

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA**  
**Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí**  
**UNAN- Managua/ FAREM- Estelí**  
**Recinto Leonel Rugama Rugama**



**ARTÍCULO CIENTÍFICO**

Importancia de un plan de mantenimiento preventivo para Exportadora  
ATLANTIC S.A, Beneficio seco Condega en el II Semestre 2016

**Integrantes:**

- ✓ Santos Raquel Montenegro Martínez
- ✓ Raquel Idania Velásquez Meza
- ✓ Josseline Madeline Pérez Gutiérrez

**Tutor:**

- ✓ MSc. Wilfredo Van de Velde

**Año y Carrera:**

V año de Ingeniería Industrial y de Sistemas

**Diciembre, 2016**

## **INTRODUCCIÓN**

El presente artículo hace referencia a la importancia que tiene la planificación del mantenimiento preventivo dentro de la empresa para garantizar el mejoramiento continuo, mayor productividad, calidad y la buena conservación de los equipos y maquinarias.

La naturaleza del mantenimiento preventivo es disminuir el número de fallas que presenta un sistema o equipo en un periodo determinado, con el fin de hacerlo más eficiente y prolongar su vida útil; además, este tipo de mantenimiento busca disminuir la frecuencia de realización de actividades correctivas, las que siempre han representado mayores costos para las empresas.

Es así que se ha conocido la necesidad de contribuir con el desarrollo de una empresa que requiere de la creación de un manual de mantenimiento, pues la inexistente planeación de actividades preventivas y el poco conocimiento de las técnicas y fundamentos no han permitido que en Exportadora ATLANTIC S.A, se gestione adecuadamente las actividades de Mantenimiento.

Con la elaboración de éste plan de mantenimiento permitirá evitar las consecuencias de los fallos de las maquinarias, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. También contribuirá a aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, llevando a cabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones programadas de las posibles fallas que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de los equipos y maquinarias. Además, se reducirán los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales debido al trabajo de optimización de las operaciones de mantenimiento y la disminución de las reparaciones por fallo imprevisto. También se mejorarán las condiciones de seguridad de los operarios de las máquinas y equipos

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización de la Investigación**

Esta investigación se realizó en las instalaciones de Exportadora Atlantic S.A, beneficio seco de Condega, localizado en el kilómetro 186 Carretera Panamericana Norte en el municipio de Condega, siendo su posición geográfica la siguiente: 13° 21´ latitud norte y 86° 23"longitud oeste, tiene una altitud de 560.91 metros sobre el nivel del mar, municipio de Estelí.

### **Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo cuantitativa- cualitativa. Cuantitativa porque abordamos aspectos económicos que determinaron los beneficios de la implementación de la prevención en lugar de la corrección en cuanto al mantenimiento. Y cualitativa porque tomamos como punto guía las características, disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria.

Según el objetivo y el método de abordaje del problema, se considera de tipo descriptivo debido a que describirá los procesos que se llevan a cabo dentro del proceso de producción y el mantenimiento industrial que amerita cada maquinaria de la empresa.

### **Población y Muestra**

#### **Población**

En el presente trabajo tomamos como población Exportadora Atlantic; S.A.

#### **Muestra**

Como Exportadora Atlantic es una empresa grande, tomamos como muestra al total de trabajadores del área de secado mecánico que son 10, ya que en esta queríamos realizar un diagnóstico de los conocimientos que ellos tenían acerca del mantenimiento que se les brindaba a las máquinas.

**Nota:**

Para realizar el cálculo de la muestra aplicamos una fórmula estadística de tamaño de la muestra.

<b>TAMAÑO POBLACION</b>	<b>N</b>	<b>10</b>
<b>NIVEL DE CONFIANZA</b>	<b>Z</b>	<b>95%</b>
<b>PROBABILIDAD ÉXITO</b>	<b>P</b>	<b>50%</b>
<b>PROBABILIDAD FRACASO</b>	<b>Q</b>	<b>50%</b>
<b>ERROR MÁXIMO</b>	<b>D</b>	<b>10%</b>

**FORMULA**

<b>n=</b>	$(N * Z^2) * (P * Q)$
	$[ D^2 * (N-1) ] + ( Z^2 * P * Q)$

<b>TAMAÑO POBLACIÓN</b>	<b>N</b>	<b>10</b>
	<b>N-1</b>	<b>9</b>
<b>NIVEL DE CONFIANZA</b>	<b>Z</b>	<b>1.96</b>
<b>NIVEL DE CONFIANZA CUAD</b>	<b>Z<sup>2</sup></b>	<b>3.84</b>
<b>PROBABILIDAD ÉXITO</b>	<b>P</b>	<b>0.5</b>
<b>PROBABILIDAD FRACASO</b>	<b>Q</b>	<b>0.5</b>
<b>ERROR MÁXIMO</b>	<b>D</b>	<b>0.1</b>
<b>ERROR MÁXIMO CUADRADO</b>	<b>D<sup>2</sup></b>	<b>0.01</b>

**RESULTADOS**

<b>n=</b>	<b>9.60</b>	<b>9</b>
	<b>1.05</b>	

La investigación se realizó directamente en el campo de aplicación para desarrollar mejor las mediciones de tiempo y funcionamiento necesarias en las máquinas y trabajar de la mano con el personal a cargo del mantenimiento de estas. Los pasos a desarrollar en la investigación para el cumplimiento de los objetivos propuestos son los siguientes:

1. Observación directa en las actividades de mantenimiento de la máquina secadora de café tipo Guardiola.
2. Recopilación de la información, revisión bibliográfica de los manuales de la máquina, fichas técnicas, hojas de vida.
3. Diseño de una propuesta de plan de mantenimiento preventivo.
4. Comparación con estudios anteriores realizados en la universidad.

## Cronograma de Actividades

Nº	Actividad	Objetivo	Fecha	Recursos	Observación
1	Redacción del protocolo de investigación	Determinar las metas y acciones a tomar para la realización de la investigación	20/06/2016	Recursos humanos Lluvia de ideas Bibliografía Computadoras	
2	Primera visita a Exportadora Atlantic, S.A. Beneficio Condega	Evaluar propuesta con el gerente general y el técnico de mantenimiento	11/07/2016	Recursos humanos	
3	Revisión del protocolo y corrección del mismo	Revisar avance del proceso investigativo y documentación del mismo	15/07/2016	Recursos humanos Data Show Computadora	
4	Implementación de encuestas y guía de observación	Recolectar información necesaria para el proceso investigativo	17/08/2016	Recursos humanos Hojas y lapiceros	
5	Mediciones de tiempo de trabajo de las máquinas y técnicos	Analizar los tiempos de trabajo de las máquinas como parte de un plan central de mantenimiento preventivo	17/08/2016	Reloj Cuadernos y lápiz Recursos humanos Historial de máquinas	
6	Evaluación de los resultados obtenidos en las encuestas y mediciones	Recolectar información obtenida de las mediciones a las máquinas secadoras y las encuestas y guías realizadas	06/10/2016	Computadora Anotaciones Microsoft Office Work Microsoft Office Excel Recursos humanos	
7	Redacción del plan de mantenimiento	Plasmar en un documento los procedimientos necesarios para un proceso de mantenimiento	24/11/2016	Computadora Microsoft Office Work Bibliografía manuales de fábrica	
8	Revisión previa del documento final	Evaluar el diseño y desarrollo del documento	16/11/2016	Cuadernos Computadora	
9	Presentación del documento final	Presentar resultados obtenidos en nuestra investigación	18/11/2016	Data show Microsoft Office Power Pont	
10	Correcciones finales y entrega del trabajo final	Realizar correcciones finales al trabajo para su entrega final	28/11/2016	Computadora Recursos humanos	

## **Técnicas de recolección de la información**

### **Fuentes primarias**

Como fuentes primarias, utilizamos la encuesta de tipo cerrada y la guía de observación que nos permitieron interactuar con el personal del área de secado para obtener una información más a fondo y detallada.

### **Fuentes Secundarias**

Como fuente secundaria utilizamos la consulta de manuales, fichas técnicas, trabajos realizados con anterioridad en la FAREM, documentales e internet; de esta forma obtuvimos la información necesaria que nos dieron a conocer la importancia del por qué es necesario la realización del mantenimiento preventivo que nos ayudaron en el diseño del plan de mantenimiento.

### **Plan de Análisis**

Los datos obtenidos de la encuesta se procesaron en EXCEL en el cual se obtuvieron gráficos que nos permitieron comprender mejor los datos, estos resultados nos permitieron conocer las opiniones que tienen los trabajadores del área de secado mecánico a cerca del mantenimiento.

A la guía de observación se le realizó un análisis de los resultados obtenidos.

## ANÁLISIS FODA

	Fortalezas	Debilidades
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deseo de mejoramiento</li> <li>• Apoyo de alta gerencia</li> <li>• Personal de experiencia y conocimiento.</li> <li>• Herramientas adecuadas</li> <li>• Algunos operarios conocen bien su equipo,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramienta en malestado</li> <li>• Equipos muy antiguos.</li> <li>• Poca señalización</li> <li>• Poco mantenimiento a las máquinas-herramientas</li> <li>• Localización del departamento</li> <li>• Poca planificación</li> <li>• Falta de normas y lineamientos</li> <li>• Escaso control del mantenimiento</li> <li>• Falta de un adecuado Stock de repuestos.</li> <li>• Falta de algunos equipos especiales</li> <li>• Falta de documentación (Registro)</li> <li>• Falta de coordinación</li> <li>• Poco personal de mantenimiento</li> </ul>
<p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación</li> <li>• Nuevas metodologías</li> <li>• Outsourcing</li> <li>• Mejorar equipamiento</li> <li>• Empowerment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar programa de capacitación</li> <li>• Mejorar los métodos de mantenimiento como por</li> <li>• Delegar a los trabajadores la autoridad de realizar</li> </ul>	<p>Con las nuevas metodologías se puede crear planes para elaborar normas y lineamientos para el funcionamiento, así como una mejor planificación y crear planes de registro y control. Se pueden crear propuestas para equipamiento. También subcontratar a empresas para realizar mantenimiento que dentro de la empresa sería muy costos llevarlos a cabo.</p>
<p><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asignación de escasos</li> <li>• Poca colaboración de otros</li> <li>• Negligencia para el manejo de equipo y reporte.</li> </ul>	<p>Con un deseo de mejoramiento poder exponer a otros departamentos los planes y mejoramientos para que éstos se involucren y cooperen con los nuevos planes, así como exponiendo las nuevas metodologías y los beneficios para la empresa llevando un control presupuestario.</p>	<p>Se debe de contar con una adecuada planificación, tomando en cuenta el registro y control para que se mantenga la confiabilidad y necesidad de contar con un presupuesto adecuado. Al llevar una buena coordinación los demás departamentos se verán comprometidos a colaborar y a mejorar cada una de sus unidades, dentro de la planificación se incentivará y motivará al personal operativo y de mantenimiento para ejecutar las actividades de una mejor manera y con un mejor estado de ánimo.</p>

## **ANÁLISIS DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN**

### **Higiene**

Según la guía de observación aplicada en la empresa Exportadora Atlantic; S.A, de acuerdo a las instalaciones, al iniciar el día laboral no se realiza limpieza detallada de la máquina y durante la producción se acumulan residuos de cascarillas producto de la actividad de secado.

### **Equipos de protección personal**

De acuerdo a la variable Seguridad, la empresa proporciona equipos de protección personal adecuada y eficaz.

### **Conservación y Mantenimiento**

En cuanto a la variable de Conservación y Mantenimiento, no se le brinda limpieza periódicamente a las máquinas, solo se le da mantenimiento cuando la máquina realiza paradas en la producción o cuando hay que cambiar una pieza.

### **Causas Posibles**

Las máquinas presentan fallas debido a que no son engrasadas o lubricadas, recalentamiento de los motores, balineras desgastadas, etc.

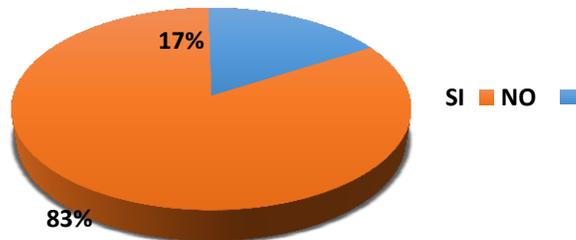
### **Formación**

El personal no está altamente capacitado para manejar la máquina, debido a que cada temporada se cambia el personal.

## ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

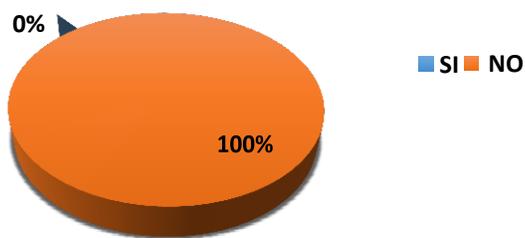
En la encuesta realizada a los trabajadores del área de secado mecánico respecto al mantenimiento de las máquinas se obtuvieron los siguientes resultados:

### ¿Se conoce el programa de mantenimiento preventivo?



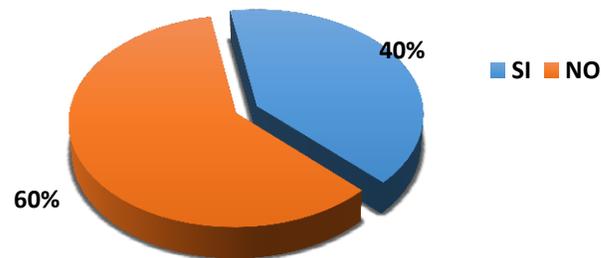
En esta primera pregunta de la encuesta obtuvimos que el 83% de los trabajadores consultados opinó que no se conoce el programa de mantenimiento preventivo y un 17% opinó que si se conoce.

### ¿Se informa sobre visitas destinadas al mantenimiento preventivo con anticipación?



Claramente podemos observar que la mayoría de los consultados opinaron que no se les informa sobre visitas destinadas al mantenimiento preventivo con anticipación.

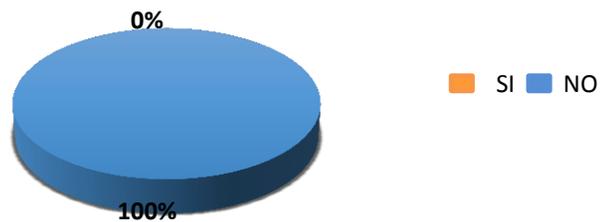
**¿Se involucra al operador de las tareas de mantenimiento preventivo y/o correctivo?**



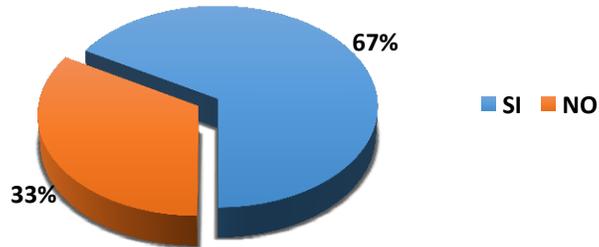
El 60% de los encuestados respondieron que no se involucra al operador de las tareas de mantenimiento preventivo o correctivo. Un 40% respondió que si se les involucra.

Del total de encuestados obtuvimos que el 100% de ellos consideran que la introducción del mantenimiento preventivo puede disminuir el número de fallas en las maquinarias.

**¿Considera que la introducción al mantto. preventivo puede disminuir el número de fallas en las maquinarias?**

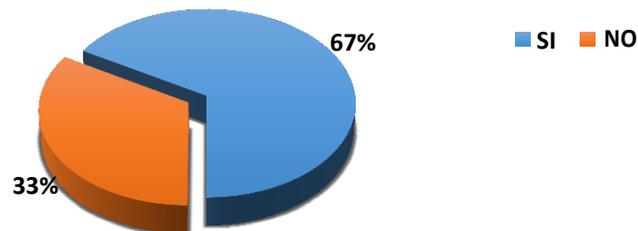


**¿En caso de falla en una maquinaria, el tiempo que transcurre desde que se comunica la falla hasta que el equipo es atendido es satisfactorio?**



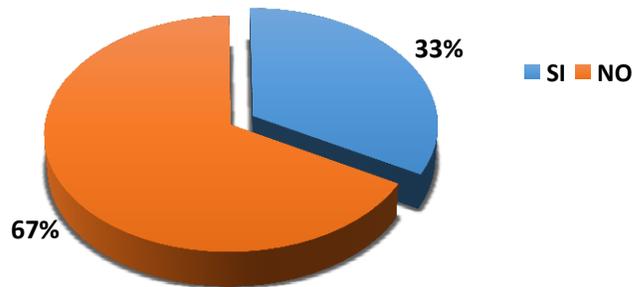
Los encuestados opinaron en su mayoría que el tiempo de respuesta ante una maquinaria con falla hasta que es que atendida es satisfactorio. El 33% dijo que el tiempo de respuesta no es realmente satisfactorio

**¿Considera que hay deficiencias en la operación de maquinarias que podrían ser superadas a través de capacitaciones?**



En esta se ve reflejado que hay deficiencias en la operaciones de maquinarias que podrían ser superadas a través de capacitaciones, el 67% dijo que si, el 33% dijo que no había deficiencias.

## ¿Se da educación con respecto a la operación de las maquinarias y sus riesgos?



Un 67% de los encuestados opinaron que no se les da educación para operar la maquinaria y sus riesgos y un 33% de los encuestados dicen que se les dio educación para poder operarlas

### FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO EN ATLANTIC S.A

#### De manera matemática:

El intervalo entre inspecciones predictivas será directamente proporcional a tres factores:

$$I = C * F * A$$

Dónde:

**C:** El factor de costo

**F:** El factor de falla

**A:** El factor de ajuste

#### a) Factor de costos

Se define como factor costo, el costo de una inspección predictiva dividido entre el costo en que se incurre por no detectar la falla.

La relación del factor de costo es la siguiente:

$$C = \frac{C_i}{C_f}$$

**Dónde:**

**Ci:** Es el costo de una inspección predictiva (en unidades monetarias).

**Cf:** Es el costo en que se incurre por no detectar la falla (en unidades monetarias)

### **b) Factor de fallas**

Se define como factor de falla la cantidad de fallas que pueden detectarse con la inspección predictiva dividida ente la rata de fallas.

La relación del factor falla es la siguiente:

$$F = \frac{Fi}{\lambda}$$

**Dónde:**

**Fi:** Cantidad de modos de falla que pueden ser detectados utilizando la tecnología predictiva (expresada en fallas por inspección)

**$\lambda$ :** Rata de fallas presentadas por el equipo, y que además, podrían ser detectadas por la tecnología predictiva a ser aplicada. (Expresada en fallas por año)

### **c) Factor de ajustes**

Una vez calculado el producto entre el factor de costo y el factor de falla, se procede a multiplicarlo por un factor de ajuste, el cual, estará basado en la probabilidad de ocurrencia de más de 0 fallas en un año utilizando la distribución acumulativa de Poisson con media igual a  $\lambda$  (rata de fallas expresadas como fallas por año).

La probabilidad de ocurrencia de más de cero fallas se expresa como:

$$1 - P(0, \lambda) = 1 - e^{-\lambda}$$

Dónde  $P(0, \lambda)$  es la función de distribución acumulativa de Poisson para un valor de ocurrencia 0 y media  $\lambda$ .

Así, el factor de ajuste será igual a:

$$A = -\ln(1 - e^{-\lambda})$$

Nótese que el factor de ajuste es un número adimensional.

$$I = -\frac{Ci * Fi}{Cf * \lambda} * \ln(1 - e^{-\lambda})$$

### Indicadores de Control

La rata de fallas será aplicada 1 vez cada 3 años con un coste de inspección de U\$ 20.00 y un coste de no posibilidad de detectar falla de U\$ 5,000, calculando 5 fallas por inspección.

Para calcular la frecuencia de mantenimiento tenemos:

### Factor de Costos

$$C = \frac{Ci}{Cf} \quad \text{Sustituyendo valores}$$

$$C = \frac{U\$20.00}{U\$5,000.00} = U\$0.016$$

### Factor de Falla

$$F = \frac{Fi}{\lambda}$$

Sustituyendo valores

$$F = \frac{5 \text{ fallas por inspección}}{0.333 \text{ fallas por año}} = U\$15.01 \text{ inspección/año}$$

### Factor de ajuste

$$A = -\ln(1 - e^{-\lambda}) \quad \text{Sustituyendo valores}$$

$$A = -\ln(1 - e^{-(0.333)}) = 1.26 \text{ inspección/año}$$

### Inspecciones

$$I = C * F * A$$

$$I = (U\$0.004) * \left(15.01 \frac{\text{inspección}}{\text{año}}\right) * \left(1.26 \frac{\text{inspección}}{\text{año}}\right)$$

$$I = 0.0756$$

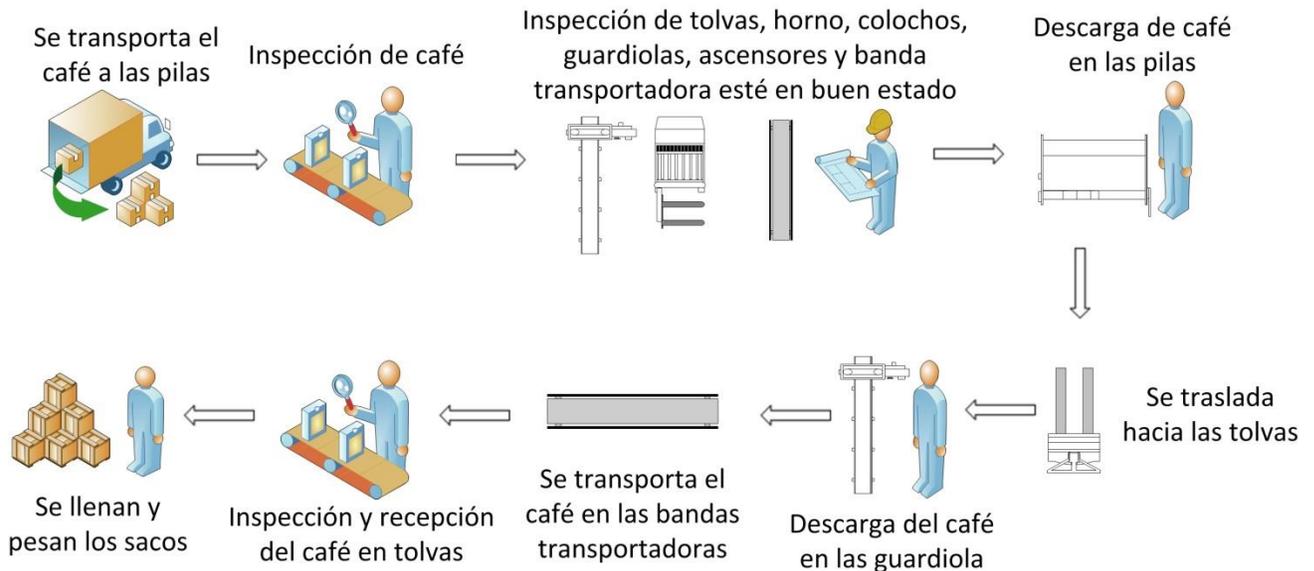
Si queremos calcular la frecuencia de inspección (f), solo debemos calcular el inverso del intervalo de inspección.

$$f = \frac{1}{0.0756}$$

$$f = 13.22$$

*veces por año, por lo cual se aproxima a una inspección al mes*

## PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE SECADO MECÁNICO



### Secado de Café en forma natural (Secado al Sol)

El café después de la clasificación en el canal de correteo, contiene un porcentaje de humedad del 50%. Sin embargo, para efectos de almacenarlo, comercializarlo y trillarlo es necesario rebajar su humedad a un rango de 11% - 12%.

El secamiento al sol en patios es el método clásico, sobre todo para secamiento del café de calidad. Debido a que es un proceso de secado lento y natural, proporciona una buena apariencia física al grano (color del pergamino y almendra) y mantiene la calidad de la bebida.

La práctica inicia con:

- ✓ la recepción del café por jefes de patios. Cada jefe inspecciona que patios están libres para proceder a descargar el café.
- ✓ Una vez que el café es descargado, se extiende inicialmente en capas delgadas y posteriormente se procede a agrandar el espesor de éstas.

Esto se continúa realizando conforme avanza el secamiento después se realiza la división según la calidad y humedad de la siguiente manera:

<b>Humedad</b>	<b>Calidad</b>
Medio Seco: 22% – 35%	Primera: 0% - 19% Impurezas
Oreado: 36% – 42%	Maragotype: 0% - 5% (A), 6 - 10% (B), 11 - 19% (C)
Húmedo: 43% – 49%	Segundas: 20% - 30% Impurezas
Mojado: 50.00% a más	Brozas: 31% en adelante

- ✓ Seguidamente, emprende el proceso de secado al sol que está en remoción constante para acelerar y emparejar el grado de secamiento que aproximadamente dura de cuatro a cinco días, esto en dependencia del lote y la humedad con la que entre el café al beneficio. El movimiento de volteo de café en los patios se hace con rastrillos, y se usan palas para el amontonamiento.

El responsable de cada patio se encarga de tomar el porcentaje de humedad constantemente con el objetivo de inspeccionar que oscile entre 20% - 42% que es lo óptimo para que el grano sea trasladado a báscula y posteriormente al área de secado mecánico.

✓ **Secado de café de forma mecánica (A través de Guardiola)**

El secado mecánico consiste en hacer pasar una corriente de aire impulsada por un abanico a través de la masa del grano. El aire puede estar a una temperatura no mayor a los 65 °C para no poner en riesgo la calidad del grano. Luego del proceso de secado en patio, la humedad del grano oscila entre 20% - 42% (oreado, medio seco y pre seco). En estas condiciones la calidad del grano puede deteriorarse pues fácilmente puede darse una sobre fermentación. Esta fase se caracteriza por ser más difícil la remoción de la humedad, pues debe de ser un secado lento para alcanzar humedad entre el 11% y 12%.

El movimiento del grano también es importante para lograr un secado parejo y uniforme. La secadora Guardiola, está diseñada para lograr la uniformidad del secado por el movimiento giratorio constante de la misma.

La secadora Guardiola consta esencialmente de un tambor cilíndrico montado sobre un eje hueco por donde circula el aire caliente y de allí pasa al interior del tambor por medio de tubos radiales perforados y colocados opuestos dos a dos.

El tambor está dividido por tabiques longitudinales en cuatro compartimientos iguales, con ventanas para carga y descarga. En el interior del tambor se han soldado chapas con figuras y dobleces adecuados para revolver continuamente la masa que se está secando.

La superficie externa del tambor está completamente perforada para darle salida al aire usado y en los tabiques perpendiculares al eje van instaladas, en forma radial, piezas triangulares encargadas de evitar que el café se mantenga indefinidamente junto a los mismos. El tambor gira a razón de "dos vueltas por minuto.

Un ventilador o soplador de hojas múltiples que gira a velocidades de 1,100 a 2,500 R.P.M., aspira aire del ambiente y lo inyecta en un calorífero a vapor, montado sobre un horno que trabaja de 60 – 65 °C.

El área de secado mecánico consta de:

- ✓ 23 Guardiolas (Secadoras rotatorias para café). 11 ubicadas en el tren № 1 y 12 en el tren № 2.
- ✓ 3 hornos que proporcionan calor a las Guardiolas.
  - Horno 1: Guardiolas 1 – 10
  - Horno 2: Guardiolas 14 – 23
  - Horno 3: Guardiolas 11 - 13
- ✓ Tolvas de carga y descargue para café.
- ✓ Colocho
- ✓ Ascensores
- ✓ Banda transportadora
- ✓ 13 pilas

El responsable de pilas es el encargado de la recepción e inspección del café, detalla en que pila será descargado para posterior traslado a tolvas de carga.

El responsable del área de secado mecánico inspecciona que todo esté en óptimas condiciones.

La actividad inicia con la recepción de café en tolvas de cargue, para luego ser descargadas en Guardiola.

Emprende el proceso de secado en Guardiola que aproximadamente dura de 10 – 14 horas, esto en dependencia del porcentaje de humedad del grano.

El responsable de cada tren inspecciona la humedad cada 4 horas. Para esto:

- ✓ Saca una muestra de café de la Guardiola, que enfría durante 8 minutos.
- ✓ Una vez fría, pesa 175 g para determinar la humedad que debe oscilar entre 12% - 12.40%.

Cuando el grano del café está seco, se descarga de Guardiola a tolva de descargue para luego ser transportado por banda hacia área de evacuación de grano seco y se llena ticket de reporte diario de secado mecánico.

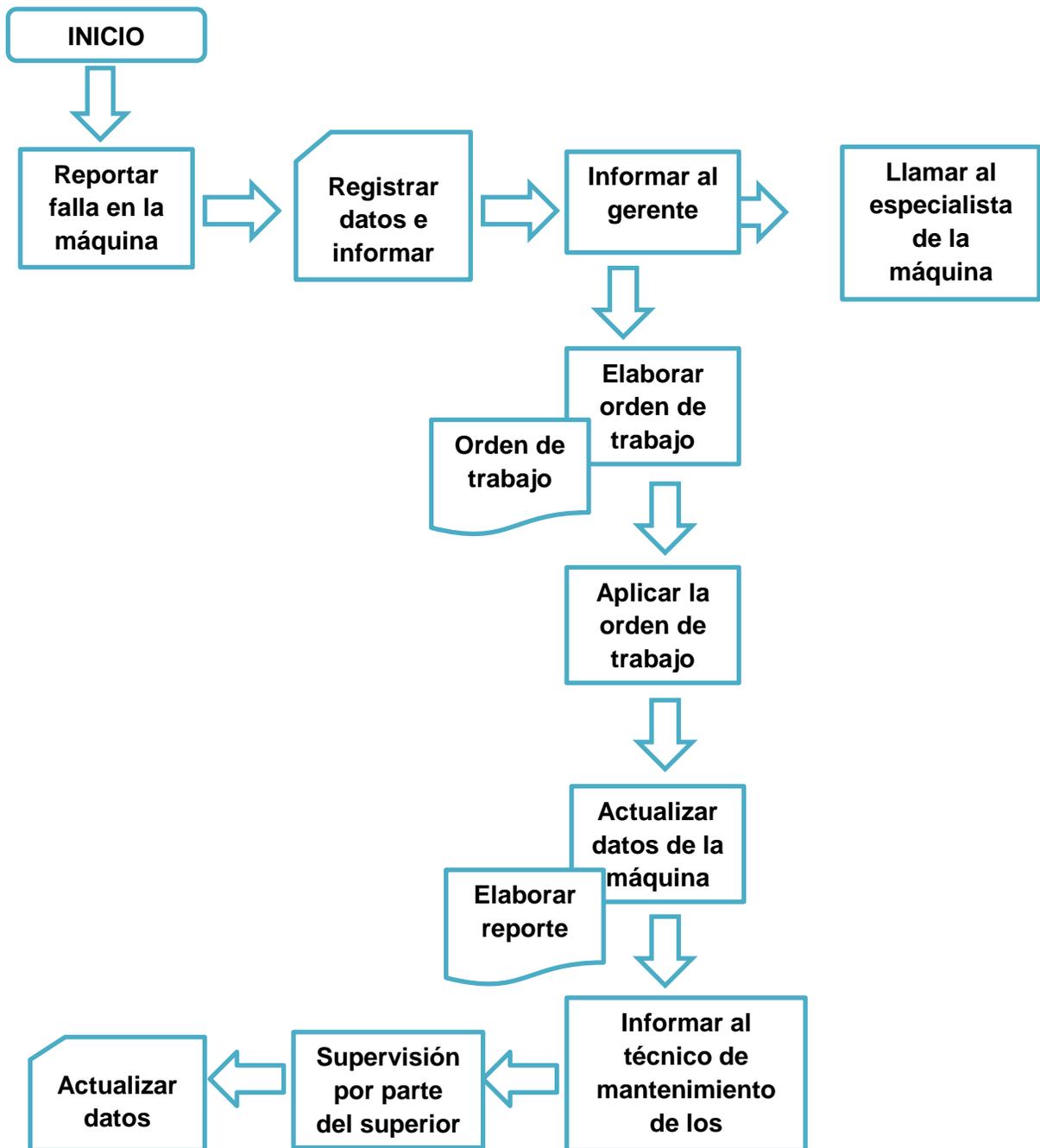
Una vez trasladado, el jefe del área de evacuación de grano seco hace la recepción en tolvas.

Se recolecta el grano en sacos con un peso de 42.60kg cada uno hasta completar un transfer.

Una vez terminado el transfer, elabora un consolidado que lo lleva a digitación para ingresarlo en base de datos en el que incluye el rendimiento del café; catación aplica taza de calidad.

Por último, el café seco es trasladado y almacenado en bodega.

## PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCIÓN DE FALLAS REPENTINAS



## **CONCLUSIONES**

Con la elaboración del plan de mantenimiento preventivo bien planificado en el área de secado mecánico, se podrán reducir los costos por personal y maquinaria ociosa, desperdicio de materiales, compra de repuestos innecesarios, incumplimiento de metas de producción, insatisfacción al cliente, baja productividad, alto costo y por consiguiente baja calidad en el producto.

A través de las rutinas de mantenimiento se podrán planificar el mantenimiento preventivo de las diferentes máquinas, estimando el tiempo en cada una de ellas como el momento oportuno para su ejecución, lo cual repercutirá a favor de los costos de la empresa, minimizando los costos de un mantenimiento correctivo, se podrá dirigir y controlar las actividades a realizar en el proceso de mantenimiento preventivo, por medio de estas rutinas se podrán detectar las posibles causas para evitar fallas futuras en las maquinarias, proporcionando una mayor vida útil de los repuestos o accesorios y de esta manera sustituyendo en mayor proporción al mantenimiento correctivo que de alguna manera actualmente se realiza en la empresa.

La implementación del software automatizará la planificación del mantenimiento registrando las fallas cuando surja un imprevisto o circunstancia a las que se deberán hacer frente y así tomar decisiones exactas; permitiendo al usuario vigilar constantemente el estado del equipo y realizando ajustes de manera fácil.

Por todo esto es de suma importancia implementar el plan de mantenimiento preventivo en cualquier maquinaria, para conseguir que éstos trabajen en perfectas condiciones con menos paradas inesperadas y menos tiempo de pérdida contribuyendo así a la mejor calidad de servicio y así alargar el tiempo de vida útil de las maquinarias.

## **RECOMENDACIONES**

La gerencia debe estar en constante coordinación con el taller de mantenimiento, el jefe de producción y los operarios, así como el personal administrativo involucrado directo e indirectamente en el mantenimiento, con el objetivo de familiarizarse con dichas actividades para un mejor funcionamiento.

Contar con una persona capacitada para la recopilación de la información, extensión y elaboración de las órdenes de trabajo y los diferentes formatos, así como el control e interpretación de datos, reportes a la alta gerencia, clasificar, ordenar y archivar la información adquirida, al cual será necesario elaborar un manual de funciones, con el objetivo de contar con un mantenimiento preventivo ordenado, sistemático y eficiente.

Poner en práctica la implementación de los formatos propuestos tales como: hojas de paro, historial de mantenimiento, fichas técnicas, requisiciones, con el objetivo de recopilar toda aquella información que servirá de base para la comparación de un mantenimiento actual versus un mantenimiento preventivo planificado e iniciando de esta manera las bases de este último.

Que, al momento de implementar el mantenimiento preventivo, se informe a todo el personal de la planta, capacitar a todo el personal involucrado en este proceso de mantenimiento preventivo como: operarios de maquinaria, jefe de producción, mecánicos, etc. con la finalidad de inducir y promover el apoyo de otras áreas para que la implementación del mantenimiento preventivo tenga éxito.

Que toda información recolectada a través de las diferentes formas sea veraz, objetiva y bien interpretadas tanto por el operario, programador y altas autoridades, dando de esta manera un programa confiable y capaz de solventar los posibles problemas que se presenten. Además, recolectar toda esta información, archivarla, con el propósito de crear el historial de cada máquina y/o equipo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Álvarez, G. S. (2009). *programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM. S.A. España.*
- Baldizón, J. J. (2010). *Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas.* México: Barcelona : Marcombo, 1998.
- Bena, J. M. (2009). *Guía para el responsable de la conservación de locales e instalaciones.* España: Madrid : Fundación Confemetal, 2009.
- C Vaughn, R. (2011). *Introducción a la ingeniería industrial.* Barcelona: Barcelona : Reverté, cop. 1988.
- Calemis Torres, R. C. (2015). *“Elaboración de una propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo para las centrales de aire acondicionado del Hospital San a Juan de Dios de la ciudad de Estelí”.* Estelí.
- Emma Moreno, C. M. (2015). *Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para una máquina.* Estelí, Nicaragua.
- Gómez, C. A. (2009). *Mantenimiento preventivo industrial.* Colombia: Print book : Español (spa) : Primera edición.
- Grijalba, W. R. (2003). *Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble.* Guatemala.
- Rafael Gasca, H. O. (2014). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa AGROANGEL.* Colombia.
- Rivera, C., & Rugama, M. P. (2007). *Propuesta de un modelo de mantenimiento para ser utilizado en empresas de beneficio de café.* El Salvador.
- Romero, M. M. (1989). *Mantenimiento Industrial.* En M. M. Romero, *Mantenimiento Industrial* (Segunda Edición ed., pág. 341). México, México: Compañía Editorial Continental S.A de C.V.
- Veras, H. A. (2009). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la industria de café Quetzal.* Guatemala.