externo para la reparación.

#### **3.5.4. Filtros**

Los filtros de aire evitan la contaminación del aire que se usa en la combustión, en tanto que los filtros de extracto sirven para atrapar impurezas en el extracto.

##### **3.5.4.1. De aire**

Los filtros de aire se deben lavar semanalmente es decir se deben lavar el primer día de labores de la semana. Dichos filtros deben revisar cada 06 meses y si amerita se deben cambiar o cuando el ayudante del área avise de algún deterioro en algún filtro. El lavado de los filtros de aire del área de secado esta a cargo del ayudante del área.

##### **3.5.4.2. De extracto de café**

Estos filtros son dos y están ubicados antes de la entrada de la bomba de paso, para estos filtros no hay un tiempo determinado en que deba limpiarse, pues depende mucho de la suciedad o impurezas que traiga el extracto desde los tanque fríos del área de extracción.



Normalmente se utiliza un filtro durante un periodo de 02 a 03 horas luego se saca de servicio y se mete a servicio el otro filtro, se procede a lavar y limpiar el filtro que se sacó de servicio y se deja listo para entrar a servicio.

Los filtros de extracto utilizan un tela muy fina llamada manga que le sirve para atrapar las impurezas del extracto, dichas mangas se deben limpiar bien, cuando se saca de servicio el filtro y se debe revisar que la misma esta en buen estado de lo contrario si esta demasiada taponada o rota de debe cambiar la manga.

Esta función de limpiar o lavar filtros es realizada por el operador del área de secado y es quien se encarga también de cambiar la manga.

### **3.5.5. Panel de control**

Teniendo en cuenta que la secadora esta en un sistema de operación semiautomático, el panel de control es un instrumento importante ya que indica los parámetros en que esta trabajando la secadora en lo que respecta a temperatura de entrada y salida del aire, presión de la bomba de paso y tiro del aire.

El mantenimiento para dicho panel consiste en una revisión mensual de los instrumentos de medición temperatura y presión especialmente ya que pueden dar una lectura errónea, y el sistema semiautomático hará cambios que afectaran la producción final.

Además se deben revisar las luces de encendido, arrancadores, contactores eléctricos, botoneras así como también las plumillas que sirven para graficar los parámetros del área de secado.

Al igual que los otros paneles de control, el mantenimiento esta a cargo del personal de mantenimiento diurno, específicamente el técnico electrónico o instrumentista.

### 3.5.6. Bomba de paso

La bomba de paso es un homogenizador que sirve para cambiarle la viscosidad al extracto de café y sirve para enviar el extracto hasta la tobera ubicada en la torre de la secadora. El mantenimiento para este homogenizador consiste en una limpieza de los cilindros, las entradas y salidas de extracto cada semana cuando se inicia la actividad de secado de extracto de café.

El homogenizador posee un filtro el cual se debe limpiar cada vez que se pare la secadora por falta de extracto o cualquier otra razón. Además se debe revisar a diario que la lubricación por medio de agua en los cilindros sea el adecuado, ya que no tener agua implica demasiada fricción y si se lubrica con mucha agua existe la posibilidad que parte de esa agua llegue hasta el deposito de aceite.

La limpieza del homogenizador esta a cargo del personal de mantenimiento por turno, en tanto que la limpieza del filtro de la bomba y la lubricación de agua esta a cargo del operador del área.

### 3.5.7. Concentrador antiespumante

Sirve para agregarle antiespumante al café soluble y consiste en un depósito donde se coloca el antiespumante en polvo y luego es transportado por medio de un tornillo sinfín para mezclarse con el café soluble que sale de la secadora.

Este depósito se debe quitar y lavar con agua caliente cada semana para quitar todo residuo de polvo antiespumante así como de café también, además mensualmente se debe revisar los acoples del motor con el tornillo sinfín, además la alineación entre ambos. Esto lo realiza el personal de mantenimiento por turnos y es conveniente realizarlo cuando la secadora está fuera de servicio.

### 3.5.8. Tuberías

Las tuberías del área de secado transportan el extracto desde los tanques fríos del área de extracción hasta la tobera, éstas se dividen en tres partes una que va desde los tanques fríos hasta las bombas de transferencia, otra desde las bombas de transferencia al homogenizador y la otra desde el homogenizador hasta la tobera.

El mantenimiento de la tubería de la secadora consiste en una limpieza con broca y barrenos para quitar los sedimentos del extracto de café acumulados en la misma. Dicha limpieza se debe hacer mensualmente, aunque no al mismo tiempo y la realiza el personal de mantenimiento externo.

Se debe tener en cuenta que cuando se haga la limpieza en la tubería del homogenizador a la tobera, se debe circular agua por la tubería antes de transportar el

extracto sin estar colocada la tobera, ya que se garantizara que cualquier residuo dejada durante la limpieza de la tubería no vaya a crear un taponamiento en la tobera.

A parte de lo anteriormente mencionado, en el área de secado se tiene el mantenimiento del quemador de kerosén, el cual se debe limpiar cada inicio de semana de actividades, o cuando sea necesario es decir si existe problemas con la llama, cuando se da problemas con la llama es conveniente revisar el plato que sirve de base para el quemador, ya que con el calor tiende a desprenderse el refractario y tapar la llama.

Además existe en ésta área un calentador de extracto el cual debe limpiar cada 03 semanas, para evitar taponamientos en el serpentín del mismo.

La limpieza del quemador de la secadora y del calentador de extracto del área de secado esta a cargo del personal de mantenimiento por turno.

**Tabla V. Actividades de mantenimiento en área de secado**

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Torre de secado	Limpieza interna	Semanal / parada	Operador
	Limpieza externa	Anual	Operador
Tobera	Revisar y limpiar	Cada paro	Mecánico de turno
Vibrador	Limpieza del tamiz	Cada paro	Ayudante secadora
	Revisar fajas	Mensual	Mecánico de turno
	Revisar abrazaderas de tapaderas	Quincenal	Mecánico de turno
	Lubricar	Semanal	Engrasador
Martillos	Revisar funcionamiento	Quincenal	Mecánico de turno
	Limpieza externa	Mensual	Mecánico de turno
	Lubricar	Semanal	Engrasador
Filtros de aire	Limpieza	Semanal	Ayudante secadora
	Cambiar	Anual	Ayudante secadora
Filtros de extracto	Limpieza	2-3 horas	Operador
	Cambiar	Mensual	Operador
Panel de control	Limpieza	Mensual	Técnico eléctrico
	Revisar instrumentos de medición	Mensual	Técnico eléctrico
Bomba de paso (homogenizador)	Limpieza parcial	Semanal	Mecánico de turno
	Limpieza de filtro	Cada paro	Operador
	Lubricar	Semanal	Engrasador
	Limpieza total	Trimestral	Mecánico de turno
Anti espumante	Limpieza	Semanal	Mecánico de turno
	Revisión de fajas y acoples	Mensual	Mecánico de turno
	Lubricar	Semanal	Engrasador
Tuberías	Limpieza homogenizador a tobera	Mensual	Personal externo
	Limpieza bomba a homogenizador	Mensual	Personal externo
	Limpieza tanques fríos a bomba	Mensual	Personal externo
Quemador	Limpieza	Semanal	Mecánico de turno
	Revisar base	Necesario	Mecánico de turno
Ventilador	Lubricar	Semanal	Engrasador

Continuación

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Calentador de extracto	Limpieza y cambio de empaques	Cada 03 Semanas	Mecánico de turno
Calentador de aire	Revisar retorno de condensado	Trimestral	Mecánico de turno
	Revisar fugas	Semanal	Mecánico de turno
	Cambiar radiador	Necesario	Personal externo
Transportador de café	Limpieza	Semanal	Ayudante
	Lubricar	Semanal	Engrasador
	Revisar tornillo sinfin	Trimestral	Mecánico de turno
Bomba de Kerosén	Revisar fugas	Mensual	Mecánico de turno
	Revisar reguladora de presión	Trimestral	Mecánico de turno
	Limpieza de filtro de Kerosén	Mensual	Mecánico de turno

En el área de **aglomerado** se debe mantener el mantenimiento que hasta ahora ha estado funcionando, ya que se ha observado que dicho mantenimiento no genera muchos contratiempos en el área, aunque sin embargo se debe hacer énfasis en el funcionamiento del cable transportador de café ya que éste tiende a romperse, por lo que se debe hablar con el operador para que revise constantemente el funcionamiento del cable y con el personal del taller donde se hace dicho cable, para que alguna manera se cambie el tipo de material utilizado en la elaboración y así tener un cable más resistente.

El mantenimiento del área de aglomerado esta a cargo a del personal de mantenimiento externo y el lavado del área el ultimo día de labores esta a cargo del operador del área conjuntamente con sus ayudantes y el personal de mantenimiento externo.

Tabla VI. Actividades de mantenimiento en área de aglomerado

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Área de aglomerado	Limpieza de molino	Quincenal	Personal externo
	Revisar molino	Quincenal	Personal externo
	Limpieza transportador del dosificador	Semanal	Personal externo
	Limpieza del dosificador	Semanal	Operador
	Limpieza de toberas de vapor	Semanal	Operador
	Limpieza de la campana	Semanal	Operador
	Limpieza de banda transportadora	Semanal	Operador
	Limpieza del extractor de vapor	Semanal	Operador
	Limpieza de la secadora	Semanal	Operador
	Limpieza del recolector de finos	Quincenal	Personal externo
	Limpieza del ventilador del recolector de finos	Mensual	Personal externo
	Limpieza del transportador de finos	Semanal	Personal externo
	Limpieza del transportador de deshecho	Semanal	Personal externo
	Limpieza de vibrador	Semanal	Personal externo
	Revisar fajas	Semanal	Personal externo
	Revisar cables transportadores	Semanal	Personal externo
	Revisar cojinetes y poleas	Semanal	Personal externo
	Revisar moto reductores	Semanal	Personal externo
	Revisar banda transportadora	Semanal	Personal externo
	Revisar tubería de condenso	Semanal	Personal externo
Lubricar moto reductores, motores, chumaceras, cadenas, tornillos sinfín, ventilador aire frío y caliente	Semanal	Engrasador	
Revisar llaves de paso	Diario	Operador	

Para el área de calderas se debe continuar con el mantenimiento externo actual, en tanto que al mantenimiento realizado por el personal de mantenimiento por turnos se debe agregar una revisión de estopas, acoples o ruidos extraños y fugas en las bombas de agua. También se deben limpiar cada 15 días los filtros de petróleo de las calderas piro tubulares y revisar el funcionamiento de los moto reductores, ya que normalmente se les rompe un pasador, el cual no solo debe cambiarse, sino que se debe quitar la caja reductora y el tornillo sinfín, limpiar el canal por donde entra la granza y luego volverlo a colocar, ya que el romperse el pasador significa que el canal esta atorado de granza y debe limpiarse.

**Tabla VII. Actividades de mantenimiento en área de calderas**

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Caldera piro tubular	Limpieza quemador	Mensual	Personal externo
	Revisar tubos y espejos	Semestral	Personal externo
	Limpieza de horno y cámara de agua	Semestral	Personal externo
	Revisar fajas de bombas	Mensual	Mecánico de turno
	Limpieza filtro de petróleo	Quincenal	Mecánico de turno
	Revisar sistema de arranque	Mensual	Personal externo
	Revisar componentes eléctricos	Mensual	Técnico eléctrico
	Revisar sistema de seguridad	Mensual	Personal externo
Generador eléctrico	Revisar funcionamiento	Semanal	Operador
	Revisar nivel de combustible, aceite, carga y agua	Semanal	Operador
Bombas	Revisar fugas y acoples	Semanal	Operador
Compresor de aire	Lubricar pistón	Semanal	Engrasador
	Revisar funcionamiento	Semanal	Operador
Llaves de paso	Revisar funcionamiento	Semanal	Operador



## Continuación

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Caldera acuatubular	Limpieza de horno y tubos	Semestral	Personal externo
	Limpieza de chimenea	Quincenal	Mecánico de turno
	Limpieza del canal de alimentación de granza	Quincenal	Mecánico de turno
	Cambiar caja reductora del alimentador de granza	Trimestral	Mecánico de turno
	Revisar funcionamiento de bombas	Mensual	Mecánico de turno
	Revisar tornillo sinfín del alimentador de granza	Semanal	Mecánico de turno
	Lubricar caja reductora, bombas, transportador, motores	Semanal	Engrasador
	Revisar tornillo sinfín transportador de granza	Mensual	Mecánico de turno
	Cambiar ventilador aire inducido	Semestral	Mecánico de turno
	Limpiar ventilador aire forzado	Semanal	Mecánico de turno
	Revisar sistema de seguridad	Mensual	Personal externo
	Revisar fajas	Mensual	Mecánico de turno
	Revisar componentes eléctricos	Mensual	Técnico eléctrico

Con respecto a la rutina de engrase que se tiene, se debe modificar y hacerla más eficiente para lo cual se debe hacer una rutina por áreas y por días dependiendo de las necesidades que se tenga en cada área. Dicha rutina queda a discreción del Jefe del departamento de Mantenimiento quien debe priorizar las necesidades.

Es importante hacer mención que en las áreas de limpieza de café, tostado, extracción y empaque existen básculas para pesar el café, las cuales se deben revisar, limpiar y calibrar una vez al mes, dicho mantenimiento debe realizarlo personal externo,

es decir contratar una empresa dedicada al mantenimiento de básculas. Ya que actualmente reciben mantenimiento pero hasta que empieza a fallar la misma.

### 3.6. Motores eléctricos

Los motores eléctricos de la planta de café soluble en estudio no poseen un programa de mantenimiento preventivo para los mismos. Sin embargo los motores deben tener una rutina de inspección para revisar su funcionamiento y observar cualquier anomalía que presenten ya sea por cojinetes dañados, contactor eléctrico, etc.

Para la inspección de los motores se debe primero hacer un conteo y localización de todos los motores de la planta, además de anotar todos los datos necesarios del mismo y en base a eso definir la rutina que se tendrá ya sea por áreas o por ubicación dentro de la planta.

La rutina para el mantenimiento de los motores eléctricos de la planta de café soluble, es conveniente que se realice de tal manera que tanto el personal de mantenimiento diurno y por turno tenga participación de la misma. Teniendo en cuenta que incluyendo todas las áreas la planta de café soluble cuenta con un total de 148 motores.

Puede definirse que para las áreas de molinos (05 motores), extracción (19 motores), secado (25 motores) y una parte de las áreas de tostadores, calderas y bombas de patio (30 motores) el mantenimiento de los mismos este a cargo del personal de mantenimiento por turno, en tanto que para las demás áreas el mantenimiento lo realice el personal de mantenimiento diurno.

#### 4. FUNCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

La responsabilidad del departamento de Mantenimiento ante la empresa es bastante grande ya que el índice de productividad de la misma depende directamente del buen servicio que dicho departamento presta.

Es importante que el departamento de mantenimiento mantenga una buena relación y coordinación con todos los departamentos de la empresa, especialmente con el departamento de producción para así poder alcanzar las metas de producción trazadas.

En **empresas pequeñas** existe un mismo responsable que se encarga de los trabajos derivados de la producción y del mantenimiento, en tanto que en las **empresas medianas**, el departamento de mantenimiento se desvincula del de producción, y depende del responsable de producción, que determina las prioridades y objetivos, y en las **empresas grandes** el departamento de mantenimiento adquiere un protagonismo en la estructura de la empresa, situándose al mismo nivel que producción dependiendo ambos del gerente general de empresa.

Para lograr lo anteriormente descrito el departamento de Mantenimiento tiene las siguientes funciones principales:

- Mantener en buenas condiciones de operación las instalaciones, maquinaria y equipo de la empresa.
- Investigar y analizar los problemas de mantenimiento de maquinaria y equipo dentro de la empresa.

- Planear y programar el mantenimiento de la maquinaria y equipo de la empresa.
- Elaborar fichas de control de la maquinaria y equipo para uso del departamento.
- Determinar los recursos humanos, económicos y técnicos para realizar el mantenimiento.
- Establecer las funciones, responsabilidades del personal de mantenimiento.
- Elaborar un inventario de la maquinaria y equipo existentes en la empresa.
- Participar en el desarrollo de políticas sobre mantenimiento que la empresa promulgue.
- Mantener una comunicación permanente de objetivos, políticas, procedimientos, programas, problemas y resultados con los demás departamentos de la empresa.
- Observar y evaluar el desarrollo del mantenimiento con el propósito de tomar decisiones que mejoren el servicio.

#### 4.1. Recursos humanos necesarios

Los recursos humanos necesarios en el departamento de mantenimiento van a depender del tamaño de la empresa y de lo que produce la misma.

En la industria de café soluble en estudio, el departamento de Mantenimiento depende del Gerente de producción y no se tiene un Jefe de mantenimiento, lo cual a veces acarrea una serie de problemas por falta de una supervisión adecuada.

El encargado del departamento de Mantenimiento debe ser una persona responsable de velar para que el personal bajo su cargo, cumpla a cabalidad las funciones y objetivos del departamento.

Además debe:

- Organizar y distribuir las órdenes de trabajo que lleguen al departamento de mantenimiento, de acuerdo a prioridades y urgencias.
- Supervisar y dar seguimiento a las órdenes de trabajo para aseguramiento de que dicho orden se realizó.

Para el caso de la empresa en estudio, se propone un **Jefe de mantenimiento** que dependa directamente de la gerencia general, quien mantenga una comunicación constante con la gerencia de producción para planificar un mantenimiento adecuado. También tiene bajo su cargo al personal de mantenimiento externo que llega a la planta.

Aparte del Jefe de mantenimiento se tiene al **mecánico general** quien debe tener los conocimientos básicos de mecánica y electricidad. Es el encargado de ejecutar los

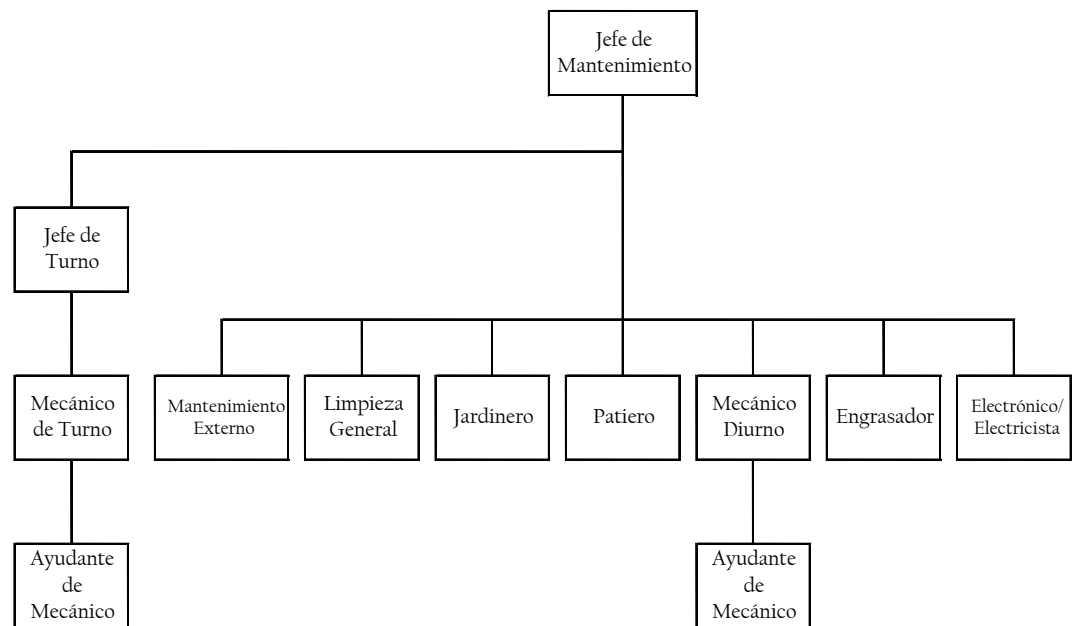
trabajos programados de mantenimiento así como los que ordene el jefe del departamento, para el efecto debe tener un **ayudante**.

También es conveniente tener dentro del departamento de Mantenimiento un **engrasador**, es decir la persona encargada de engrasar toda la maquinaria y equipo de la planta. Así mismo se debe contar con un **técnico eléctrico y electrónico** o una persona con conocimientos de electricidad y electrónica, para así poder darle mantenimiento a los equipos electrónicos y eléctricos que la empresa posee.

Para la empresa en estudio, se determinó; basándose en el tamaño de la misma y la forma del mantenimiento, que el personal requerido para el Departamento de Mantenimiento es de 03 mecánicos diurnos con sus ayudantes, 03 mecánicos de turno con sus ayudantes (uno para cada turno), 01 engrasador, 01 técnico eléctrico o electrónico, 06 personas para limpieza general de la fábrica, 02 para el jardín y el patio.

A continuación, en la figura 1, se presenta el organigrama propuesto del departamento de Mantenimiento, para la empresa en estudio.

Figura 1. Organigrama propuesto para el departamento de Mantenimiento



## 4.2. Diseño de fichas de control

Una ficha u hoja de control sirve para llevar información sobre la maquinaria o equipo de la empresas así como de los trabajos realizados en las mismas, dicha información interesa al departamento de mantenimiento para establecer si se están cumpliendo con los objetivos trazados y en caso contrario determinar medidas correctivas.

### 4.2.1. Para un equipo

Es una ficha que lleva un resumen de datos técnicos que interesen del equipo; dichos datos consisten en: nombre de la empresa, nombre de la maquinaria o equipo, localización, código o registro, área, serie, modelo, motor, potencia, número de rpm, lubricante, cantidad de lubricante, etc.

En la figura 2 se muestra un modelo de una ficha de control para un equipo o maquinaria.

### 4.2.2. Para una orden de trabajo

Esta ficha esta diseñada para suministrar información necesaria para programar el mantenimiento, contiene información sobre el solicitante, departamento, área, equipo a reparar, urgencia, descripción del trabajo solicitado y realizado, etc.

Además, al concluir el trabajo, provee de información sobre los materiales y mano de obra utilizados, así como también la incidencia que tiene el trabajo efectuado sobre la producción y aspectos importantes concernientes a la reparación realizada.



En la figura 3, se muestra un modelo de una ficha de control para una orden de trabajo.

#### **4.2.3. Para una inspección**

Teniendo en cuenta la importancia de las inspecciones o visitas en un programa de mantenimiento preventivo, la ficha de control para una inspección debe ser diseñada basándose en la maquinaria existente y de acuerdo a las especificaciones del proveedor para hacer más efectiva y al mismo tiempo facilitar la tarea del inspector de mantenimiento.

La ficha u hoja para una inspección debe contener los puntos más importantes que se deben revisar en una maquinaria o equipo, por ejemplo: nivel de lubricante, cojinetes, fajas, acoples, poleas, retenedores, ejes, ruidos, etc.

En la figura 4, se muestra un modelo de una ficha de control para una inspección o visita.

#### **4.2.4. Para un control de órdenes de trabajo**

Esta ficha sirve para anotar las órdenes de trabajo que se reciben en el departamento de Mantenimiento con el propósito de programar el mismo, según prioridades y al mismo tiempo verificar que se realicen todas las órdenes recibidas y el tiempo utilizado para realizar dicha orden, ya que con esto se puede reasignar de una manera más eficientemente las tareas al personal de mantenimiento.

En la figura 5, se muestra un modelo de una ficha para llevar un control sobre las órdenes de trabajo.

#### **4.2.5. Para un reporte de actividades**

La ficha de control sobre un reporte de actividades contiene información sobre el trabajador, tipo de tarea realizada, tiempo utilizado, tiempo asignado, etc.

Esta ficha permite además llevar un control sobre la eficiencia de cada uno de los miembros del personal de mantenimiento en el cumplimiento de sus tareas asignadas.

En la figura 6, se muestra un modelo de una ficha de control para un reporte de actividades.

#### **4.2.6. Para un historial del equipo**

La ficha de control para el historial de un equipo, es básicamente la biografía del mismo, acá se anotan todos los problemas y las reparaciones que se le han hecho al equipo o maquinaria, desde el momento de su instalación. Además de asentar las reparaciones realizadas, se debe anotar las modificaciones o mejoras en el diseño original de la máquina o equipo.

Esta ficha proporciona información acerca de la fecha y tipo de reparación efectuada, cantidad y tipo de repuestos usados, tiempo utilizado para la reparación, etc.

En la figura 7, se muestra un modelo de una ficha de control para el historial de un equipo o maquinaria.

## 5. SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA PROPUESTO

### 5.1. Seguimiento

Para el seguimiento del programa de mantenimiento propuesto se deben hacer revisiones periódicas del mismo basándose en los resultados de las técnicas de control las cuales pueden ser encuestas, entrevistas, supervisión directa y pruebas, entre otras.

Las **encuestas** consisten en una serie de preguntas relacionadas al desempeño de una maquinaria o equipo:

- Nombre del operador
- Fecha de realización de la encuesta
- Ubicación de la maquinaria o equipo reparado
- Nombre de quien hizo la reparación
- Tiempo empleado en hacer la reparación
- Que reparación hizo en la maquinaria o equipo
- Observaciones

En tanto que las **entrevistas** son una serie de preguntas similares, a las de las encuestas, pero con la diferencia, que estas se hacen de forma personal, es decir, que si se va a evaluar a la persona que realizó la inspección o reparación se realizará con él directamente.

La técnica de **supervisión directa** es un buen método de evaluar el desempeño y consiste en supervisar una reparación en particular y verificar la forma de realizar la misma por parte del personal de mantenimiento.

Otra técnica de control son las **pruebas** y se refiere a hacer una especie de prueba piloto en cualquier maquinaria y determinar si la forma en que se realiza esta dentro de los parámetros del presente documento.

Una vez implementado el programa de mantenimiento propuesto debe ser controlado periódicamente por parte de la Gerencia General y además comprobar en qué proporción se está alcanzando los objetivos para los cuales ha sido establecido.

Con la ayuda de cualquiera de las técnicas de control descritas en la sección anterior se puede actualizar constantemente el sistema y no caer en un documento obsoleto. Para la empresa en estudio se cree conveniente usar el método de supervisión directa, ya que es del que mejor resultados se obtendría.

Es aconsejable que se realice un seguimiento constante, es decir que una de las técnicas de control debe realizarse cada dos o tres meses, para que así se pueda llevar una valoración numérica de un año completo, es decir tener el total de reparaciones realizadas, determinando con esto la eficiencia con que se está haciendo el mantenimiento preventivo.

Para la Gerencia de General, se considera conveniente la distribución inicial de ejemplares al departamento de Mantenimiento, departamento de Producción, Jefes de turno, personal de mantenimiento de turno.

## 5.2. Revisión

La revisión es una parte vital para la utilización de este documento, ya que es a través de ésta que se determinará si es factible seguir dándole un seguimiento o caer en un documento obsoleto.

Es importante que la Gerencia General dedique un tiempo a actualizar ésta propuesta por lo menos una vez al año. También se debe observar eficazmente las acciones descritas en el programa propuesto para mantenerlas dentro de los límites señalados.

Para la actualización se debe tomar en cuenta el resultado de la valoración numérica realizada durante el año, además de ciertos aspectos como: qué y cómo se ha venido haciendo, y si desde la entrada en vigencia del presente documento se han observado cambios positivos en la forma de realizar el mantenimiento en la planta.

Cuando sea preciso realizar un cambio, ya sea quitar o agregar información, se debe controlar si las propuestas coinciden con las políticas de la empresa, en lo referente al mantenimiento preventivo.

La revisión del programa propuesto debe realizarla la Gerencia General conjuntamente con el departamento de Mantenimiento.

## CONCLUSIONES

1. La empresa en estudio no contaba con un programa de mantenimiento preventivo adecuado a las necesidades de la misma, aumentando los costos de mantenimiento.
2. Con el programa propuesto el mantenimiento de la planta de café soluble se distribuyó entre el personal de mantenimiento diurno y el de turno, ahorrando tiempo y bajando costos en hacer un trabajo de reparación.
3. Con el uso de las fichas de control el mantenimiento es más eficiente, ya que se lleva un historial de las reparaciones efectuadas en la maquinaria o equipo que la empresa posee, dicho control se facilita cuando se tiene el manual del fabricante.
4. Con el uso de éste programa, en el área de extracción se redujo los taponamientos en las tuberías de transferencia de extracto y agua, así como también en los intercambiadores de calor.

## RECOMENDACIONES

1. Que la Gerencia General verifique la factibilidad de contratación del responsable del departamento de Mantenimiento, para hacer eficiente la tarea de mantenimiento en la planta de café soluble.
2. Que el encargado del departamento de Mantenimiento controle cualquier trabajo realizado en cada máquina o equipo; haciendo uso de las fichas de control descritas en este documento.
3. Que el departamento de Mantenimiento se independice de la bodega de repuestos (almacén) sobre todo a lo relacionado con reparaciones externas y repuestos de carácter urgente, evitando así demoras en las requisiciones y entregas, ya que las mismas se harían directamente en el departamento de Mantenimiento.
4. Que el departamento de Mantenimiento conjuntamente con la Gerencia General y el departamento de Producción efectúen reuniones periódicas con el propósito de plantear cambios o corregir los errores que se tuvieran, una vez implantado el programa propuesto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Benítez de León, Guillermo Alberto. Implantación de un programa de mantenimiento a una fabrica de ruedas abrasivas en Guatemala. Tesis de ingeniero mecánico industrial. Guatemala: Universidad de San Carlos. Facultad de Ingeniería. 1981.
2. López López, Walter Arcadio. Programa de mantenimiento preventivo para los equipos de lavandería y cocina del hospital Roosevelt. Tesis de ingeniero mecánico. Guatemala: Universidad de San Carlos. Facultad de Ingeniería. 1992.
3. Meza Yela, Ramón Rafael. Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la industria de fibro-cemento. Tesis de ingeniero mecánico industrial. Guatemala: Universidad de San Carlos. Facultad de Ingeniería. 1980.
4. Pintauro, Nicholas. *Soluble coffee manufacturing processes*. Noyes Development Corporation. USA. 1969.
5. Wark, Kenneth Jr. *Termodinámica*. 5ta. Edición. Tr. José Luis Torres. México: Editorial McGraw-Hill. 1995.



## APÉNDICE

Figura 2. Ficha de control para un equipo

EMPRESA	HOJA DE CONTROL PARA UN EQUIPO	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
NÚMERO DE REGISTRO:		
NOMBRE DEL EQUIPO:		
LOCALIZACIÓN:		
ÁREA O DEPARTAMENTO:		
MARCA:		
SERIE:		
MODELO:		
MOTOR:		
POTENCIA:		
VOLTAJE:		
RPM:		
LUBRICANTE:		
CANTIDAD DE LUBRICANTE:		
FECHA DE INSTALACIÓN:		
OBSERVACIONES:		

Figura 3. Ficha de control para una orden de trabajo

EMPRESA	HOJA DE ORDEN DE TRABAJO	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
FECHA:	NÚMERO DE ORDEN:	
Solicitante:	Área o Departamento:	
Nombre del Equipo:	RUTINA <input type="checkbox"/>	URGENTE <input type="checkbox"/>
TRABAJO SOLICITADO:		
Hora de Inicio:	Fecha:	Tiempo Asignado: hrs.
		Tiempo Utilizado: hrs.
TRABAJO REALIZADO:		
REPUESTOS UTILIZADOS:		
Trabajo realizado por :		Ayudante:
HUBO PARO DEL EQUIPO:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
REVISADO Y APROBADO POR:		
OBSERVACIONES:		





Figura 6. Ficha de control una un reporte de actividades

EMPRESA		HOJA DE REPORTE DE ACTIVIDADES SEMANALES		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
SEMANA DEL DE AL DE DE 2,00 .					
Nombre del trabajador:				Puesto:	
FECHA	No. ORDEN	TRABAJO REALIZADO	TIEMPO ASIGNADO	TIEMPO REAL	OBSERVACIONES
PERMISOS F = Faltó P = Personal I = IGSS E = Enfermedad S = Sindical		OBSERVACIONES:			

Figura 7. Ficha de control para un historial del equipo

EMPRESA		HOJA DE HISTORIAL DE UN EQUIPO			DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
NOMBRE DEL EQUIPO:				NÚMERO DE REGISTRO:		
LOCALIZACIÓN:				ÁREA O DEPARTAMENTO:		
FECHA	No. ORDEN	DESCRIPCIÓN DE LA REPARACIÓN EFECTUADA	REPUESTOS UTILIZADOS			TIEMPO UTILIZADO
			CANTIDAD	NOMBRE	CÓDIGO	
OBSERVACIONES:						