

**GENERACIÓN DE PROCEDIMIENTO EN RELACIÓN CON  
LAS ETAPAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DESDE LA GESTIÓN  
DE ACTIVOS PARA LA PREVENCIÓN DE PARADAS EN UNA LÍNEA DE  
FABRICACIÓN DE DONUTS**

**ANDRÉS MANUEL MUÑOZ CARRILLO**

**ROLAND STID ROJAS RINCON**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES E.C.C.I.**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**FACULTAD DE POSGRADOS**

**BOGOTÁ**

**2014**

**GENERACIÓN DE PROCEDIMIENTO EN RELACIÓN CON  
LAS ETAPAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DESDE LA GESTIÓN  
DE ACTIVOS PARA LA PREVENCIÓN DE PARADAS EN UNA LÍNEA DE  
FABRICACIÓN DE DONUTS**

**ANDRES MANUEL MUÑOZ CARRILLO**

**ROLAND STID ROJAS RINCON**

**Proyecto de grado como requisito para optar al  
Título de Especialistas en Gerencia de Mantenimiento**

**Asesor:**

**ING. NELSON DARÍO ROJAS GONZÁLEZ  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES E.C.C.I.  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BOGOTÁ**

**2014**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

**Bogotá, Diciembre de 2014**

## **DEDICATORÍAS**

A mi familia que con su apoyo incondicional, siempre me acompaño en este proceso, los cuales creyeron en mis capacidades para llevar a cabo esta especialización

A la empresa donde laboro ya que con gran ayuda, me dieron la oportunidad de poder escoger un tema aplicado a los procesos que allí se desarrollan, para ser implementado en busca de mejorar continuamente

A mis docentes que me guiaron y me dieron los conocimientos educativos, necesarios para culminar esta especialización con éxito, y generar un solución a hacia un problema de la industria, que se empieza con una solución efectiva

**ROLAND ROJAS RINCÓN**

¡Un nuevo peldaño alcanzado!

Quiero dedicarlo en primer instancia a Jehová Dios, ya que siempre ha estado ahí presente en todos los momentos de mi vida, en los buenos pero sobretodo en los adversos.

A mis padres (Stella y Barac) por brindarme la vida y enseñarme día a día a ser mejor persona y un mejor profesional, inculcándome que en el camino de la vida se debe ser realista y siempre se debe buscar lo imposible con la convicción de que lo voy a lograr. Realmente no se imaginan cuanto los AMO.

A cada uno de los integrantes de mi familia y a mi novia “Mi pitufa” pues gracias ellos hoy soy quien soy.

A mis pocos pero valiosos amigos, en especial a Juan Tovar, por los chistes, consejos, apoyo y actitud de liderazgo ;).

Mil gracias a todos, este triunfo más que mío es para ustedes.

**ANDRÉS MANUEL MUÑOZ CARRILLO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios, por ser nuestro guía, iluminando siempre y en todo momento nuestros caminos para poder salir hacia adelante.

Damos agradecimientos a nuestras familias ya que sin su apoyo, nada de esto hubiese sido posible.

Agradecemos a la Universidad E.C.C.I por ser nuestra casa de estudio.

A los docentes Nelson Rojas y Miguel Ángel Urián, por ser parte fundamental de este logro, al brindarnos sus conocimientos y enseñanzas aplicados al presente trabajo de investigación.

A la empresa por permitirnos realizar nuestro trabajo de investigación en sus instalaciones.

**ANDRÉS MANUEL MUÑOZ CARRILLO**

**ROLAND ROJAS RINCÓN**

## CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>GLOSARIO .....</b>   | <b>13</b> |
| <b>RESUMEN.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>18</b> |
| <b>1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>                      | <b>19</b> |
| <b>2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>                        | <b>20</b> |
| <b>2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....</b>                      | <b>20</b> |
| <b>2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....</b>                     | <b>20</b> |
| <b>2.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>                   | <b>21</b> |
| <b>3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>                    | <b>22</b> |
| <b>3.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>                              | <b>22</b> |
| <b>3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>                         | <b>22</b> |
| <b>4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b> | <b>23</b> |
| <b>4.1. JUSTIFICACIÓN .....</b>                                 | <b>23</b> |
| <b>4.2. DELIMITACIÓN .....</b>                                  | <b>24</b> |
| <b>4.3. LIMITACIONES .....</b>                                  | <b>25</b> |
| <b>5. MARCO REFERENCIAL.....</b>                                | <b>26</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>5.1. MARCO TEÓRICO .....</b>                             | <b>26</b> |
| <b>5.1.1. GESTIÓN DE ACTIVOS PARA EL MANTENIMIENTO.....</b> | <b>26</b> |
| <b>5.1.2. MANTENIMIENTO.....</b>                            | <b>28</b> |
| <b>5.1.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO .....</b>                  | <b>28</b> |
| <b>5.1.4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....</b>                 | <b>29</b> |
| <b>5.1.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMATIZADO .....</b>  | <b>30</b> |
| <b>5.1.6. CONFIABILIDAD .....</b>                           | <b>31</b> |
| <b>5.1.7. MTBF (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS).....</b>         | <b>32</b> |
| <b>5.1.8. MTTR (TIEMPO MEDIO PARA REPARAR).....</b>         | <b>32</b> |
| <b>5.1.9. ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....</b>                   | <b>33</b> |
| <b>5.1.10. PLAN DE MANTENIMIENTO .....</b>                  | <b>35</b> |
| <b>5.1.11. LAMINADORA DE MASA PARA DONUTS .....</b>         | <b>36</b> |
| <b>5.1.12. SISTEMAS DEL EQUIPOS DE LAMINADO .....</b>       | <b>37</b> |
| <b>5.1.13. MESA DE TRANSFERENCIA DONUTS.....</b>            | <b>38</b> |
| <b>5.1.14. SISTEMAS DE LA MESA DE TRANSFERENCIA.....</b>    | <b>39</b> |
| <b>5.1.15. MESA DE CORTE DE DONUTS (SEEWER RONDO) .....</b> | <b>40</b> |
| <b>5.1.16. SISTEMAS DE LA MESA DE CORTE.....</b>            | <b>42</b> |
| <b>5.2. ESTADO DEL ARTE .....</b>                           | <b>43</b> |



|   |    |
|---|----|
| 5.2.1. ESTADO DEL ARTE A NIVEL LOCAL.....   | 43 |
| 5.2.2. ESTADO DEL ARTE A NIVEL NACIONAL.....  | 46 |
| 5.2.3. ESTADO DEL ARTE A NIVEL INTERNACIONAL.....   | 48 |
| 6. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....   | 52 |
| 7. MARCO METODOLÓGICO.....  | 53 |
| 7.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....   | 53 |
| 7.2. ANÁLISIS DE DATOS.....   | 53 |
| 7.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....   | 56 |
| 7.3.1. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....  | 56 |
| 7.3.2. ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y<br>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MÁQUINA CON MAYOR CRITICIDAD.<br>60 |    |
| 7.3.2.1. PROCEDIMIETO DE OPERACIÓN LAMINADORA RONDO 3000.....   | 60 |
| 7.3.2.2. PROCEDIMIETO DE PROCEDIMIENTO PARA EJECUTAR MTTO<br>PREVENTIVO EN LAMINADORA RONDO 3000.....                     | 63 |
| 7.3.3. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PROACTIVO PARA BUSCAR<br>INCREMENTAR EL TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS (MTBF). ....     | 74 |
| 7.3.4. PLAN DE CAPACITACIONES TÉCNICAS DE OPERACIÓN Y<br>MANTENIMIENTO.....   | 77 |
| 8. FUENTES DE INFORMACIÓN.....  | 82 |
| 8.1. FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIAS.....  | 82 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>8.2. FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIAS .....</b> | <b>82</b> |
| <b>9. ANÁLISIS FINANCIERO .....</b>                  | <b>83</b> |
| <b>10. TALENTO HUMANO .....</b>                      | <b>87</b> |
| <b>11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>       | <b>88</b> |
| <b>11.1. CONCLUSIONES .....</b>                      | <b>88</b> |
| <b>11.2. RECOMENDACIONES .....</b>                   | <b>90</b> |
| <b>12. BIBLIOGRAFIA Y CIBERGRAFIA.....</b>           | <b>92</b> |
| <b>12.1. BIBLIOGRAFIA.....</b>                       | <b>92</b> |
| <b>12.2. CIBERGRAFIA .....</b>                       | <b>93</b> |

## LISTA DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Ficha técnica de Laminadora de masa SFS6115 .....                    | 36 |
| Tabla 2. Partes laminadora de masa. ....                                      | 37 |
| Tabla 3. Ficha técnica mesa de transferencia PTT250A.38                       |    |
| Tabla 4. Ficha técnica mesa de corte .....                                    | 40 |
| Tabla 5. Partes de la mesa de corte .....                                     | 42 |
| Tabla 6. Tipos de investigación.....  | 52 |
| Tabla 7. Descripción de paradas de la Laminadora Rondo 3000 .....             | 55 |
| Tabla 8. Ponderación parámetros de criticidad de equipos .....                | 57 |
| Tabla 9. Criterio para la clasificación de los equipos según criticidad ..... | 58 |
| Tabla 10. Actividades de mantenimiento preventivo laminadora. ....            | 76 |
| Tabla 11. Costos diarios de producción.....                                   | 84 |
| Tabla 12. Producción total de la línea en 1 hora.....                         | 84 |
| Tabla 13. Producción total de la línea diariamente .....                      | 84 |
| Tabla 14. Inversión en mantenimiento. ....                                    | 84 |
| Tabla 15. Costos fijos de la empresa.....                                     | 84 |
| Tabla 16 costo totales producción de un día.....                              | 84 |
| Tabla 16. Ganancias diarias de la producción. ....                            | 86 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Áreas estratégicas relacionadas con el mantenimiento.....                                 | 27 |
| Figura 2. Formulaciones de mantenimiento.....   | 33 |
| Figura 3. Aspectos de la confiabilidad operacional.....   | 34 |
| Figura 4. Laminadora de masa sin enharinador.....   | 36 |
| Figura 5. Panel de control laminadora de masa.....  | 36 |
| Figura 6. Mesa de transferencia. ....   | 39 |
| Figura 7. Mesa de corte.. ....  | 40 |
| Figura 8. Sistema de corte.....   | 41 |
| Figura 9. Sistema de transmisión de la mesa de corte .....  | 41 |
| Figura 10. Análisis de criticidad línea de producción de donuts.....                                | 59 |
| Figura 11. Actividades de mantenimiento proactivo a implementar en la línea de<br>producción.. .... | 75 |
| Figura 12. Formato de necesidades de capacitación.....  | 78 |
| Figura 13. Cuadro de capacitaciones .....   | 79 |

## GLOSARIO

**ACTIVO:** Es un bien material que posee una empresa y que es dedicado a alguna actividad en específico.

**AVERÍA:** Una avería representa una anomalía en el sistema, que bloquea o altera su funcionamiento de modo tal que deja de operar como lo haría en condiciones normales.

**FALLA:** Es un evento técnico que provoca que un equipo deje de cumplir su función.

**KPI:**(Key performance indicador), Indicadores claves de desempeño, son métricas financieras y no financieras utilizadas para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento de un negocio.

**ANÁLISIS DE CRITICIDAD:** Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un Análisis de Criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

**CONFIABILIDAD:** Se puede definir confiabilidad como la capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista, bajo condiciones normales de operación.

**TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (TMEF o MTBF):** Es el tiempo transcurrido entre una falla y la siguiente. En el cálculo de la confiabilidad, éste factor es uno de los

más utilizados. Indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de una falla. Su relación se encuentra en que mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo.

**MANTENIBILIDAD:** La mantenibilidad que se define como la rapidez con la que un activo es devuelto a un estado en el que pueda cumplir su misión, luego de la aparición de una falla y cuando el mantenimiento es realizado bajo condiciones, medios y procedimientos preestablecidos.

## RESUMEN

**TITULO:** GENERACIÓN DE PROCEDIMIENTO EN RELACIÓN CON LAS ETAPAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DESDE LA GESTIÓN DE ACTIVOS PARA LA PREVENCIÓN DE PARADAS EN UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE DONUTS.

**AUTORES:** Andrés Manuel Muñoz Carrillo – Roland Stid Rojas Rincón.

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento preventivo, Tiempo medio entre fallas (TMEF o su acrónimo en inglés MTBF), Confiabilidad, Disponibilidad.

### **DESCRIPCIÓN:**

La presente monografía describe la generación de los procedimientos para las etapas de operación y mantenimiento preventivo de la maquina con mayor criticidad de una línea de producción de donuts.

La generación y aplicación de este procedimiento en la fábrica, busca reducir las paradas de la máquina y garantizar el aumento de la confiabilidad operacional de esta, ya que se cambiara la estrategia de mantenimiento actual que es correctiva para realizar actividades de mantenimiento preventivo. Adicionalmente con este procedimiento se busca instaurar una disciplina en los operarios para realizar las actividades de mantenimiento como son la limpieza, inspección, lubricación y ajuste.

Para el desarrollo del proyecto en primer lugar se recolecto la información pertinente aplicando cuestionarios y realizando entrevistas a los operarios de cada máquina en la línea, logrando obtener información sobre las fallas de cada una de ellas.

A continuación se realizó el análisis de criticidad de las tres máquinas que conforman la línea de producción, logrando determinar de esta manera cuál de ellas requería mayor atención por su alta criticidad.

Posteriormente se elaboraron los procedimientos técnicos de operación y mantenimiento, los cuales junto con las actividades de mantenimiento proactivo propuestas se busca reducir el número de paradas de la máquina y aumentar el MTBF.

Por último se implementa un plan de capacitaciones a los operarios en todas las áreas de conocimiento de la compañía, con lo cual se formaran líderes con altos niveles de competencia, buenas habilidades y con fuertes conocimientos técnicos.



## **ABSTRACT**

**TITLE:** GENERATION OF PROCEDURE IN CONNECTION WITH THE STAGES OF OPERATION AND MAINTENANCE FROM ASSET MANAGEMENT FOR THE PREVENTION OF STOPS IN A LINE OF MAKING DONUTS.

**AUTHORS:** Andrés Manuel Muñoz Carrillo - Roland Stid Rojas Rincon.

**KEYWORDS:** Preventive maintenance, Mean Time Between Failure (MTBF), Reliability, Availability.

### **DESCRIPTION:**

This paper describes the generation of procedures for the stages of operation and preventive maintenance of the machine with greater criticality of a production line of donuts.

The generation and application of this procedure in the factory, seeks to reduce machine downtime and ensure increased operational reliability of this, because the current strategy is corrective maintenance to perform preventive maintenance activities are changed. In addition to this procedure aims to bring discipline to the operators to perform maintenance activities such as cleaning, inspection, lubrication and adjustment.

To develop the project in the first place relevant information using questionnaires and conducting interviews with each machine operators on the line, obtaining information about the failures of each was collected. An analysis of criticality of the three machines that make the production line, achieving determined in this way what they needed further attention for its high criticality was performed.

Subsequently the technical operation and maintenance procedures were developed, which together with proactive maintenance activities proposed seeks to reduce the number of machine downtime and increase the MTBF. Finally, a training plan is implemented operators in all areas of knowledge of the company, thereby leading to high levels of competence, good skills and strong technical knowledge to form.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria de sector alimenticio está creciendo gradualmente, llegando a los hogares con nuevos productos, sabores y presentaciones, a lo cual las fábricas de donuts no han perdido rastro.

Las empresas o fábricas de alimentos en su incesante búsqueda por aumentar la productividad de sus productos sin afectar la calidad de los mismos, identifican el mantenimiento como la mejor forma de mejorar sus activos, aumentar su confiabilidad y productividad.

La fábrica de donuts consciente de las frecuentes fallas que presentan las máquinas de la línea de producción y que las actividades de mantenimiento correctivo implementadas actualmente no están brindando la confiabilidad requerida y está afectado directamente la producción de donuts, planteo la necesidad de generar un procedimiento de operación y actividades de mantenimiento preventivo que logre aumentar el tiempo medio entre fallas de cada una de las máquinas que conforman la línea de producción.

## **1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN**

GENERACIÓN DE PROCEDIMIENTO EN RELACIÓN CON LAS ETAPAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DESDE LA GESTIÓN DE ACTIVOS PARA LA PREVENCIÓN DE PARADAS EN UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE DONUTS.

## **2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En la planta de donuts se cuenta con dos líneas de producción, una de ellas lleva diez años de trabajo y la otra línea se instaló a principio del presente año (2014).

Durante los primeros años de trabajo, la primera línea de producción presentaba muy pocas o ninguna falla ya que los equipos eran de un alto nivel de calidad, pero con la falta de conocimiento de operación por parte del personal y la búsqueda de aumentar la producción de donuts, los equipos eran sometidos a sobrecargas, superando los límites de capacidad; lo cual requería una mayor demanda de mantenimiento, el cual se aplicaba con la metodología “correr a falla”, pues las labores que se realizaban de mantenimiento eran totalmente correctivas.

Paulatinamente se produjo el deterioro de los equipos por lo cual empezaron a presentar frecuentes fallas y paradas afectando notoriamente la producción de donuts, retrasando pedidos y generando molestia hacia los clientes; evidenciando con esto la necesidad de generar un procedimiento de operación y mantenimiento desde la gestión de activos para prevenir las frecuentes paradas de las máquinas y de esta manera aumentar su confiabilidad.

### **2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cómo generar un procedimiento enfocado a la operación y mantenimiento para una línea de fabricación de donuts, que permita reducir el número de paradas de las máquinas, logrando de esta manera aumentar el tiempo medio entre fallas (MTBF)?

### **2.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

- ¿Qué se requiere para diseñar la matriz de criticidad de los sistemas que componen cada una de las tres máquinas de la línea de producción de donuts?
- ¿Cómo mejorar la operación de los equipos de la línea de producción de donuts, evitando la sobrecarga en los mismos?
- ¿Qué se requiere para aumentar el MTBF (Tiempo Medio entre Fallas) y reducir la frecuencia de fallas?
- ¿Qué se requiere para brindar capacitaciones técnicas de operación y mantenimiento de las máquinas con las que cuenta la línea de producción?

### **3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Generar un procedimiento para las etapas de operación y mantenimiento de la máquina con mayor criticidad de la línea de producción de donuts con el fin de prevenir y reducir el número de paradas.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Aplicar la matriz de criticidad de las máquinas o equipos que componen la línea de producción de donuts.
- Elaborar los procedimientos de operación y mantenimiento preventivo de la máquina con mayor criticidad.
- Proponer actividades de mantenimiento proactivo que aumenten el Tiempo medio entre fallas (MTBF).
- Elaborar el plan de capacitaciones técnicas de operación y mantenimiento, para los operarios de las máquinas dentro de la línea de producción.

## **4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1. JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad la planta de producción y distribución de donuts, se presentan frecuentemente paros de la línea de producción de donuts, debido a la falta de mantenimientos preventivos a los equipos que la conforman, a la mala operación de los mismos y a la falta de capacitación a los técnicos que intervienen en toda la línea.

Durante el tiempo que ha transcurrido desde la adquisición de la primera línea, nunca se ha prestado atención, a la importancia que tiene la aplicación de mantenimiento preventivo a los activos de esta línea de producción y se dejan correr a falla. En un principio el impacto no era tan fuerte ya que la producción no era tan elevada y se surtían los diversos clientes, con stock que se mantenía a diario; y por otra parte la intervención de mantenimientos correctivos máximo duraba un día, pues eran fallas que ocurrían frecuentemente y los repuestos se podían homologar con piezas nacionales o locales.

Cuando empezaron a fallar los repuestos vitales de los equipos, surgieron paros que requerían más tiempo, afectando así la producción por completo y solicitando servicio de mantenimiento con urgencia. Se les daba pronta solución con algún ajuste nacional si era un daño mecánico en algún taller de máquinas herramientas, si el daño era eléctrico se desmontaban componentes y se hacían revisar de personal calificada en electrónica, pero cuando estos repuesto no podían ser reparados, el equipo paraba totalmente hasta que se hiciera un pedido directo con el proveedor que duraba alrededor de tres días o más días, colocando la producción en un nivel crítico, ya que en este caso todos los operarios debían realizar la producción manualmente y no cumpliendo con los pedidos diarios.

Adicionalmente, no se contaba con procedimientos estandarizados de operación y mantenimiento lo que implicaba que en ocasiones los mantenimientos realizados no eran óptimos, ya que estas actividades siempre eran realizadas de una forma distinta por el personal de mantenimiento; añadiendo a esto, que el personal capacitado en realizar estas actividades no transmitían el conocimiento a los técnicos nuevos de la fábrica.

Este año la empresa adquirió una nueva línea de producción de donuts de última tecnología, para la cual la estrategia empresarial es implementar los procedimientos de operación y mantenimiento de cada equipo con el fin de prevenir las causas que afectaron y produjeron las paradas de la línea de producción antigua.

## **4.2. DELIMITACIÓN**

Esta investigación se llevará a cabo en la planta de producción de donuts.

El trabajo en planta, estará a cargo de los autores y operarios directos de la línea de producción, quienes son los encargados de recopilar la información de las máquinas de la línea de producción de donuts y suministrarla a los autores del presente proyecto, quienes se encargaran de sistematizarla y posteriormente de realizar el procedimiento de operación y mantenimiento de la máquina con mayor índice de criticidad en la línea de producción. Estos procedimientos estarán sujetos a los criterios de la gerencia de la empresa.

El presente proyecto tomará en un periodo de 32 semanas (8 meses), tiempo que permitirá ejecutar cada uno de los objetivos planteados anteriormente.



### **4.3. LIMITACIONES**

Las limitaciones de este proyecto se restringen a dos factores.

El primero de ellos hace referencia a la disponibilidad para acceder y manipular las máquinas, ya que solo se contará con espacios donde las líneas no estén en operación.

Se podrá disponer de la línea de producción antigua en los turnos matutinos ya que esta solo estará en uso en las horas de la noche; exceptuando aquellos casos donde la producción aumente por temporadas, la empresa optará por tener las dos líneas de producción en operación durante los tres turnos.

El tiempo requerido para análisis de información, búsqueda de fuentes primarias y secundarias, especificaciones técnicas y recomendaciones del fabricante, necesarias para elaborar los procedimientos de operación y mantenimiento de las máquinas se realizarán en modo externo de la planta.

El segundo factor, es la parte económica para realizar este proyecto, ya que la fábrica estipuló no tener el presupuesto para financiar un proyecto de investigación mejoramiento continuo.

## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1. MARCO TEÓRICO

#### 5.1.1. GESTIÓN DE ACTIVOS PARA EL MANTENIMIENTO

La gestión de activos de mantenimiento es la estrategia operacional, que combinando disciplinas, métodos, herramientas informáticas, procesos administrativos, así como recursos técnicos, económicos y humanos.

Los beneficios que se pretende lograr con la Gestión de activos son:

- Preservar las funciones de los activos
- Maximizar la disponibilidad de las instalaciones productivas para su operación segura y la vida útil de los equipos
- Asegurar la operación de las instalaciones productivas de las refinerías, en la oportunidad requerida, evitando detenciones no programadas.
- Garantizar la “integridad mecánica y física” de los activos productivos, sus sistemas de control y protección, minimizando los riesgos asociados a las personas, el medio ambiente, las operaciones y la comunidad.
- Disminución de los costos totales de mantenimiento
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para el personal

La Gestión de activos debe relacionarse con áreas estratégicas de la organización como: Planificación, Procesos, Seguimiento y Control, Talento Humano y Cultura, Tecnología de Información, Indicadores de Gestión.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> RIVADENEIRA ENCALADA, Zoyka. Gestión estratégica de activos productivos de Petroindustrial.EPPetroecuador. Disponible en: <<http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/gestion-estrategica-activos-productivos-petroindustrial-ecuador.htm#mas-autor>> [Publicado el 13 de Agosto de 2012]



Figura 1. Áreas estratégicas relacionadas con el mantenimiento. Fuente: RIVADENEIRA ENCALADA, Zoyka. Gestión estratégica de activos productivos de Petroindustrial. Disponible en: <<http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/gestion-estrategica-activos-productivos-petroindustrial-ecuador.htm#mas-autor>>

El proceso de gestión de mantenimiento se puede dividir en dos partes principales:

- 1) La definición de la estrategia de mantenimiento.
- 2) La implementación de la estrategia de mantenimiento.

La primer parte requiero de la definición de los objetivos de mantenimiento, los cuales deben estar directamente ligados con el plan de negocios de la organización.

La segunda parte de la gestión de mantenimiento tiene que ver con la habilidad para asegurar niveles adecuados de formación y capacitación del personal, preparación de los trabajos, selección de herramientas adecuadas para realizar las actividades de mantenimiento, entre otras.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> CRESPO MARQUEZ, Adolfo. PARRA MARQUEZ, Carlos Alberto. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos. Desarrollo y aplicación práctica de un modelo de gestión de mantenimiento (MGM). Primera Edición. Sevilla - España. Ingeman – Asociación para el desarrollo de la Ingeniería de Mantenimiento. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla, 2012.

### **5.1.2. MANTENIMIENTO**

El mantenimiento puede ser definido como el conjunto de acciones destinadas a mantener o reacondicionar un componente, equipo o sistema, en un estado en el cual sus funciones pueden ser cumplidas. Entendiendo como función cualquier actividad que un componente, equipo o sistema desempeña, bajo el punto de vista operacional.

Las palabras confiabilidad y disponibilidad, forman parte de la cotidianidad del mantenimiento. Si se analiza la definición moderna de mantenimiento, se verifica que la misión de este es “garantizar” la disponibilidad de la función de los equipos e instalaciones, de tal modo que permita atender a un proceso de producción o de servicio con calidad, confiabilidad, seguridad, preservación del medio ambiente y costo adecuado.

### **5.1.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Félix Cesáreo dice que: Aunque podrían establecerse diferentes clasificaciones de mantenimiento, atendiendo a las posibles funciones que se le atribuyen a éste, así como a la forma de desempeñarlas, tradicionalmente se admite una clasificación basada más en un enfoque metodológico, que en una mera relación de las particularidades funcionales asignadas. Desde lo cual se pueden distinguir los siguientes tipos de mantenimiento<sup>3</sup>:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Productivo Total

---

<sup>3</sup>GOMEZ DE LEON, Félix Cesáreo. Tecnología del mantenimiento industrial. Primera Edición. Murcia - España. Universidad de Murcia - Servicio de publicaciones, 1998. ISBN 84-8371-008-0. Págs. 21- 29.

- Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

#### **5.1.4. MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Este tipo de mantenimiento, es el más utilizado por las empresas, ya que los equipos se trabajan a modo de falla, ósea hasta que ocurra la falla que pare el equipo. Hoy en día este concepto ha cambiado y las empresas se han dado cuenta que se debe tratar al máximo de reducir el mantenimiento correctivo, ya que este genera grandes pérdidas de disponibilidad en los equipos.

Si hablamos de ventajas del mantenimiento correctivo, en realidad son muy pocas, pues si en un mes se invierte poco en el mantenimiento, ello quiere decir que al siguiente mes probablemente se gastara el doble, pero se perderá más tiempo.

En cambio las desventajas del mantenimiento correctivo son bastantes:

- Se pierde disponibilidad en los equipos.
- No se planea la requisición de repuestos, por lo que es muy probable que cuando ocurra la falla no se cuente con el repuesto.
- Los daños o fallas, en realidad son críticos, porque lo que puede comenzar por la avería de un componente, se puede volver la avería de todo un sistema.
- El costo del mantenimiento se aumenta, al tener que reemplazar varios componentes dañados, todo si se hubiese detectado la falla con anterioridad.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> ACUÑA, Jorge. Ingeniería de confiabilidad. Primera edición. Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2003. ISBN 9977-66-141-3.

### **5.1.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMATIZADO**

El mantenimiento Preventivo Sistematizado consiste en un conjunto de actividades u operaciones que se realizan sobre las instalaciones, maquinaria y equipos de producción antes de que se haya producido un fallo, y su objetivo es evitar que se produzca dicho fallo en pleno funcionamiento de producción o del servicio que presta.<sup>5</sup>

El mantenimiento preventivo es sin lugar una de las herramientas que nos ayuda a: prolongar la vida útil de los activos, detectar fallos que se consideren repetitivos, bajar o disminuir los puntos muertos por paradas inesperadas, reducir costos de reparaciones y refleja puntos débiles en las instalaciones; garantizando los resultados en una organización, lo cual conlleva a realizar una adecuada gestión.

En este tipo de mantenimiento se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Enfoque en seguridad.
- Enfoque en preservación del medio ambiente y cumplimiento de la legislación aplicable.
- Reducción de costos y/o cumplimiento del presupuesto.
- Mejoras en confiabilidad de los sistemas.
- Mejoras en la mantenibilidad de los sistemas.
- Entrega de trabajos realizados con calidad.
- Enfoque al cliente.
- Planeación de acciones alineadas con los objetivos del negocio.

---

<sup>5</sup> REY SACRISTAN, Francisco. El automantenimiento en la empresa. Etapas y experiencias para su implantación. Madrid – España. Editorial Fundación Confemetal, 2002. ISBN 84-95428-59-8.

### **5.1.6. CONFIABILIDAD**

Se puede definir confiabilidad como la capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista. De otra forma, la confiabilidad se puede definir también como la probabilidad en que un producto realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas.

La ejecución de un análisis de la confiabilidad en un producto o un sistema debe incluir muchos tipos de exámenes para determinar cuan confiable es el producto o sistema que pretende analizarse. Una vez realizados los análisis, es posible prever los efectos de los cambios y de las correcciones del diseño para mejorar la confiabilidad del ítem.

Los diversos estudios del producto se relacionan, vinculan y examinan conjuntamente, para poder determinar la confiabilidad del mismo bajo todas las perspectivas posibles, determinando posibles problemas y poder sugerir correcciones, cambios y/o mejoras en productos o elementos.

### **5.1.7. MTBF (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS)**

El Tiempo Promedio entre Fallos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo<sup>6</sup>; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento “fallo”.

Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo. Uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la Confiabilidad constituye el MTBF, es por esta razón que debe ser tomado como un indicador más que represente de alguna manera el comportamiento de un equipo específico.

### **5.1.8. MTTR (TIEMPO MEDIO PARA REPARAR)**

Este indicador es el tiempo medio para reparar, lo que indica el número de minutos que se tarda, el personal técnico de mantenimiento en colocar nuevamente en servicio el equipo. Este indicador una medida de mantenibilidad<sup>7</sup>, y determina en qué se puede mejorar, respecto al recurso humano, como es en la parte de establecer protocolos de procedimientos en donde las tareas sean realizadas de igual forma por parte del personal técnico de mantenimiento, para lograr la reducción de tiempos de respuesta, e incrementar la disponibilidad del equipo.

---

<sup>6</sup> MONZON DUEÑAS, Paul. Gestión del Mantenimiento. Universidad Alas Peruanas. Disponible en: <<http://dued.uap.edu.pe/books/17/170317E02/17E02-04-646527yaozkbmjby.pdf>> [Citado el 1 de Noviembre de 2014]

<sup>7</sup> GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Francisco Javier. Teoría y práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Segunda Edición. Madrid – España. Editorial Fundación Confemetal, 2005. ISBN 84-96169-49-9.



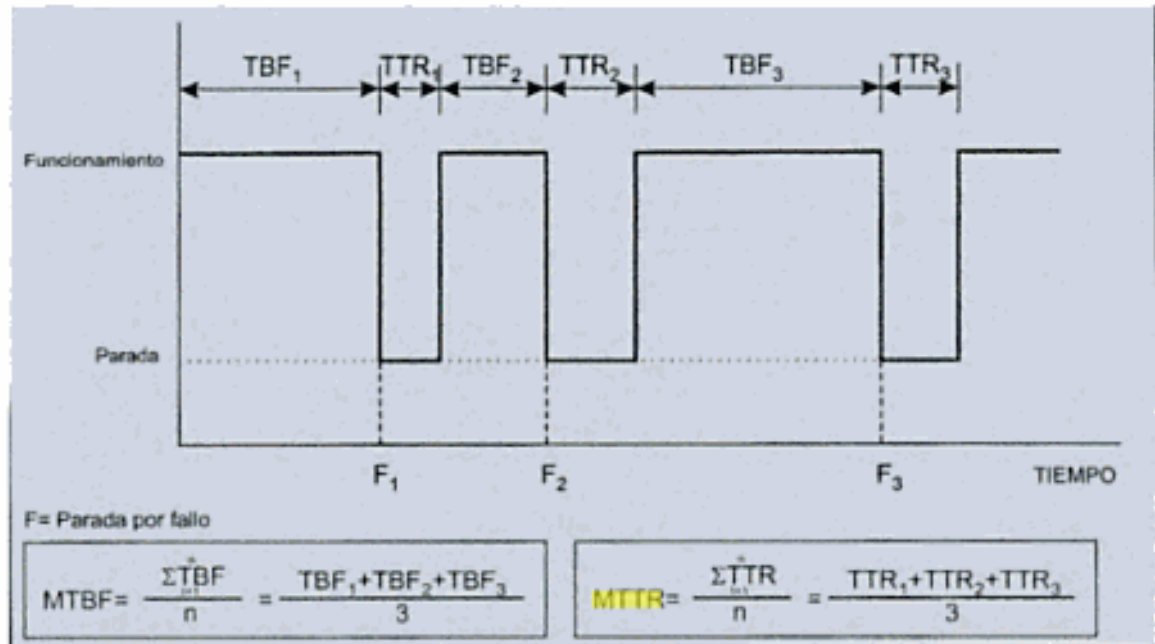


Figura 2. Formulaciones de mantenimiento. Fuente: GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Francisco Javier. Teoría y práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado.

### 5.1.9. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El Análisis de Criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la Confiabilidad Operacional, basado en la realidad actual. El mejoramiento de la Confiabilidad Operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componentes, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad del proceso, confiabilidad humana, confiabilidad de los equipos y mantenimiento de los equipos como se muestra en la figura 3.

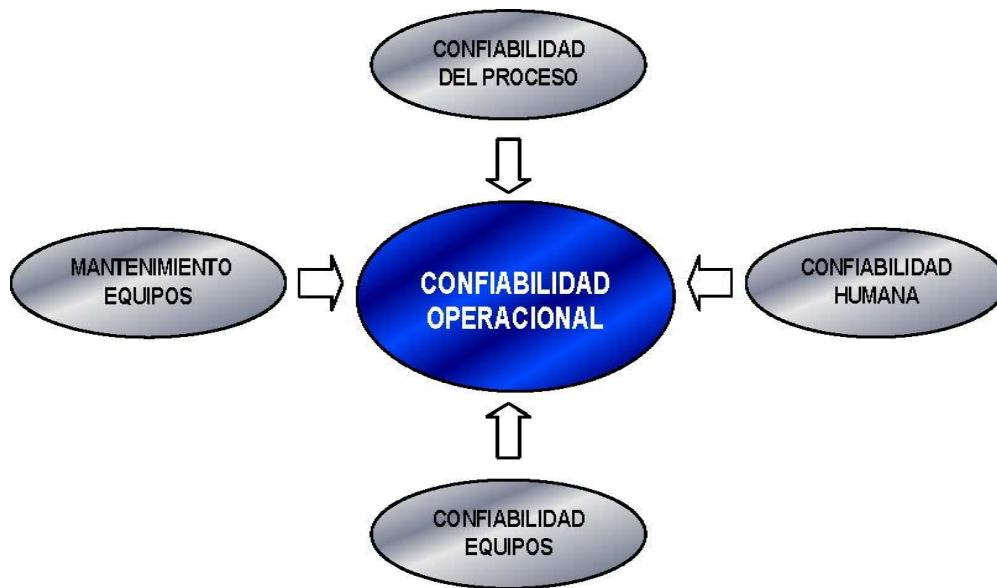


Figura 3. Aspectos de la confiabilidad operacional. Fuente: AMENDOLA, Luis José. Gestión de proyectos de activos Industriales.

El Análisis de Criticidad da respuesta a interrogantes como: ¿Cómo se establece que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro? ¿Cuáles criterios se deben utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan los mismos criterios?, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad.

Ya identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la Confiabilidad Operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos o elementos que formen parte de la zona de alta criticidad.

Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados principalmente con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación, mantenimiento, fallas y tiempo de reparación. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática que genera puntuación para cada elemento evaluado. La lista generada resultado de un trabajo de equipo en el cual se realizaron consultas a especialistas y personal técnico experimentados en la materia, mediante la aplicación de encuestas y entrevistas permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito.<sup>8</sup>

#### **5.1.10. PLAN DE MANTENIMIENTO**

El plan de mantenimiento es un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento planeado programado, que debemos realizar en una planta, para asegurar los niveles de disponibilidad que se hayan establecido. Es un documento vivo, pues sufre de continuas modificaciones, fruto del análisis de las incidencias que se van produciendo en la planta y del análisis de los diversos indicadores de gestión.

La elaboración del plan de mantenimiento, atraviesa una serie de fases, las primeras son la descomposición de la planta en áreas, elaboración de la lista de equipos, descomposición de cada uno de ellos en sistemas y elementos, codificación y asignación del modelo de mantenimiento que mejor se adapte a las características del equipo y su función en el sistema de productivo de la planta. Una vez este trabajo esté finalizado, estamos en disposición de comenzar a elaborar la lista de tareas que incluirá el plan de mantenimiento.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> AMENDOLA, Luis José. Gestión de proyectos de activos industriales. Valencia – España. Editorial de la UPV-Universidad Politécnica de Valencia, 2006. ISBN 84- 8363- 052- 4.

<sup>9</sup> DE BONA, José María. La gestión del mantenimiento. Guía para el responsable de la conservación de locales e instalaciones. Criterios para la subcontratación. Madrid - España. Editorial Fundación Confemetal, 2010. ISBN 84-89786-81-X.

### 5.1.11. LAMINADORA DE MASA PARA DONUTS

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| FABRICANTE        | SEEWER RONDO     |
| MODELO            | SFS6115          |
| SERIE             | A6234006         |
| CAPACIDAD         | 18 KILOGRAMOS    |
| LONGUITUD BANDAS  | 3280 mm x 640 mm |
| APERTURA RODILLOS | 45 mm            |
| PROGRAMAS         | 60 pro           |
| ENHARINADOR AUTO  | SI               |

Tabla 1. Ficha técnica de Laminadora de masa SFS6115. Fuente: Manual de operación Laminadora Rondo.

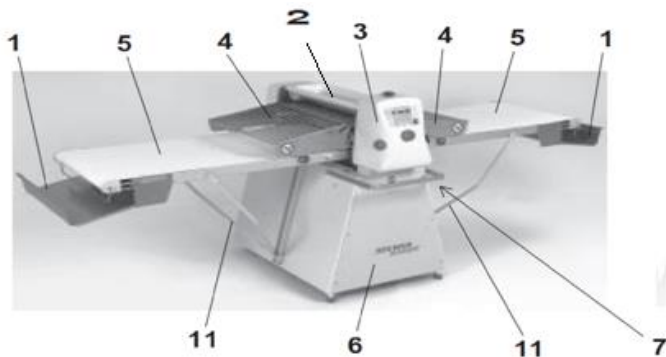


Figura 4. Laminadora de masa sin enharinador. Fuente: Manual de operación Laminadora Rondo.

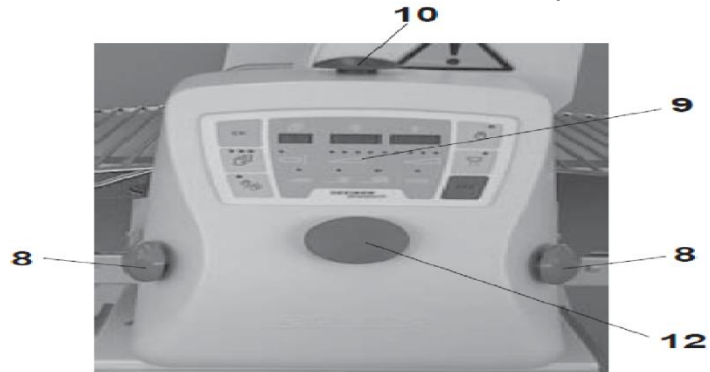


Figura 5. Panel de control laminadora de masa. Fuente: Manual de operación Laminadora Rondo.

| No  | NOMBRE DE PIEZA             |
|-----|-----------------------------|
| 1.  | Bandeja Colectora           |
| 2.  | Enharinador                 |
| 3.  | Cabezal de rodillo          |
| 4.  | Guarda de seguridad         |
| 5.  | Mesa de la maquina          |
| 6.  | Base de la maquina          |
| 7.  | Interruptor de encendido    |
| 8.  | Pulsador rojo para arranque |
| 9.  | Panel de control            |
| 10. | Pulsador rojo para detener  |
| 11. | Soportes de mesas           |
| 12. | Botón de selección          |

Tabla 2. Partes laminadora de masa. Fuente: Manual de operación Laminadora Rondo.

#### 5.1.12. SISTEMAS DEL EQUIPOS DE LAMINADO

El equipo laminador de masas consta de cuatro sistemas de funcionamiento.

- **Sistema de Rodillos:** este sistema tiene como función darle la altura a la masa, convirtiendo ésta en una lámina con un ancho y longitud definida.
- **Mesas de laminado:** esta mesa de fabricación en duraluminio tiene como función soportar el peso de la masa, donde ya viene compacta, es decir sin

burbujas de aire.

- **Panel de control:** allí se encuentran los mandos del equipo, los circuitos de programación y control de los actuadores de la laminadora.
- **Sistema de trasmisión:** este sistema tiene como función recibir la energía eléctrica para convertirla en energía mecánica, impulsando los rodillos y partes mecánicas.

### 5.1.13. MESA DE TRANSFERENCIA DONUTS

|                |                      |
|----------------|----------------------|
| FABRICANTE     | SEEWER RONDO         |
| MODELO         | PTT 250 <sup>a</sup> |
| SERIE          | C2A391106            |
| CAPACIDAD      | 18 KILOGRAMOS        |
| LONGITUD BANDA | 6280 mm x 640 mm     |
| VOLTAJE        | 220V                 |
| VELOCIDADES    | 2                    |
| COMUNICACIÓN   | SI                   |

Tabla 3. Ficha técnica mesa de transferencia PTT250A. Fuente: Manual de operación Laminadora Rondo.

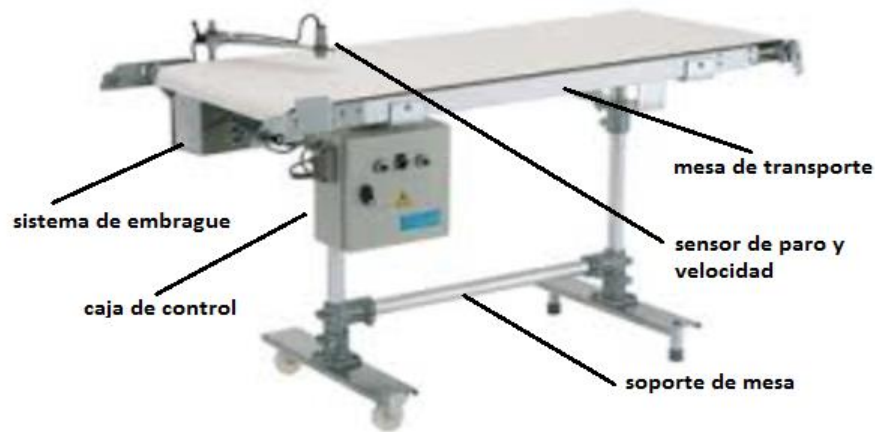


Figura 6. Mesa de transferencia. Fuente: Manual de operación mesa de transferencia Rondo.

#### 5.1.14. SISTEMAS DE LA MESA DE TRANSFERENCIA

La mesa de transferencia está compuesta principalmente por los siguientes sistemas.

- **Caja de control:** se encuentra la parte de mandos para detener o dar marcha al equipo junto con dos potenciómetros para variar la velocidad en alta o en baja.
- **Sistema de embrague:** permite el cambio de velocidad alta a baja o viceversa por medio de un electro-embrague.
- **Sensor de paro y velocidad:** es un sensor capacitivo que detecta el paso de la masa.
- **Mesa de transporte:** la mesa tiene como función transportar la masa ya laminada, que proviene de la laminadora, la cual está diseñada para un peso máximo, según dimensiones.

### 5.1.15. MESA DE CORTE DE DONUTS (SEEWER RONDO)

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| FABRICANTE      | SEEWER RONDO     |
| MODELO          | SFT262           |
| SERIE           | BC341101         |
| CAPACIDAD       | 18 KILOGRAMOS    |
| LONGITUD BANDAS | 9280 mm x 640 mm |
| PULSADOR DOBLE  | SI               |
| VOLTAJE         | 220V             |
| DOBLE TROQUEL   | SI               |

Tabla 4. Ficha técnica mesa de corte. Fuente: Manual de operación mesa de corte Rondo.

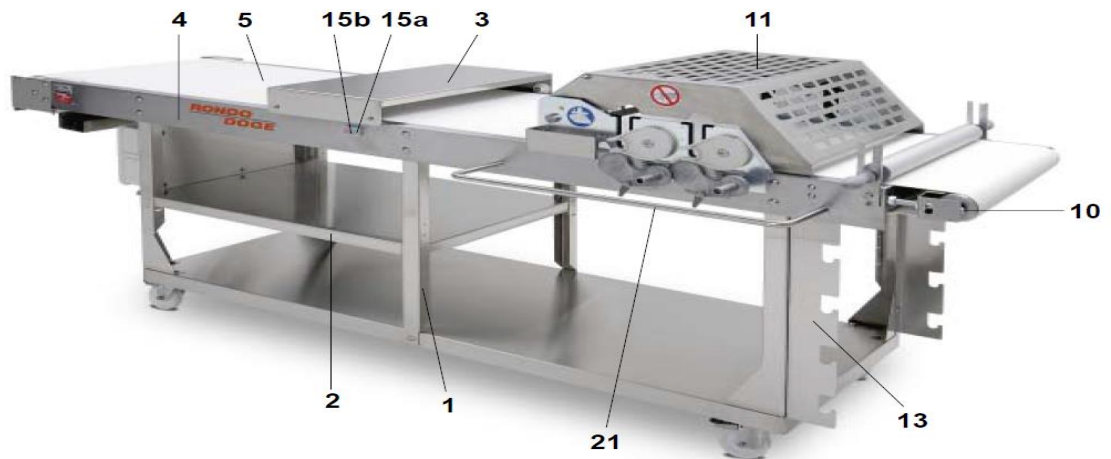


Figura 7. Mesa de corte. Fuente: Manual de operación mesa de corte Rondo.



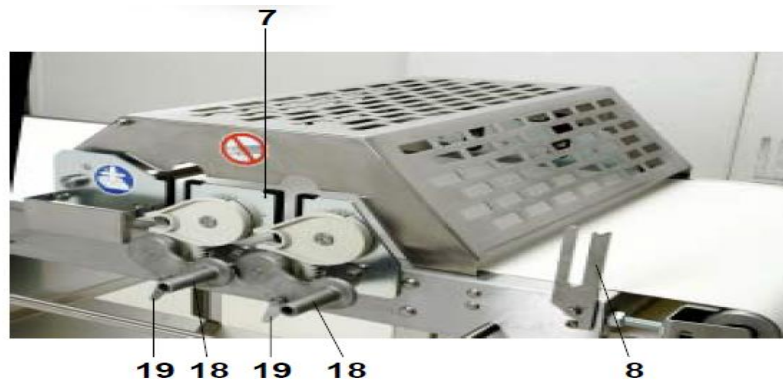


Figura 8. Sistema de corte. Fuente: Manual de operación Rondo.

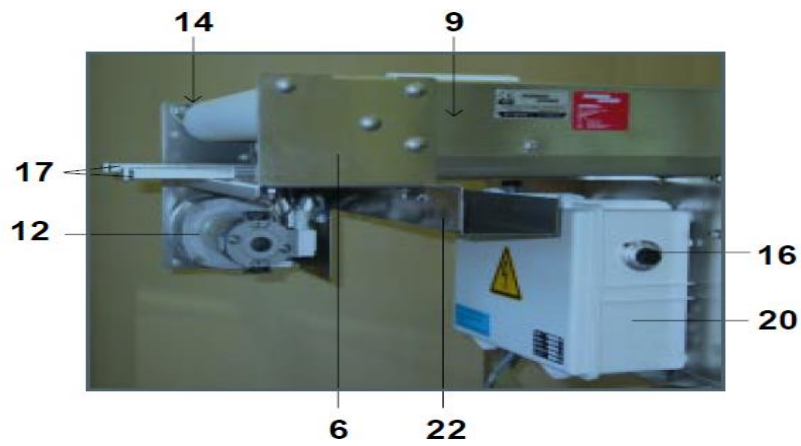


Figura 9. Sistema de transmisión de la mesa de corte. Fuente: Manual de operación Rondo.

| No | Nombre de parte       |
|----|-----------------------|
| 1  | Base de la maquina    |
| 2  | Estante               |
| 3  | Estante móvil         |
| 4  | Soporte de mesa       |
| 5  | Banda transportadora  |
| 6  | Unidad de transmisión |
| 7  | Estación de corte     |

|                 |   |
|-----------------|---|
| 8               | Soporte rodillo                                     |
| 9               | Raspador  |
| 10              | Rodillo inactivo                                    |
| 11              | Puerta de protección                                |
| 12              | Motor   |
| 13              | Dispositivo de retención de rodillo                 |
| 14              | Rodillo de accionamiento                            |
| 15 <sup>a</sup> | Botón verde   |
| 15b             | Pulsador  |
| 16              | Potenciómetro solo para velocidad variable          |
| 17              | Apoyo a la barra solo para hornear hojas extraíbles |
| 18              | Palanca de tensión                                  |
| 19              | Tope de palanca                                     |
| 20              | Caja eléctrica                                      |
| 21              | Manija de paro                                      |
| 22              | Bandeja recoge harina                               |

Tabla 5. Partes de la mesa de corte. Fuente: Manual de operación Rondo.

#### 5.1.16. SISTEMAS DE LA MESA DE CORTE

La mesa de corte consta de cuatros sistemas fundamentales.

- **Sistema de corte:** este sistema es uno de los más importantes, ya que en este se encuentra las opciones de cada uno de los moldes de cada producto, estos accesorios se pueden cambiar según la producción que se vaya a obtener. Cuenta con tensores para los moldes, donde se le puede graduar la presión a cada molde, sin que afecte la banda transportadora, además posee una guarda de seguridad para proteger las manos de los operarios y actuar como un paro de emergencia.

- **Mesa transportadora:** cumple con la función de mover la masa ya cortada. Está constituida con la banda de transporte y rodillos de tracción. La velocidad de la correa se puede ajustar por medio de un potenciómetro. Girando el potenciómetro en sentido horario hace que el cinturón se mueva más rápido. Al girar el potenciómetro en sentido anti horario, hace que la banda se mueva más lento.  
La banda transportadora está equipada con un rascador. Sin embargo, la banda transportadora debe limpiarse después de ser utilizada con un paño húmedo, con el fin de eliminar cualquier resto de la masa.
- **Sistema de transmisión:** está conformado por un moto-reductor eléctrico de 220 volts corriente directa, el cual convierte la energía eléctrica a trabajo mecánico, por medio de una transmisión de correa y polea dentada.
- **Sistema eléctrico:** este consta de todos los elementos que conforman la parte eléctrica desde el variador de velocidad hasta las botoneras de encendido y paro del equipo.

## 5.2. ESTADO DEL ARTE

### 5.2.1. ESTADO DEL ARTE A NIVEL LOCAL

- Para el año 2011 la ingeniera Laura Andrea Gómez Ojeda en su monografía “Diseño de un plan de mantenimiento adecuado utilizando el modelo TPM para la empresa de control de sólidos Ltda.”, propone diseñar el plan de mantenimiento de la empresa a partir de la implementación de la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total).  
En esta monografía la ingeniera retoma la definición de TPM, sus pilares y los respectivos pasos que componen cada uno de estos, finalizando con la

justificación de por qué empleo esta metodología para realizar el plan de mantenimiento de la empresa.

- En el año 2012, el ingeniero Andrés David Sarria Gómez en su monografía para obtener el título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento de la Universidad ECCI (Escuela Colombiana de Carreras Industriales), propone generar un procedimiento de mejora sobre los equipos de etiquetado de productos, basado en los tres primeros conceptos del mantenimiento autónomo. En el POE (Procedimiento Operativo Estándar) generado por el ingeniero Sarria se describen los conceptos básicos de la operación y mantenibilidad del equipo de etiquetado.

Con esta propuesta el autor buscó establecer una disciplina para realizar las actividades de limpieza, lubricación y ajuste de la maquina; asegurando que su implementación aumentará la confiabilidad operacional del activo.

- En la monografía “Diseño del plan de mantenimiento planeado, para incrementar el MTBF (tiempo medio entre fallas) y disminuir el MTTR (tiempo medio para restaurar) en los activos, máquinas verticales de una industria de alimentos”, los ingenieros Freddy Aleicer Nieto Baquero Juan Andrés Soto Rodríguez, para obtener su título como especialistas en Gerencia de Mantenimiento, desarrollaron un plan de mantenimiento ya que la forma en que se administraba y desarrollaba el mantenimiento en los activos, era de una forma ambigua y que solo permitía actividades correctivas y de poca planeación.

El proyecto inicio dando un cambio de imagen al departamento de mantenimiento (cambio cultural) y culmino con la generación de procedimientos técnicos de operación y mantenimiento estandarizados, logrando de esta manera un mejoramiento en los indicadores de mantenimiento.

- En el año 2012, en la monografía titulada “Diseño de un plan de mantenimiento para equipos médicos”, de autores Neyib Amanda Puertas y Lubin Cetina Bello, desarrollaron un plan de un plan de mantenimiento preventivo para una institución del área de la salud, con la finalidad que los equipos funcionen correctamente, alargar su vida útil, disminuir los costos en mantenimiento correctivos y a su vez las paradas de equipos.  
En la monografía los autores proponen un cronograma de actividades de mantenimiento preventivo especificando la clasificación de los equipos y la periodicidad de ejecución de las actividades.  
Luego de proponer el cronograma hacen un modelo de la ficha técnica, en donde se incluyan todas las características de los equipos y se reporten los mantenimientos preventivos y/o correctivos ejecutados, con lo cual se podrá medir, controlar y mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos médicos logrando prestar un mejor servicio a los pacientes.
  
- Los ingenieros Leída Milena López y Fidel Ballesteros de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales en el año 2010, en su monografía “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para un empresa del sector minero” propusieron un plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de reducir los problemas inesperados y así llevar los activos de una industria a condiciones óptimas de un buen funcionamiento con el fin de lograr una alta disponibilidad , aumentar la confiabilidad y reducir los costos elevados en reparaciones de los activos.

## 5.2.2. ESTADO DEL ARTE A NIVEL NACIONAL

- En el año 2011 en el trabajo de grado como especialistas en Gerencia de Mantenimiento de la Universidad Industrial de Santander (UIS) titulado “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la Gobernación de Casanare”, los ingenieros Héctor Ricardo Sanabria y Harley David Hernández construyeron dicho plan con el objetivo de conservar la maquinaria en buen estado, a un buen costo y tenerla disponible en todo momento.

Este trabajo de grado se basó en la recolección y análisis de información de la maquinaria, partiendo de la situación actual, lo que les permitió a los autores diseñar una programación adecuada de mantenimiento, lograron obtener una mayor disponibilidad de los activos de la Gobernación de Casanare.

- En el año 2009 el ingeniero Pedro José Vega Mendoza en su proyecto de grado “Diseño de la estrategia de mantenimiento basada en la confiabilidad, RCM, e Inspección Basada en el Riesgo, RBI, para la línea crítica de producción de la planta para concentrados de la empresa Itacol S.C.A ubicada en Girón, Santander”, en primer lugar definió los equipos y sistemas que conformaban la línea de producción los cuales eran mezcladora, caldera, compresor y línea estática de la caldera. Una vez identificados los equipos y sistemas el ingeniero realizó el análisis de criticidad para determinar cuáles de estos requería una mayor atención. Posteriormente se realizó el análisis de fallas en el cual a partir de la función principal del equipo o sistema se plantearon las posibles fallas funcionales que se podían presentar, sus modos de fallas y las consecuencias de que estos fallen. Teniendo las consecuencias de fallas de los equipos el Ingeniero Vega diseño las actividades de mantenimiento especificando periodicidad y responsable. Por

último realizo los procedimientos estandarizados de los equipos siendo estos una guía para la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Con la implementación de las estrategias de RCM y RBI para la línea de producción de concentrados de la empresa Itacol, el autor asegura una reducción del 66% en los costos de la actual estrategia de mantenimiento que es correctivo ya que se disminuirían en un 75% las paradas no programadas de la línea.

- En el trabajo de grado “Propuesta de un modelo para la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) de primer nivel con aplicación en la industria manufacturera” de autoría del ingeniero Oscar Fernando Puerto Fonseca en el año 2009, se resaltan ejemplos de las actividades que se deben realizar con el fin de satisfacer la obtención de resultados concretos dentro del marco del TPM. El autor elabora una propuesta metodológica para la implementación de TPM enfocado a reducir las pérdidas en la cadena de abastecimiento aplicable a cualquier industria del sector manufacturero.
  
- En el trabajo “Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica Industrias AVM S.A” elaborado por el ingeniero Gabriel Antuan Sierra Álvarez en el año 2004, se describe la elaboración e implementación del programa de mantenimiento preventivo de las máquinas y equipos críticos que intervienen en el proceso de producción de la empresa.

En primer lugar se realizó el inventario, codificación e identificación de los equipos y seguido de esto se determinó el índice de criticidad de cada uno de estos. Con base en la criticidad se diseñó el plan de mantenimiento preventivo conformado por el mantenimiento autónomo, inspecciones periódicas programadas, ajustes y lubricación.

Con la aplicación de las anteriores actividades se lograría garantizar la disponibilidad y aumentar la confiabilidad operacional de los equipos.

- El ingeniero Juan Gildardo Galvis Castrellón de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Bucaramanga, en el año 2008 en su trabajo de grado “Plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos e importantes utilizados en el departamento de posventa de CAMPESA S.A” desarrollo un plan de mantenimiento debido a la inexistencia de un programa que ayudara a preservar los activos de la empresa. El plan de mantenimiento desarrollado por el ingeniero Galvis se centra en actividades LILA (Limpieza, Inspección, Lubricación y Ajuste) ejecutadas con una periodicidad dado por fabricante o según la experiencia de los técnicos de mantenimiento. Adicionalmente se creó un formato de Hoja de vida de los equipos con el fin de registrar y controlar las actividades tanto preventivas como correctivas realizadas sobre cada uno de estos.

### **5.2.3. ESTADO DEL ARTE A NIVEL INTERNACIONAL**

- En el año 2008, en Guatemala el señor Sergio Estuardo Galindo Paredes en su trabajo de graduación titulado “Diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo y calibración para los oxímetros utilizados en el departamento de pediatría del Hospital General San Juan de Dios”, estandarizó la forma de limpiar, operar y mantener los equipos en buenas condiciones, ya que es necesario que estos equipos funcionen correctamente.

La aplicación del programa de mantenimiento evita que los equipos se deterioren, no presenten fallas seguidas y se incurra en rutinas de mantenimiento correctivo.

- En el año 2011 en la Universidad Central de Venezuela, la ingeniera Gabriela J. Rondón con la monografía; “Elaboración de un Programa de Mantenimiento Preventivo a todos los equipos de un Taladro de Perforación”.



Su trabajo de grado tenía como objetivo principal, como su nombre lo indica la elaboración de un plan de mantenimiento para todos los equipos que componen este sistema.

Rondón propone realizar una serie de pasos para la elaboración del plan los cuales son: El inventario técnico del sistema, partición del equipo, análisis básico de criticidad de cada componente. Respecto al programa de mantenimiento preventivo resalta los aspectos básicos como son frecuencia, equipos y las partes a inspeccionar. Finalmente la ingeniera elaboró la base de datos o sistema de información con el fin de que este almacene y genere los reportes de inspección y ordenes de trabajo.

- En 2012 el tecnólogo Génesis Álvarez de la Universidad Nacional experimental de Guayana – Venezuela, en vista que en la planta de Briquetas de C.V.G Ferrominería Orinoco no se contaba con un plan de mantenimiento preventivo que permitiera organizar, controlar y evaluar la efectividad del mantenimiento, permitiendo a su vez prolongar la vida útil de los activos. En su trabajo titulado “Diseño de un manual de mantenimiento preventivo en el área de manejo de materiales (Oxido y producto) de la planta de briquetas de C.V.G Ferrominería Orinoco” el autor en primer lugar caracteriza cada uno de los equipos de la planta. Seguido a esto registra las fallas en los formatos elaborados por el mismo y basado en las consecuencias de fallas realiza el análisis de criticidad de los activos.

Por último el autor elabora el manual de mantenimiento preventivo de los equipos con al criticidad y concluye que la implementación de este aumentara la confiabilidad de estos, a que actualmente se encuentre por debajo del 80%.

- El ingeniero Juan José Sepúlveda en el año 2006 para optar al título de Ingeniero mecánico de la Universidad Austral de Chile; realizó una tesis titulada “Documento de apoyo a la gestión de mantenimiento, para la selección y aplicación de lubricantes”. En este trabajo el autor se enfatiza en la gestión de lubricantes, en donde se lleva a cabo un análisis de la vida útil del lubricante que va desde su selección de acuerdo al elemento a lubricar, diseño de planes de lubricación, control ambiental de los lubricantes, gestión de los sistemas de análisis de aceites, procesos de filtrado de aceites y disposición final de residuos.
  
- En el mismo año de publicación del anterior trabajo (2006) Dariana Márquez e Ynes García en su trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciado en Contaduría Pública de la Universidad de Oriente – Venezuela; y titulado “Lineamientos para el mantenimiento preventivo de los equipos existentes en la empresa Fruticasa S.A Aragua de Maturín estado Monagas”, implementaron ciertos lineamientos con el fin de evitar desviaciones y minimizar las fallas de los equipos de la empresa.  
Este proyecto se desarrolló en vista a que la empresa no cuenta con un sistema de costo y mantenimiento que se adapte a las exigencias de la empresa y a su vez le permita conocer de manera ordenada y detallada la relación de ingresos con respecto a los egresos de cada área.

Además las maquinarias no cuentan con manuales o guías que le permitan a sus trabajadores manejar con facilidad cualquier imprevisto o fallas operativas que se presente, ocasionando esto, que las maquinarias sean manejadas en forma empírica y aplicando la lógica.

Este trabajo permitió a la empresa evaluar su rendimiento y a su vez minimizar los costos de forma favorable para obtener mejores beneficios y mayor rentabilidad.

## 6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

| TIPO DE INVESTIGACIÓN | CARACTERÍSTICAS   |
|-----------------------|---|
| • Histórica           | Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.  |
| • Documental          | Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.   |
| • Descriptiva         | Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.  |
| • Correlacional       | Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.   |
| • Explicativa         | Da razones del porqué de los fenómenos.   |
| • Estudios de caso    | Analiza una unidad específica de un universo poblacional.   |
| • Seccional           | Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.  |
| • Longitudinal        | Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.      |
| • Experimental        | Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes. |

Tabla 6. Tipos de investigación. Fuente: Universidad ECCI<sup>10</sup>

Para el desarrollo del proyecto descrito en esta monografía se tomará la metodología estudio de caso y descriptiva.

Será un estudio de caso debido a que representa una problemática de la vida real, sobre la cual no se tiene control y está dirigida a comprender el cómo y el por qué sucede el problema recogiendo evidencia cualitativa y cuantitativa, pero también será una investigación de tipo descriptivo porque caracteriza los rasgos de un fenómeno, se describen, analizan e interpretan los datos obtenidos, con lo cual se generara el procedimiento de operación y mantenimiento.

---

<sup>10</sup> UNIVERSIDAD ECCI (ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES). Guía de presentación y entrega de trabajos de grado (tesis, monografía, seminario de investigación, pasantía). Bogotá D.C- Colombia. 2012. Código IF-IN-002.

## **7. MARCO METODOLÓGICO**

Para la elaboración del presente proyecto de investigación, se realizará una formulación por etapas, destacando en cada una de ellas el procedimiento que se realizará. Las etapas del proyecto son:

### **7.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

En esta primera etapa se recopilará información pertinente que aporte datos de gran importancia para el proyecto. Para obtener estos datos será necesario remitirse a manuales de operación y mantenimiento suministrados por el fabricante de las máquinas, en donde se pueda observar la forma de realizar dichas operaciones y la frecuencia en que deben realizarse.

Además de remitirse a los manuales, se obtendrán datos e información mediante entrevistas realizadas a las personas encargadas de manipular los equipos de la línea de producción. Las entrevistas son de gran importancia dado el conocimiento que tiene cada operario sobre la máquina, el mantenimiento que se les realiza, la planificación que existe, el estado en que se encuentra cada equipo, la forma en que falla, la periodicidad con que presenta las fallas y demás datos que permitirán recopilar más información.

### **7.2. ANÁLISIS DE DATOS**

A continuación se presenta una tabla con cada una de las fallas que presenta la Laminadora Rondo 3000, la cual representa el equipos con mayor criticidad de la línea de producción de donuts (el análisis de criticidad podrá observarse en el numeral 7.3.1).

Mediante la información recolectada de las entrevistas y datos suministrados por los operarios de la línea se determinaron la cantidad de paradas de este equipo y las principales fallas funcionales presentes en la laminadora.

| NOMBRE DE LA PARADA                             | PARADAS MES 1 | PARADAS MES 2 | PARADAS MES 3 | PARADAS MES 4 | PARADAS MES 5 | PARADAS MES 6 | MTTR[Horas] |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| Rodamientos de mesas defectuoso                 | 1             | 0             | 0             | 0             | 1             | 0             | 2           |
| Bandas de mesas desalineadas                    | 3             | 2             | 2             | 1             | 3             | 1             | 2           |
| Rompimiento de puntas de rodillos estriados     | 0             | 0             | 2             | 0             | 0             | 1             | 10          |
| Soportes de limpiadores rotos                   | 1             | 0             | 0             | 0             | 0             | 1             | 8           |
| Enharinador obstruido                           | 1             | 2             | 1             | 3             | 2             | 1             | 0.5         |
| Eje de rodillos lisos desgastados               | 0             | 0             | 0             | 2             | 0             | 1             | 10          |
| Correa doble diente des tensionada              | 1             | 0             | 0             | 2             | 0             | 0             | 2           |
| Destencionamiento de correa motor-transmisión   | 2             | 0             | 0             | 0             | 3             | 2             | 1           |
| Deterioro de dientes correas embragues          | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 2             | 7           |
| Rodamiento trinquete defectuoso                 | 0             | 0             | 1             | 0             | 0             | 1             | 12          |
| Micro de guarda no acciona                      | 0             | 2             | 0             | 0             |               | 2             | 3           |
| Muletilla no cierra contactos                   | 0             | 0             | 0             | 0             | 1             | 0             | 1           |
| Pulsadores NO-NC sucios                         | 1             | 1             | 1             | 0             | 2             | 2             | 3           |
| Estrellamiento de tornillo graduador de rodillo | 0             | 0             | 0             | 2             | 0             | 1             | 1           |
| Estallido de fusibles por caída de tensión      | 1             | 2             | 0             | 0             | 0             | 3             | 3           |

**Tabla 7. Descripción de paradas de la Laminadora Rondo 3000. Fuente: Los autores.**

### 7.3. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

A continuación se presentará la propuesta de solución del problema de investigación, detallando las actividades a realizar para lograr el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos.

#### 7.3.1. Análisis de criticidad de la línea de producción.

Para realizar el análisis de criticidad de la línea de producción de donuts, en primera instancia es necesario establecer los criterios o factores de criticidad, tales como: frecuencia de falla, impacto sobre la producción, costo de reparación, impacto sobre la seguridad de los equipos de la línea de producción.

Una vez teniendo estos criterios, se le dará una puntuación o ponderación a cada uno de los criterios, teniendo en cuenta la Tabla 7.

|   |                |
|---|----------------|
| <b>1. FRECUENCIA DE FALLA ( Todo tipo de falla ) (1 – 5)</b>                          | <b>Puntaje</b> |
| No más de 5 semestralmente  | 1              |
| Entre 6 y 14 semestralmente   | 3              |
| Más de 15 semestralmente  | 5              |
| <b>2. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN (1 - 15)</b>  | <b>Puntaje</b> |
| No afecta la producción   | 1              |
| 50% de impacto  | 5              |
| La afecta totalmente  | 15             |
| <b>3. IMPACTO AMBIENTAL (SALUBRIDAD)(0 - 20)</b>                                      | <b>Puntaje</b> |
| No origina ningún impacto sobre la salubridad de las donuts.                          | 0              |
| Afecta totalmente la salubridad y calidad de las donuts.                              | 20             |
| <b>4. IMPACTO EN LA SEGURIDAD PERSONAL (0 - 20)</b>                                   | <b>Puntaje</b> |
| No origina heridas ni lesiones.   | 0              |
| Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 días. | 10             |



|   |                |
|---|----------------|
| Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente. | 20             |
| <b>5. COSTO DE REPARACIÓN. (1 – 10)</b>   | <b>Puntaje</b> |
| Bajo costo de reparación (Inferior a \$100.000 pesos colombianos)                             | 1              |
| Mediano costo de reparación (Entre \$100.000 y \$250.000 pesos colombianos)                   | 5              |
| Alto costo de reparación (Superior a \$250.000 pesos colombianos)                             | 10             |
| <b>6. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR LA FALLA (1 – 10)</b>                                      | <b>Puntaje</b> |
| Bajo (Inferior a 10 minutos)  | 1              |
| Medio (entre 10 - 30 minutos)   | 5              |
| Alto (Superior a 30 minutos)  | 10             |

Tabla 8. Ponderación parámetros de criticidad de equipos. Fuente: Los autores.

Teniendo los puntajes de cada parámetro, se define la criticidad mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia de falla} * \text{Consecuencia} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Siendo:

$$\text{Consecuencia} = a + b \quad \text{(Ecuación 2)}$$

$$a = \text{impacto ambiental} + \text{impacto en la seguridad del operario} + \text{costo de reparación} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

$$b = \text{impacto en la prod.} \times \text{Tiempo prom. para reparar (TPPR)} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Cuando se tiene es valor final de criticidad de los equipos, estos se pueden clasificar como: Críticos, semi-críticos y no críticos, dependiendo de dicho valor, tal como se muestra en la siguiente tabla.

| <b>Nivel de criticidad</b> | <b>Valor de criticidad</b> |
|----------------------------|----------------------------|
| Crítico                    | $\geq 450$ puntos          |
| Semi-crítico               | Entre 200 y 450 puntos     |
| No critico                 | Inferior a 200 puntos      |

Tabla 9. Criterio para la clasificación de los equipos según criticidad. Fuente: Los autores.

Para el caso de la línea de producción de donuts de la empresa se realizó en análisis de criticidad de las tres máquinas que la componen: laminadora, mesa de transferencia y mesa de corte. Los resultados de este análisis se pueden observar en la Figura 10, en la cual también se determinó que la máquina con mayor criticidad es la Laminadora RONDO Star 3000.

| Factores<br>Equipos/Maquinas | Frecuencia de falla        |                                    |                                 | Impacto sobre la producción |                |                                 | Impacto ambiental (Salubridad)           |   | Impacto en la seguridad del operario |   |   | Costo de reparación   |   |   | Tiempo promedio para reparar la falla |                               |                              |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------|---------------------------------|--|---|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                              | Descripción                |                                    |                                 | Descripción                 |                |                                 | Descripción                              |   | Descripción                          |   |   | Descripción   |   |   | Descripción                           |                               |                              |
|                              | No mas de 5 semestralmente | Entre 6 y 14 fallas semestralmente | Mas de 15 fallas semestralmente | No afecta la producción     | 50% de impacto | Afecta totalmente la producción | No afecta en la salubridad de las donuts | Afecta totalmente la salubridad de las donuts | No origina lesiones ni heridas       | Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 días. | Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente. | Bajo costo de reparación (Inferior a \$100.000 pesos colombianos) | Mediano costo de reparación (Entre \$100.000 y \$250.000 pesos colombianos) | Alto costo de reparación (Superior a \$250.000 pesos colombianos) | Bajo (Inferior a 10 minutos)          | Medio (entre 10 - 30 minutos) | Alto (Superior a 30 minutos) |
| Laminadora                   |                            |                                    | 5                               |                             | 5              |                                 |  | 20  |                                      |   | 20  |   | 5   |   |                                       |                               | 10                           |
| Mesa de transferencia        |                            | 3                                  |                                 |                             | 5              |                                 |  | 20  |                                      | 10  |   | 5   |   |   |                                       | 5                             |                              |
| Mesa de corte                |                            | 3                                  |                                 |                             |                | 15                              |  | 20  |                                      |   | 20  |   | 10  |   |                                       | 5                             |                              |

### Informe para el análisis de la criticidad de los equipamientos

#### Criticidad de los equipamientos:

| Equipamiento          | Valor | Criticidad   |
|-----------------------|-------|--------------|
| Laminadora            | 475,0 | CRITICO      |
| Mesa de transferencia | 180,0 | No crítico   |
| Mesa de corte         | 375,0 | Semi-crítico |

Figura 10. Análisis de criticidad línea de producción de donuts. Fuente: Los autores.

### 7.3.2. Elaboración de procedimientos de operación y mantenimiento preventivo de la máquina con mayor criticidad.

#### 7.3.2.1. PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN LAMINADORA RONDO 3000

La laminadora rondo STAR 3000, para su operación cuenta con un solo sistema, el cual consta con diferentes componentes que el operario de antemano debe tener total conocimiento. Este conocimiento los operarios lo han adquirido en capacitaciones anteriores sobre el arranque y la puesta en funcionamiento.

Como todo equipo de producción, la operación de la laminador RONDO 3000, presenta riesgo de accidentes para el operador. La ocurrencia de estos incidentes o accidentes depende del seguimiento estricto del procedimiento de operación que se plantea a continuación.

|   |   |             |
|---|---|-------------|
|   | DEPARTAMENTO DE INGENIERIA  | FECHA:      |
|   | PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN LAMINADORA RONDO 3000  | VERSION: 01 |
|   | REALIZADO POR: ING. ANDRES MUÑOZ<br>ING. ROLAND ROJAS   |             |
| <b>ILUSTRACION GRÁFICA</b>  | <b>PROCEDIMIENTO</b>  |             |
|  <p><b>1. Ubicación de la muletilla para energizar</b></p> | <p>Se debe energizar el equipo. Desde la muletilla.</p> <p>Ubicado al costado derecho de la laminadora tal como se indica en la figura.</p> <p>La muletilla es de dos posiciones estado off y estado on.</p> <p>El equipo debe quedar energizado y listo para arrancar.</p> |             |



## 2. Mesas para colocar masa para laminar

La masa que se va a laminar. Se monta en la mesa del equipo de laminado.

Se debe montar la masa en la mesa que se tenga designada para la entrega de la lámina de masa.

En este caso se monta por la mesa izquierda, la cual está conectada con el siguiente equipo (mesa de transferencia).

Esta masa no debe superar 18 kilogramos



## 3. Ubicación de enharinador

Se debe llenar enharinador, con  $\frac{3}{4}$  partes de harina del compartimiento total

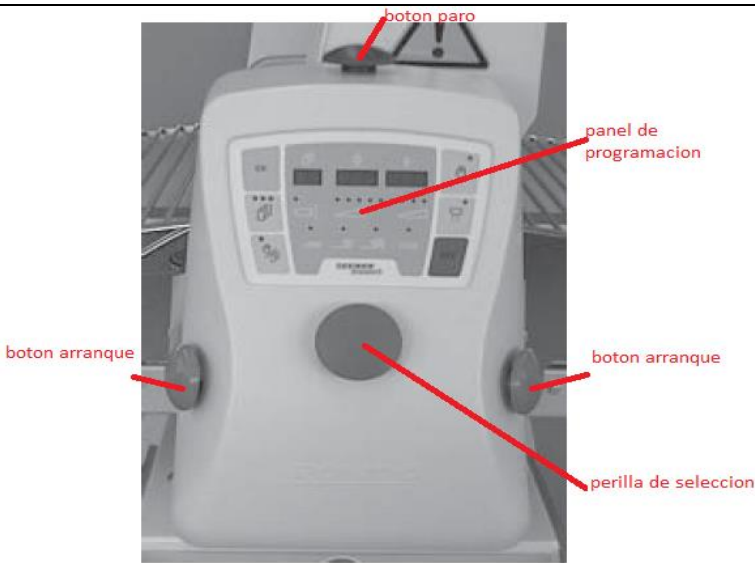
Se gradúa los pasos, para la dosificada de la harina sin que se desperdicie



## 4. Ubicación de guardas de seguridad

Se debe verificar, que las guardas de seguridad este, trabajando correctamente

Ejemplo: se levanta cualquiera de las dos guardas y se oprime el botón verde de arranque, el equipo no debe ponerse en marcha



### 5. Ubicación panel de programación

Se debe a colocar valores de laminado dependiendo el producto. se ajusta:

- Apertura inicial
- Apertura final
- Numero de reducciones
- Intervenciones de enharinador

El operario debe tener por lo menos capacitación básica de operación del equipo para programar manual

De estar la programación ya definida por el ingeniero de producción, el operario solo debe colocar número de programa, recordando conceptos básicos.



### 6. Arranque en modo manual

Se debe tener en cuenta que en el Arranque modo manual, el equipo requiere, que cada vez que la masa pase de mesa izquierda a derecha o viceversa se le **OPRIMA DE NUEVO EL BOTON DE ARRANQUE**, y cuando la masa para, se debe oprimir una vez más el botón de arranque.

Esto con el fin de que la masa pase a la mesa de transferencia, esta operación se consigue con cualquier botón de arranque.

La activación del enharinador debe ser decisión del operador( esto con el fin de que la lámina de masa no se pegue a los rodillos)



### **7. Arranque en modo automático**

Para el arranque en modo automático, al tener definido el número de programa a utilizar.



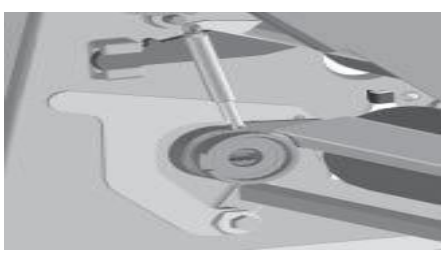
Solo se debe **OPRIMIR UNA SOLA VEZ EL BOTÓN DE ARRANQUE**, ya que el equipo de laminado, activa una foto celda de paso de masa y actúa automáticamente, seguidamente en su último paso. Arroja la masa ya laminada a la mesa de transferencia.

### **7.3.2.2. PROCEDIMIENTO DE PROCEDIMIENTO PARA EJECUTAR MTTTO PREVENTIVO EN LAMINADORA RONDO 3000**

Para realizar las actividades de mantenimiento de la laminadora Rondo STAR 3000, se especifica esta como una maquina con varios sistemas, los cuales constan de diferentes componentes, que de antemano el personal de mantenimiento debe tener amplio conocimiento.

Todo mantenimiento debe ser desarrollado por un técnico que tenga conocimientos en electromecánica, ya que puede haber casos donde se presentan eventos nuevos durante las actividades de mantenimiento y los cuales el técnico debe tener capacidad de solucionarlos o en su defecto deberá reportar el caso ante el ingeniero de mantenimiento.

|  |   |             |
|--|---|-------------|
|  | DEPARTAMENTO DE INGENIERIA                              | FECHA:      |
|  | PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO LAMINADORA<br>RONDO 3000 | VERSION: 01 |
|  | REALIZADO POR: ING. ANDRES MUÑOZ<br>ING. ROLAND ROJAS   |             |

| ILUSTRACION GRAFICA   | PROCEDIMIENTO  |
|---|--|
|  <p><b>1. Tope para sujetar mesas</b></p>                | <p>Encontramos en el punto 7, el sistema de apriete de las mesas</p> <p>Se requiere de destreza para el desmontaje de las mesas, este tope(6) es de presión y se mueve hacia un solo lado dejando libre el tope donde encaja la mesa</p> <p>Se requieren dos personas, con inducción básica para el desmontarme de la mesa y banda</p> |
|  <p><b>2. Mesas para colocar masa para laminar</b></p> | <p>Se debe tomar la mesa por un costado el cual va contra la posición del tope.</p> <p>Se le realiza presión a la mesa, del otro lado debe estar la otra persona, que mantiene estática la máquina y recibe la mesa.</p>   |
|  <p><b>3. Soportes de rascadores</b></p>               | <p>Se debe revisar los topes de fijación del limpiador de los rodillos, donde se le realizara limpieza.</p> <p>Es de suma importancia realizar es inspección antes para verificar si hay defecto en los rascadores de limpieza.</p>  |





#### 4. Alineación de tensor de bandas

Se debe tomar medidas de los tensores de las bandas, para asegurar, la misma tensión de las bandas evitando más tiempo en la alineación final de las mismas y tener referencia por si se requiere el cambio de bandas.



#### 5. Desmontaje de banda

Después de tener las mesa desmontadas se debe quitar la bandas, se deben revisar el estado de las mismas, que no se encuentren con fisuras, agujeros o desempalmé.

Cuando las bandas se han desgastado por los bordes se debe tomar medidas y verificar el límite de medida para buen funcionamiento, de no cumplirse se debe cambiar.



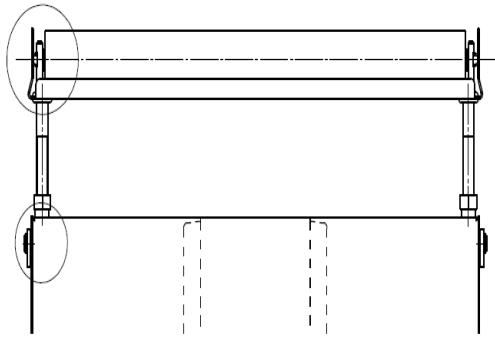
#### 6. Cabezote y panel de control

Se requiere desmontar cabezote, lo cual se consigue con la extracción de tornillos de cabeza Bristol de 5 mm

Estos se encuentran detrás del panel, constan de seis tornillos

Se verifica lubricación y posición de tornillo sinfín de posicionado de rodillos de laminado, en esta parte de la maquina se encuentra todo el sistema de embragues y correas de los mismos.

Se hace inspección de tensiones y desgaste de dientes, de observarse muy deterioradas se debe programar cambio.



### 7. Desmontaje de rodillos lisos

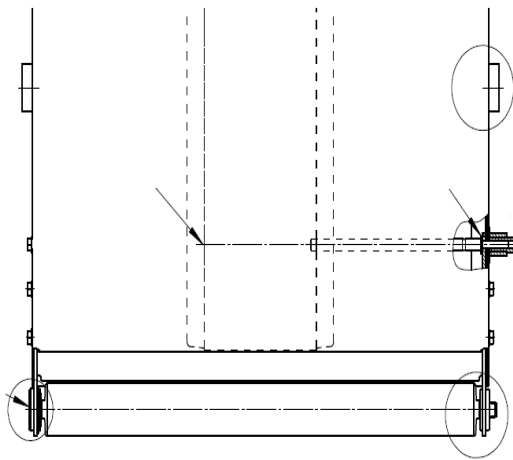
Se coloca la mesa horizontalmente, con el fin de in c medidas equidistantes entre Tensores

Donde se muestra con el circulo, se tiene que extra seguir con la pinza dispuesta para este fin .

Es parte del rodillo sale completo de la Mesa de aluminio, el cual se desarma para extraer rodamientos

Se toman referencia de rodamientos

Estos son rodillos lisos van en los extremos del Equipo Este mismo procedimiento se hace para c de las dos mesas



### 8. Desmontaje rodillo estriado

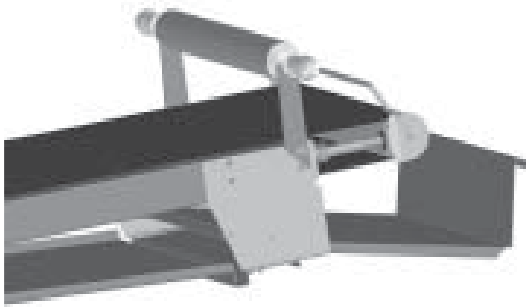
Se requiere tener dos llaves boca fija que sea de 13mm, donde se soltaran tornillos de los soportes para que se pueda extraer rodillo estriado

Con extractor de uñas y sujetador tipo ojo, se deben extraer cada uno de los rodamientos

Se toman referencia de los rodamientos y posición donde van

El tope de mesa debe situarse con varilla original de la maquina hasta la mitad de la mesa.

Cada círculo muestra la parte para ser desarmada. Esto puntos son fundamentales para no cometer el error de armar de nuevo la mesa Este mismo procedimiento se hace para cualquier de las dos mesas.



### 9. Accesorios de las mesas

Es de suma importancia que los accesorio de las dos bandas se hayan desmontado y revisado y verificar que no se encuentren averiados

Se dejan para lo último la limpieza y el lavado

De ser necesario cualquier ajuste o reparación se tomar tiempo para ser llevadas a reparar.



### 10. Extracción de rodamientos en rodillos lisos y estriados

Se debe extraer rodamiento de los rodillos  
Con extractor de uñas de 4 y 6 pulgadas

Este procedimiento se realiza para los dos rodillos lisos de los extremos de las mesas

Se debe extraer los rodamientos de los rodillos estriados

Se realiza una inspección con calibrador a los rodillos estriados para verificar las medidas de las puntas, las cuales son de mayor desgaste.

De ser necesario se tomara el reporte para Pedir repuesto original

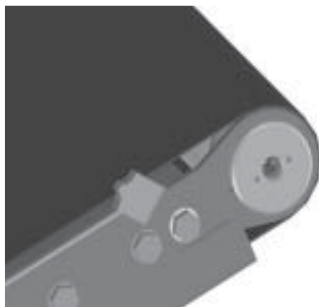


### **11. Ensamble de rodillos en mesas de laminadora**

Todos los rodillos debe quedar con rodamientos nuevos e instalados, donde se les realiza lavado y limpieza general

Se toman datos de las dimensiones para verificar su funcionalidad. En informe final se apunta que rodillos se deben cambiar para un próximo mantenimiento

Se les monta las bandas a las dos mesas, solo si estas bandas están dentro del límite de buen funcionamiento



### **12. Bandas terminadas y ensambladas**

Se organiza las mesas en un solo sitio para ensamblar los rodillos.

Las dos mesa deben quedar ensambladas con las bandas para tenerlas listas, una vez hecho el mantenimiento de la base de la máquina.



### 13. Desarme de enharinador

En el sistema de riego de la harina se encuentra el enhariador, el cual requiere mantenimiento en los pasos que dejan circular la harina

El equipo debe estar desenergizado por completo.

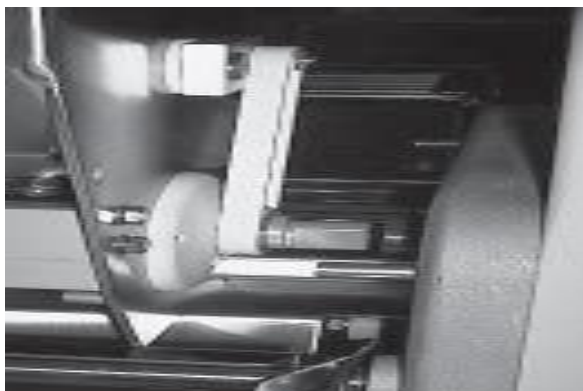
Verificar que las guardas no estén en posición elevada, esto con el fin de evitar daños al equipo o accidentes con el técnico



### 14. Desenganche del enharinador

Se tiene presente que el enharinador se encuentra enganchado a la base de la máquina, lo cual se debe seguir los siguientes pasos para desmontarlo:

- Se toma de la base del enharinador se atrae hacia el cabezote del panel control
- Se levanta de la ranura de sujeción, este debe quedar libre



### 15. Sistemas de enganche enhariador

Después de haber desmontado el enharinador

Se requiere limpiar y lavar todas las partes metálica y plástica

Se debe tomar medidas en la punta del enharinador, para verificar que cumpla con las dimensiones correctas para su buen funcionamiento



### **16. Graduación de paso de harina**

En el enharinador, se debe ajustar el paso de la harina.

Estos se encuentran a un costado del enharinador estos se ajustan con la experiencia del operario al iniciar cualquier operación del equipo.

Se debe entregar lavado y limpieza en todas sus partes, no se requiere desarme general



### **17. Desarme y revision de sistema de limpieza rascadores**

Es de suma importancia antes de desarmar el sistema de rascadores se debe limpiar la fotoceldas de paso de paso de la masa.

Estos sensores se pueden limpiar con un trapo húmedo donde solo se le baje la cantidad de harina acumulada

Se suelta el limpiador automático que viene por defecto en el equipo,, para realizarle su debida limpieza



### **18. Desmontaje de rascadores**

Se requiere bajar el tope, que mantiene la mesa en una sola posición

Se debe inspeccionar que la guarda quede bien asegurada en el tope y que no esté suelta puede causar daño o fractura al técnico

Estos topes bajan a presión, debe aplicarse una fuerza considerada, donde con una mano se sostiene la guarda por seguridad y con la otra mano se baja el tope

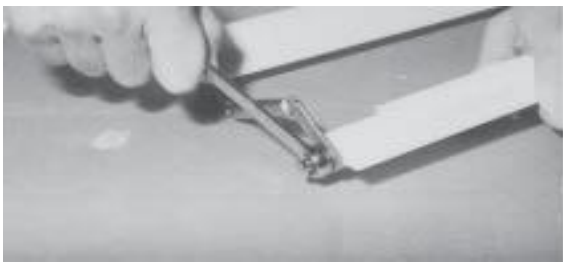


### 19. Desmontaje de rascadores

Al tener los topes abajo, se puede sacar el rascador hacia un extremo, dejando este libre

Se lleva a una mesa o base donde se pueda desarmar

Los rascadores son dos en cada mesa. Los cuales se pueden seguir el mismo procedimiento para cada uno.



### 20. Desarme de hojas de rascadores

Con la llave boca fija de 13 mm, se aflojan los tronillos que están en el extremo de cada hoja de los rascadores

se deben sostener como se muestra en la figura, para evitar accidentes

Se toma con una mano por el lado que menos filo tiene la hoja de teflón.



### 21. Hojas de teflon sueltas

Para los dos rascadores se requiere el mismo proceso, ya que constan de las mismas partes

El apriete de los tornillo deben, sin exceso de fuerza ya que dañarían las roscas de la las hojas.



### **22. Limpieza final de hojas de rascador**

Se procede a limpiar las hojas de teflón con un trapo húmedo que quite residuos de la masa.

Se debe verificar si las hojas presentan alguna fisura o grietas, con el fin de pedir repuesto para el próximo mantenimiento preventivo

Donde se encuentra la apertura de los rodillos se debe limpiar profundamente, con el fin de no dejar ningún residuo de masa.

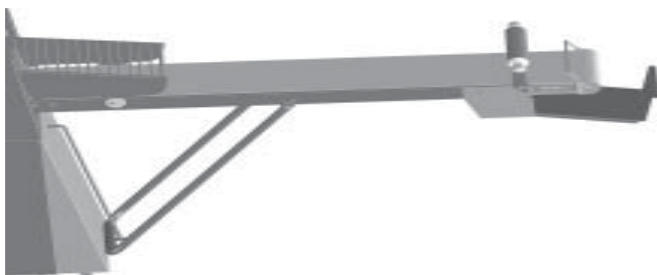


### **23. Instalacion de mesas en la base**

Se requiere montar la mesa si tensionar bandas, ya que las bandas se alinea cuando el equipo se pueda ver trabajando.

Para este trabajo se requieren dos personas, como se mostró en el principio de los procedimientos.

Se debe asegurar de que la banda quede bien posicionada antes de encender el equipo  
Este mismo procedimiento se realiza para la otra mesa.



### **24. Soporte para las mesas**

Para soportar esta mesa se les debe montar el soporte que asegura la mesa en la posición indicada

Esta actividad también debe ser desarrollada por dos personas que se disminuye el riesgo de sufrir algún accidente.

Esta mesa se debe posicionada, hacia la dirección de salida de la masa y ser conectada mecánicamente a la mesa de transferencia



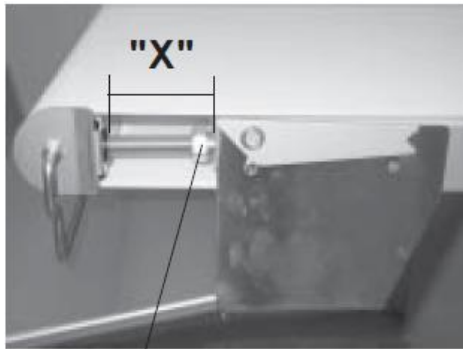


### 25. Soporte de mesa de inicio de laminado

Para la mesa de entrada de la masa se debe posicionar con el soporte que se muestra en la figura.

La mesa de entrada es la que mayor carga recibe, ya que la masa no ha pasado por ningún proceso de laminado.

Esta actividad también debe ser desarrollada por dos personas que se disminuye el riesgo de sufrir algún accidente.



### 26. Tension y alineación de las bandas

Con las medidas que se tomaron al inicio del mantenimiento, se deben tomar como referencia para tensionar las bandas y alinear.

De todos modos la alineación lleva algo de tiempo y paciencia ya que se debe ir ajustando, en el movimiento de las bandas se observa para donde se debe tensionar, esto se debe hacer hasta que quede alineadas.

Es importante que antes de conectar el equipo mecánicamente, se alineen y tensionen las bandas.



### 27. Ensayo final de laminadora

Por último se debe hacer un ensayo de todos los componentes que actúan en la máquina:

- Observar que la máquina se detenga cuando se levante cualquier guarda.
- Que todos los botones funcionen.
- Que encienda y se mueva libremente el enharinador.
- Que las bandas no se desalineen.

Comprobar que el panel de control funcione correctamente.

### **7.3.3. Actividades de mantenimiento proactivo para buscar incrementar el tiempo promedio entre fallas (MTBF).**

Las actividades de mantenimiento proactivo están dirigidas fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de las máquinas.

Con las actividades de mantenimiento proactivo que se proponen implementar en la línea de producción de donuts, se emplea el diagnóstico y las tecnologías de orden preventivo y predictivo con el fin de buscar aumentos en el Tiempo Promedio entre Fallas- MTBF y disminuir a su vez las tareas o acciones de mantenimiento correctivo.

A continuación se presentará en la Figura 11 las actividades de mantenimiento proactivo que se proponen, logrando con esto reducir el número de paradas de la línea de producción y así lograr aumentar la confiabilidad de la misma, equivalente al aumento del MTBF

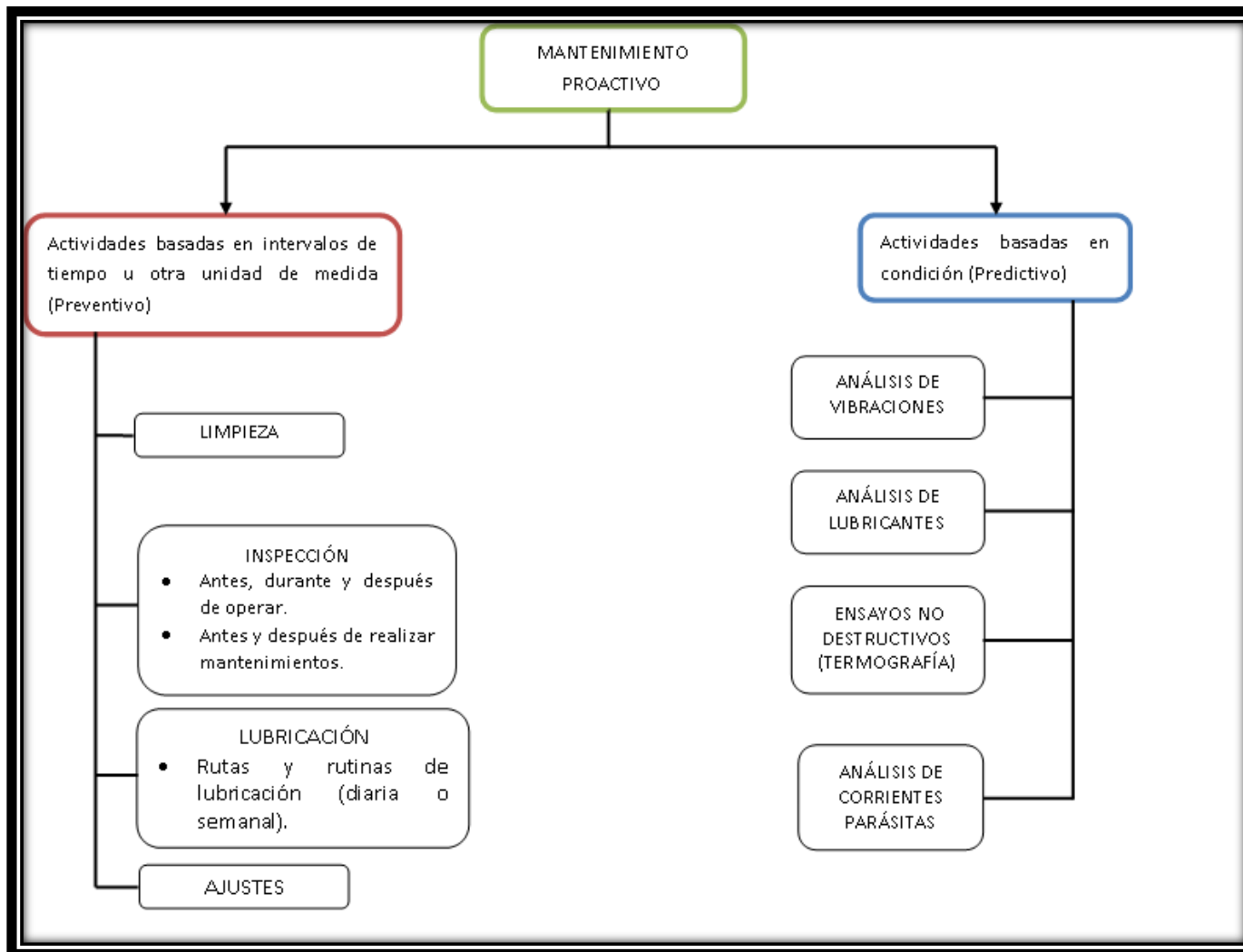


Figura 11. Actividades de mantenimiento proactivo a implementar en la línea de producción. Fuente: Los autores.

A continuación se detallan cada una de las actividades de mantenimiento preventivo.

| <b>ACTIVIDADES</b>                               | <b>DESCRIPCION</b>                             | <b>PERIODICIDAD</b> |
|--|--|---------------------|
| ACTIVIDADES DE LIMPIEZA DE RUTINA                | Limpieza de superficie de la laminadora        | Diaría              |
|  | Limpieza superficial del panel de control      |                     |
|  | Limpieza de pulsadores                         |                     |
| ACTIVIDADES DE LIMPIEZA DURANTE EL MANTENIMIENTO | Limpieza de tornillos extremos de los rodillos | Semanal             |
|  | Limpieza de rodillos lisos                     |                     |
|  | Limpieza de rodillos estriados                 |                     |
|  | Limpieza de tablero eléctrico                  |                     |
|  | Limpieza de borneras eléctricas                |                     |
|  | Limpieza de tarjetas eléctrica                 |                     |
| ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN                        | Limpieza de rodamientos                        | Semanal             |
|  | Inspección tornillería                         |                     |
|  | Inspección de rodamientos                      |                     |
|  | Inspección de correas                          |                     |
| ACTIVIDADES DE AJUSTE                            | Inspección de pines                            | Quincenal           |
|  | Ajuste tornillería                             |                     |
|  | Ajuste de borneras                             |                     |
|  | Ajuste de bandas                               |                     |
|  | Ajuste enharinador                             |                     |
|  | Ajuste de micro switch                         |                     |

Tabla 10. Actividades de mantenimiento preventivo laminadora. Fuente: Los autores

En vista del bajo presupuesto de la empresa para adquirir equipos como la máquina termo gráfica o equipos de mediciones de vibraciones; las actividades de tipo predictivo serán realizadas semestralmente contratando a una empresa experta en realizar este tipo de ensayos o actividades, y los costos de estas serán cargadas al presupuesto anual de la empresa para el rubro de mantenimiento.

Por otra parte las actividades de limpieza, inspección, lubricación, análisis de lubricantes y ajustes menores como ajuste de tornillos, arandelas de presión, tuercas, etc.; serán realizados por los mismos operarios quincenalmente que junto con las capacitaciones que recibirán darán lugar al mantenimiento autónomo, es

decir que el operario tiene la total capacidad y el conocimiento para operar y realizar el mantenimiento de las máquinas.

#### **7.3.4. Plan de capacitaciones técnicas de operación y mantenimiento.**

Para que un plan de capacitaciones sea preciso y estructurado, es de suma importancia atender las necesidades de formación y entrenamiento de cada persona, ya que todas cuentan con necesidades y conocimientos diferentes uno del otro.

Con el fin de conocer las necesidades de formación del personal de la empresa es necesario que cada uno diligencie el formato que se presenta en la siguiente figura.

**FORMULARIO  
ANÁLISIS DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN**

PUESTO DE TRABAJO: \_\_\_\_\_

TRABAJADOR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

| AREAS DE CONOCIMIENTO | NIVELES DE FORMACION |               |
|-----------------------|----------------------|---------------|
|                       | Del puesto           | De la persona |
| ADMINISTRATIVA:       |                      |               |
| .....                 |                      |               |
| .....                 |                      |               |
| GESTION DE CALIDAD:   |                      |               |
| .....                 |                      |               |
| .....                 |                      |               |
| PRODUCCION:           |                      |               |
| .....                 |                      |               |
| .....                 |                      |               |
| MANTENIMIENTO:        |                      |               |
| .....                 |                      |               |
| .....                 |                      |               |
| OTRA(s) AREA(s):      |                      |               |
| .....                 |                      |               |
| .....                 |                      |               |

Niveles de Formación: Básico (B), Medio (M), y Superior (S).

EVALUADOR: \_\_\_\_\_ EVALUADO: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

Figura 12. Formato de necesidades de capacitación. Fuente: Los autores.

Una vez diligenciado el anterior formato por cada uno de los trabajadores de la empresa, el departamento de recursos humanos será el encargado de analizarlos y establecer los cursos pertinentes a dictar.

Con el fin de dar a conocer los cursos que la empresa optará por tomar, se diligenciará el formato de la *Figura 13*, el cual se hará público a toda la organización. En este formato se especifica que curso se dictará, quien lo dictará (ya que este puede ser dictado por la misma empresa o por una empresa experta en el tema),

se describirán los temas a tratar, a quien va dirigido o quienes deberán asistir, la prioridad (es decir sí es de carácter obligatorio u opcional) y por último se indica la intensidad horaria de dicha capacitación.

| AREA DE CONOCIMIENTO | NOMBRE CAPACITACIÓN | DESCRIPCIÓN | DPTO. ENCARGADO | DIRIGIDO A | PRIORIDAD | INTENSIDAD HORARIA |
|----------------------|---------------------|-------------|-----------------|------------|-----------|--------------------|
| ADMINISTRATIVA       |                     |             |                 |            |           |                    |
|                      |                     |             |                 |            |           |                    |
|                      |                     |             |                 |            |           |                    |
| CALIDAD              |                     |             |                 |            |           |                    |
|                      |                     |             |                 |            |           |                    |
|                      |                     |             |                 |            |           |                    |
| PRODUCCIÓN           |                     |             |                 |            |           |                    |
|                      |                     |             |                 |            |           |                    |
|                      |                     |             |                 |            |           |                    |
| MANTENIMIENTO        |                     |             |                 |            |           |                    |
|                      |                     |             |                 |            |           |                    |
|                      |                     |             |                 |            |           |                    |
| OTRAS AREAS          |                     |             |                 |            |           |                    |
|                      |                     |             |                 |            |           |                    |
|                      |                     |             |                 |            |           |                    |

Figura 13. Cuadro de capacitaciones. Fuente: Los autores.

Lo anterior se realiza con el fin de fortalecer las habilidades, competencias, conocimientos y experiencia del personal.

Cabe resaltar que la empresa en algunos casos especiales tendrá la opción de enviar a sus empleados a capacitaciones más puntuales y de mayor especialización, tales como las capacitaciones del área de mantenimiento.

Bajo la primicia “Lo que no se mide no se puede controlar”, es necesario que el personal de la empresa realice una evaluación sobre las capacitaciones con el fin de saber la percepción que se tuvo de la capacitación y aspectos que se pueden mejorar de estas, para lo cual se emplea el formato presentado en la Figura 14, llamado Formato de Evaluación de capacitaciones.

En esta evaluación el personal deberá responder con sus palabras a cuatro (4) factores primordialmente, que son:

- Reacción o satisfacción: este factor hace referencia a cuál fue la acogida o el nivel de satisfacción.
- Aprendizaje: este factor determina si verdaderamente la persona fortaleció o no sus conocimientos, si adquirió un nuevo conocimiento o no.
- Comportamiento: este factor permite establecer si las personas están en capacidad de transmitir el conocimiento adquirido.
- Resultados: determina el impacto que tuvo la capacitación sobre cada persona y cómo esta ayuda a que se alcancen los objetivos empresariales.



| FORMATO DE EVALUACION DE CAPACITACIONES   |                       |
|---|-----------------------|
| TRABAJADOR  | FECHA DE CAPACITACION |
| PUESTO DE TRABAJO   |                       |
| NOMBRE DE LA CAPACITACION   |                       |
| El presente formato permite evaluar la capacitación y para esto se tendrán 4 aspectos.                    |                       |
| 1. REACCION O SATISFACCION (Describa el nivel de satisfacción que le deja la capacitación)                |                       |
| 2. APRENDIZAJE (La capacitación tomada fortaleció sus conocimientos, adquirió conocimiento nuevos o no?)  |                       |
| 3. COMPORTAMIENTO (Esta usted en capacidad de transmitir a otros el conocimiento adquirido?)              |                       |
| 4. RESULTADOS (Los conocimientos adquiridos tendrán impacto en su puesto de trabajo, nivel personal, etc) |                       |
| FIRMA   |                       |

## 7.4 ENTREGA DE RESULTADOS

Como resultado del presente trabajo de investigación se diseñaron los procedimientos técnicos de operación y mantenimiento de la laminadora Rondo Star 3000, junto con los formatos de matriz de criticidad y formatos de competencias en las áreas de conocimientos para aplicar a cada operario.

## **8. FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **8.1. FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIAS**

Para la obtención de la información se realizaron entrevistas a los operarios de las máquinas la línea de producción, quienes con sus experiencia brindaron información pertinente sobre el mantenimiento que se les daba a los equipos, las formas en que se presentaban las fallas, posibles soluciones “apaga incendios” cuando se presentaban, periodicidad de las fallas, entre otras cosas.

Por otra parte para un mejor entendimiento del funcionamiento de cada máquina componente de la línea de producción se recurrió a los manuales y/o catálogos del fabricante.

### **8.2. FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIAS**

Como fuentes de información secundarias se contó con la información suministrada durante el proceso de aprendizaje en la especialización de gerencia de mantenimiento.

En la búsqueda de la información, se encontrarán monografías, trabajos de grado, proyectos de investigación, papers y artículos de investigación con información relacionada con la gestión de activos, planes de mantenimiento preventivos, mejoramiento de planes de mantenimiento, etc.

Otra fuente de información secundaria fue la suministrada por el ingeniero y asesor del trabajo de investigación Nelson Rojas, quien fue el encargado de dar las pautas y realizar las correcciones adecuadas al presente.

## 9. ANÁLISIS FINANCIERO

Se relacionaran los costos para el proyecto en la empresa donde se va a exponer los procedimientos, en la busca de la mejora de los procesos de operación y mantenimiento.

Se tomara como base un día de 24 horas para saber cómo afectara a la producción durante las paradas de la máquina, teniendo en cuenta que se manejan tres turnos de 6 personas.

### PRODUCCIÓN

Se realizará la siguiente descripción para calcular los costos de materia prima utilizados durante las 24 horas de producción. Estos datos son tomados de las pruebas en campo, en una producción real.

- $\$6405.132$  la hora de cada persona con prestaciones \* 18 personas que actúan en los tres turnos \* 24 horas =  $\$2'767.017,024$
- $\$500$  kilo de harina \* 75 kilos =  $\$37.500$  \* 8 horas \* 3 turnos =  $\$900.000$
- 400 pesos litro de agua \* 30 =  $\$7000$  \* 8 horas \* 3 turnos =  $\$168.000$
- 20 kilos de azúcar \* 8 horas \* 3 turnos \* precio de kilo azúcar  $\$600$   
=  $\$288.000$
- 30 kilos de levadura \* 8 horas \* 3 turnos \* precio de la levadura 2000  
=  $\$1'440.000$
- 10 kilos de mantequilla \* 8 horas \* 3 turnos \* precio de mantequilla \* kilo 2300 =  
 $\$ 552.000$
- 4 kilos de huevo \* 8 horas \* 3 turnos \* precio de cubeta huevos  $\$6000$   
=  $\$ 576.000$
- 30 litros de leche \* 8 horas \* 3 turnos \* precio de litro de leche  $\$1800$  =  $\$ 1'296.000$

| ITEM                     | COSTO                  |
|--------------------------|------------------------|
| Costo persona / 24 horas | \$2'767.017,024        |
| Harina                   | \$900.000              |
| Agua                     | \$168.000              |
| Azúcar                   | \$288.000              |
| Levadura                 | \$1'440.000            |
| Mantequilla              | \$ 552.000             |
| Huevos                   | \$ 576.000             |
| Leche                    | \$ 1'296.000           |
| <b>TOTAL</b>             | <b>\$5'496.701,024</b> |

Tabla 11. Costos diarios de producción. Fuente: Los autores.

### PRODUCCION TOTAL DE LA LINEA EN UNA HORA

| Costo unidad donuts producida | Donas producidas una hora por la línea | Donas producidas en un día | Valor total producido hora |
|-------------------------------|--|----------------------------|----------------------------|
| \$ 1800                       | 170 donuts                             | 4080 donuts                | <b>\$ 306.000</b>          |

Tabla 12. Producción total de la línea en 1 hora. Fuente: Los autores.

### PRODUCCION TOTAL DE LA LINEA EN 24 HORAS

| Unidades producidas | Valor producción en una hora | Valor total producción en 24 horas |
|---------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 4080 donuts         | \$ 306.000                   | <b>\$ 7'344.000</b>                |

Tabla 13. Producción total de la línea diariamente. Fuente: Los autores.

### INVERSION EN UN TRIMESTRE DE MANTENIMIENTO

| Costo por mantenimiento    | Agosto       | Septiembre   | Octubre      | Promedio mensual    |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|
| Mantenimientos correctivos | \$ 3'000.000 | \$ 3'500.000 | \$ 4'500.000 | <b>\$ 3'600.000</b> |

Tabla 14. Inversión en mantenimiento. Fuente: Los autores.

## COSTOS FIJOS

| ITEM                 | VALOR DIARIO    | VALOR SEMANA       |
|----------------------|-----------------|--------------------|
| Impuestos            | \$19.450        | \$136.150          |
| Energía              | \$100.000       | \$700.000          |
| Agua                 | \$60.000        | \$420.000          |
| Teléfono             | \$6.700         | \$46.900           |
| Gas                  | \$33.350        | \$233.450          |
| Celular              | \$26.700        | \$186.900          |
| Internet             | \$16.700        | \$116.900          |
| Costo administrativo | \$10.000        | \$70.000           |
| <b>TOTAL</b>         | <b>\$272900</b> | <b>\$1'910.000</b> |

Tabla 15. Costos fijos de la empresa

En la siguiente tabla se realiza la relacion de todos los costos de la produccion ideal de un día de 24 horas en la linea piloto, más el dinero destinado al area de mantenimiento y costos fijos.

| ITEM                       | COSTO / DIA        | COSTO / SEMANAL     |
|----------------------------|--------------------|---------------------|
| Costo persona / 24 horas   | \$2'767.017        | \$19'369.119        |
| Harina                     | \$900.000          | \$4'700.000         |
| Agua                       | \$168.000          | \$1'176.000         |
| Azúcar                     | \$288.000          | \$2'016.000         |
| Levadura                   | \$1'440.000        | \$10'080.000        |
| Mantequilla                | \$ 552.000         | \$3'864.000         |
| Huevos                     | \$ 576.000         | \$4'032.000         |
| Leche                      | \$ 1'296.000       | \$9'072.000         |
| inversión en mantenimiento | \$120.000          | \$840.000           |
| Costos fijos               | \$272.900          | \$1'910.000         |
| <b>TOTAL</b>               | <b>\$8'379.917</b> | <b>\$58'659.419</b> |

Tabla 16. Costo total de la producción en un día (24h) incluyendo inversión de mantenimiento. Fuente: Los autores.

Para el cálculo del ROI, de este proyecto se tomara la producción de una semana.

| <b>Ganancia por día</b> | <b>Ganancia por semana</b> |
|-------------------------|----------------------------|
| <b>\$ 1'820.100</b>     | <b>\$12'740.581</b>        |

Tabla 17. Ganancias diarias de la producción. Fuente: Los autores.

$$\text{ROI} = (\text{GANANCIA} / \text{INVERSION}) * 100$$

$$\text{ROI} = (\$12'740.580 / \$58'659.960) * 100$$

$$\text{ROI} = 21\%$$

Según el estudio la inversión de la línea de producción de donuts fue de \$58'659.419, si se tuviese una producción ideal, es decir del 100%, pero como en toda compañía se debe contemplar un margen de pérdidas que para el presente proyecto fue del 5%, el retorno de la inversión se daría en **5** días.

## 10. TALENTO HUMANO

En el ámbito social el presente trabajo generara un valor agregado al personal de la fábrica de donuts, ya que este será capacitado y así sus conocimientos, competencias y habilidades aumentaran, logrando de esta manera realizar trabajos de operación y mantenimiento de los equipos con una mayor eficiencia y una mejor calidad.

Es importante determinar en primer instancia aquellas áreas de conocimiento débiles en cada trabajador, para de esta manera atacarlas inmediatamente; y aquellas áreas de conocimiento que representan una fortaleza la empresa deberá seguirlas fortaleciendo con el fin de formar líderes altamente competentes.

El personal de la línea de producción recibirá capacitación en diferentes temas concernientes al desarrollo de su trabajo, tales como: manipulación y operación de las equipos de la línea, mantenimiento de equipos, técnicas de mantenimiento predictivo y preventivo aplicables a los equipos de la línea, enfocadas en minimizar las paradas de los activos y aumentar el MTBF.

Estas capacitaciones buscan a su vez reducir los riesgos de operación de los equipos, al momento de operarlos o durante las actividades de mantenimiento que se realicen a los mismos.

## 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 11.1. CONCLUSIONES

- Con el desarrollo de este proyecto se observó la gran importancia y lo primordial que es realizar la matriz de criticidad de los equipos o activos de una empresa, sea cual sea esta, es decir sin importar si es una empresa manufacturera, textil, automotriz o del sector de alimentos.

La matriz de criticidad en primera instancia nos dice a cuales equipos es necesario prestar una mayor atención, ya que no todos afectan o generan gran impacto en la empresa.

Elaborar cuidadosamente esta matriz de criticidad es vital, ya que a partir de esta se establecen las actividades de mantenimiento predictivo, preventivo o correctivo a realizar en cada equipo.

- Se evidenció en el desarrollo del trabajo que muchos de los operarios conocen bien los equipos que operan y contaban con una amplia experiencia, pero a su vez se observó que al momento de realizar las actividades de mantenimiento se ejecutaban de manera empírica y no basados en un protocolo o procedimiento a seguir, lo cual se prestaba para que cualquiera de los operarios pasara por alto u olvidara alguna actividad o en su defecto que algunos operarios tomaran mucho más tiempo del adecuado en ejecutar las acciones de mantenimiento.

Es por esto que se notó la necesidad de elaborar y dejar como entregable físico a la empresa, los procedimientos técnicos de operación y mantenimiento del equipo con mayor criticidad (Laminadora Rondo 3000), con el fin de estandarizar estas actividades.



Aplicando estos procedimientos se logra:

1. Reducir la cantidad de paradas de la maquina por malas operaciones (errores humanos).
2. Reducir los tiempos de paradas.
3. Disminuir las tareas de mantenimiento correctivo en la línea de producción.
4. Aumentar la calidad de las actividades de mantenimiento proactivo.
5. Aumentar el MTBF (Tiempo medio Entre fallas).

- Para determinar cuáles actividades de mantenimiento proactivo eran aplicables a la línea de producción de donuts fue necesario contar con la ayuda de los operarios de cada uno de los equipos.

Ellos son quienes conocen de antemano la manera en que operan y la forma en que fallan los equipos, es por esto que mediante este trabajo de investigación se concluye que para poder implementar un óptimo plan de mantenimiento en cualquier compañía, es necesario contar con la experiencia o conocimiento técnico y emperico adquirida de los operarios, el cual debe recopilarse mediante entrevistas o cuestionarios.

- Durante el desarrollo de este trabajo, se plantearon diversas actividades de mantenimiento proactivo que buscan aumentar el MTBF (Tiempo medio entre Fallas) tales como limpieza, inspecciones, ajustes menores; que junto con la aplicación de los procedimientos de operación y mantenimiento lograron aumentar considerablemente la confiabilidad de la laminadora, ya que esta ha realizado satisfactoriamente su función, sin presentar fallas de gran incidencia que den lugar a mantenimientos correctivos. Cabe aclarar que el equipo es sometido a paradas; pero estas se realizan con el fin de realizar

las actividades de mantenimiento preventivo, las cuales no afectan o no se tienen en cuenta para determinar la confiabilidad del mismo.

- A pesar de la vasta experiencia con la que cuentan los operarios fue necesario establecer las fortalezas y debilidades del personal de la línea de producción en todas y cada una de las áreas de conocimiento de la empresa, ya que muchas de las personas contaban con grandes conocimientos en el área de mantenimiento pero no tenían nociones del impacto que tenían las actividades que ellos ejecutaban en las demás áreas como la financiera, de calidad y de producción.

Estableciendo las fortalezas y debilidad de cada persona se logró establecer el programa de capacitaciones, el cual busca formar líderes competentes para la organización.

## **11.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a la fábrica de donuts y a cualquier empresa independiente del sector productivo al que pertenezca, implementen programas en donde todos los trabajadores se identifiquen con la empresa, empezando desde la alta dirección. Es importante que cada persona tenga más compromiso con cada uno de los activos de la empresa y no se delegue estos solamente al área de mantenimiento.
- Es importante en cualquier compañía antes de establecer actividades o planes de mantenimiento a los activos, primero que todo determinar los equipos o activos críticos con los que se cuenta, realizando la matriz de criticidad. Cabe resaltar que esta matriz debe ser elaborada en conjunto y con ayuda de cada una de las áreas de la empresa y no debe ser una tarea exclusiva del área de mantenimiento. En la elaboración de esta matriz debe intervenir el área de producción, el área administrativa, comercial, entre otras;

con el fin de establecer el alcance, los tiempos y los costos de las actividades a realizar.

- El presente trabajo fue aplicado a la laminadora Rondo 3000, la cual resulto el equipo con mayor criticidad, pero se recomienda elaborar los procedimientos de operación y mantenimiento de las otras dos máquinas de la línea de producción.

## 12. BIBLIOGRAFIA Y CIBERGRAFIA

### 12.1. BIBLIOGRAFIA

[1] CRESPO MARQUEZ, Adolfo. PARRA MARQUEZ, Carlos Alberto. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos. Desarrollo y aplicación práctica de un modelo de gestión de mantenimiento (MGM). Primera Edición. Sevilla - España. Ingeman – Asociación para el desarrollo de la Ingeniería de Mantenimiento. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla, 2012.

[2] GOMEZ DE LEON, Félix Cesáreo. Tecnología del mantenimiento industrial. Primera Edición. Murcia - España. Universidad de Murcia - Servicio de publicaciones, 1998. ISBN 84-8371-008-0. Págs. 21- 29.

[3] ACUÑA, Jorge. Ingeniería de confiabilidad. Primera edición. Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2003. ISBN 9977-66-141-3.

[4] REY SACRISTAN, Francisco. El auto mantenimiento en la empresa. Etapas y experiencias para su implantación. Madrid – España. Editorial Fundación Confemetal, 2002. ISBN 84-95428-59-8.

[5] GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Francisco Javier. Teoría y práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Segunda Edición. Madrid – España. Editorial Fundación Confemetal, 2005. ISBN 84-96169-49-9.

[6] AMENDOLA, Luis José. Gestión de proyectos de activos industriales. Valencia – España. Editorial de la UPV- Universidad Politécnica de Valencia, 2006. ISBN 84-8363- 052- 4.

[7] DE BONA, José María. La gestión del mantenimiento. Guía para el responsable de la conservación de locales e instalaciones. Criterios para la subcontratación. Madrid - España. Editorial Fundación Confemetal, 2010. ISBN 84-89786-81-X.

[8] UNIVERSIDAD ECCI (ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES). Guía de presentación y entrega de trabajos de grado (tesis, monografía, seminario de investigación, pasantía). Bogotá D.C- Colombia. 2012. Código IF-IN-002.

## **12.2. CIBERGRAFIA**

[1] RIVADENEIRA ENCALADA, Zoyka. Gestión estratégica de activos productivos de Petroindustrial. EPPetroecuador. Disponible en: <<http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/gestion-estrategica-activos-productivos-petroindustrial-ecuador.htm#mas-autor>> [Publicado el 13 de Agosto de 2012]

[2] MONZON DUEÑAS, Paul. Gestión del Mantenimiento. Universidad Alas Peruanas. Disponible en: <<http://dued.uap.edu.pe/books/17/170317E02/17E02-04-646527yaozkbmjby.pdf>> [Citado el 1 de Noviembre de 2014]