

**Joseph Michell Juárez Gomero**  
**Pablo Barrientos Meléndez**  
**Mario Alberto Vargas Meléndez**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DEL PROCESO CONTINUÓ DE MATERIA PRIMA EN LA  
EMPRESA EXTRACTORA LA FRANCIA EN MORALES IZABAL**



**Asesor(a) General: Asesor General Metodológico:**  
**Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez.**

**Universidad Rural de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

**Guatemala, julio de 2021**



**Informe final de graduación**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL  
PROCESO CONTINUÓ DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA  
EXTRACTORA LA FRANCIA EN MORALES IZABAL**



**Presentado al honorable tribunal examinador por:**

**Joseph Michell Juárez Gomero**

**Pablo Barrientos Meléndez**

**Mario Alberto Vargas Meléndez**

**En el acto de investidura previo a su graduación como  
Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables**

**Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

**Guatemala, julio de 2021**

**Informe final de graduación**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL  
PROCESO CONTINUÓ DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA  
EXTRACTORA LA FRANCIA EN MORALES IZABAL**



**Rector de la Universidad:**

**Doctor Fidel Reyes Lee**

**Secretaria de la Universidad:**

**Licenciada Lesbia de Valán Castellanos**

**Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

**Ing. Luis Adolfo Martínez Díaz**

**Universidad Rural de Guatemala**

**Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

**Guatemala, julio de 2021**

Este documento fue presentado por los estudiantes Previo a obtener el título universitario en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de licenciados.

F-14-04-2020-15  
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
PROGRAMA DE GRADUACIÓN  
Experto Metodológico  
ACUERDO DE ASIGNACIÓN DE PUNTEO  
17.11.2020.155



El / La Evaluador(a) Final del Trabajo de Graduación de la  
Universidad Rural de Guatemala,

**CONSIDERANDO:**

Que el / La Metodólogo(a) en Investigación Científica, ha dado su aprobación preliminar al trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento y me ha informado que el documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académicos al titular que formuló el mismo; de lo cual deviene procedente asignarle la puntuación correspondiente.

**POR TANTO:**

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

**ACUERDA:**

Emitir el Acuerdo de Asignación de Punteo al Trabajo de Graduación de mérito, de la manera siguiente:

1. Asignar **Setenta (70)** sobre la base de aprobación de puntos sobre la base de cien sobre cien (100/100) al trabajo de graduación denominado: **"PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PROCESO CONTINUO DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA EXTRACTORA LA FRANCIA EN MORALES IZABAL."** formulado por **Joseph Michell Juárez Gómero**, titular del carné 13-053-0027; **Mario Alberto Vargas Meléndez**, titular del carné 14-053-0139; **Pablo Barrientos Meléndez**, titular del carné 14-053-0115; inscrito en la **Facultad de Ingeniería y Arquitectura de ésta universidad.**
2. Trasladar tres copias físicas y un archivo digital del trabajo de graduación a la Presidencia del Consejo Académico, para los efectos subsiguientes.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 17 de noviembre de 2020

Oscar Reynaldo Zúñiga Cambara  
Ingeniero Ambiental,  
Magister in Scientiis en Investigación con énfasis en Proyectos  
Experto(a) Metodológico (a)

*Oscar Reynaldo Zúñiga Cambara*  
Ingeniero Ambiental  
colegiado No. 4277



F-14-04-2020-14  
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
PROGRAMA DE GRADUACIÓN  
Asesoría de tesis  
ACUERDO DE APROBACIÓN PRELIMINAR DE TESIS

El Asesor en Metodología del Programa de Graduación de la  
Universidad Rural de Guatemala,

**CONSIDERANDO:**

Que he asesorado y firmado el trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento; y siendo que a mi criterio dicho documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico a quien formuló el mismo.

**POR TANTO:**

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable.

**ACUERDA:**

Emitir el Acuerdo de Aprobación Preliminar de Trabajo de Graduación, de la manera siguiente:

1. Aprobar en forma preliminar el trabajo graduación denominado: Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal; formulado por Joseph Michell Juárez Gomero; Carné 13-053-0027; Mario Alberto Vargas Meléndez; Carné 14-053-0139; Pablo Barrientos Meléndez; Carné 14-053-0115; inscrito en la Facultad de Ingeniería de ésta Universidad.
2. Trasladar el expediente al Experto Metodólogo designado para que le confiera la calificación que de acuerdo a los criterios técnicos considere conveniente.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 18 de agosto de 2020

  
Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez  
Metodólogo

**Pablo Ismael Carbajal Estevez**  
Ingeniero Ambiental  
Colegiado No. 6,493




F-18-06-2018-01  
Universidad Rural de Guatemala  
Programa de Graduación  
Carta de aprobación  
Asesor General Metodológico  
Teculután, 21 de enero de 2,019

Asunto: Aprobación del informe final  
de graduación y solicitud de conformación  
de Tribunal Examinador.

Señor Coordinador General:

Tengo a honra dirigirme a usted, con la finalidad de informarle que, como Asesor General Metodológico del trabajo denominado: "Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal.", a cargo de los estudiantes: Joseph Michell Juárez Gomero; Carné 13-053-0027; Mario Alberto Vargas Meléndez; Carné 14-053-0139; Pablo Barrientos Meléndez; Carné 14-053-0115; perteneciente al grupo 02-016-053-18; apruebo el informe final de graduación y solicito que se integre El Tribunal Examinador de esta tesis.

Me valgo de la ocasión para presentarle a usted, muestras distinguidas de mi consideración y estima.

  
Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez  
Asesor General Metodológico

**Pablo Ismael Carbajal Estevez**  
**Ingeniero Ambiental**  
**Coligado No. 6,483**

C.C. Archivo personal

Señor  
Coordinador General  
Programa de Graduación  
Universidad Rural de Guatemala  
Presente



## **Prologo**

De acuerdo a los requerimientos del programa del trabajo de graduación de la Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título de Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, se llevó a cabo el presente estudio para presentar posibles soluciones a la problemática que afecta la empresa Extractora La Francia en Morales Izabal.

La presente investigación surge por reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal.

Para dar solución se presenta la propuesta, plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima.

## **Presentación**

Las actividades de investigación se realizaron durante los meses de septiembre a noviembre del año dos mil dieciocho por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Rural de Guatemala como requisito previo a optar al grado académico de licenciado, de conformidad a los estatutos de esa casa de estudios.

Es un aporte enfocado Reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, en la empresa Extractora la Francia, Morales Izabal debido que estos eventos generan costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal en los últimos cinco años.

## INDICE

	Pág.
I	INTRODUCCION
	1
I.1	Planteamiento del problema
	2
I.2	Hipótesis
	2
I.3	Objetivos
	3
I.3.1	Objetivo general
	3
I.3.2	Objetivos Específicos
	3
I.4	Justificación
	3
I.5	Metodología
	4
I.5.1	Métodos
	4
I.5.1.1	Métodos y técnicas para la formulación de la hipótesis
	4
I.5.1.2	Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis
	6
I.5.2	Técnicas
	7
II	MARCO TEORICO
	8
II.1	Procesos continuos
	8
II.2	Materia prima en plantas extractoras de aceite de palma africana
	12
II.3	Transportadores helicoidales
	20
II.4	Norma ISO
	25
II.5	Mantenimiento Industrial
	31
II.6	Tipos de fallas
	40
II.7	Lubricantes
	46
II.8	Costos de empresas industriales
	56
III	PRESENTACIÓN Y ANALICES DE RESULTADOS
	58
IV	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	71
IV.1	Conclusiones
	71
IV.2	Recomendaciones
	72

## INDICE DE ANEXOS.

	Pág.
Anexo 1. Árbol de problemas	1
Anexo 2. Medios para solucionar la problemática	3
Anexo 3. Boleta de investigación para la comprobación del efecto	4
Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación de la causa	5
Anexo 5. Boleta de investigación para comprobar la problemática	6
Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra	7
Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.	8
Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección lineal	10
Anexo 9. Diagnóstico de la problemática	12

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Partes de un transportador helicoidal.	22
Figura 2. Tipos de fallas.	41

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Conocimiento de lo costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia en Morales, Izabal en los últimos cinco años.	59
Cuadro 2. Frecuencia de comparación de costos de Mantenimiento.	60
Cuadro 3. Conocimiento de plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia.	61
Cuadro 4. Frecuencia con que se realiza el mantenimiento preventivo.	62
Cuadro 5. El departamento de mantenimiento es suficiente para realizar las actividades.	63
Cuadro 6. Personal capacitado para la realización del mantenimiento preventivo.	64
Cuadro 7. La herramienta es específica para la realización del mantenimiento preventivo.	65
Cuadro 8. Capacitaciones constantes al personal de mantenimiento en temas de mantenimiento preventivo en procesos continuos de materia prima.	66
Cuadro 9. Reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima.	67
Cuadro 10. Demora en la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima.	68
Cuadro 11. Herramienta específica para la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima.	69
Cuadro 12. Se capacitación sobre temas de mantenimiento preventivo.	70

## INDICE DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Conocimiento de lo costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia en Morales, Izabal en los últimos cinco años.	59
Grafica 2. Frecuencia de comparación de costos de Mantenimiento.	60
Grafica 3. Conocimiento de plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia.	61
Grafica 4. Frecuencia con que se realiza el mantenimiento preventivo.	62
Grafica 5. El departamento de mantenimiento es suficiente para realizar las actividades.	63
Grafica 6. Personal capacitado para la realización del mantenimiento preventivo.	64
Grafica 7. La herramienta es específica para la realización del mantenimiento preventivo.	65
Grafica 8. Capacitaciones constantes al personal de mantenimiento en temas de mantenimiento preventivo en procesos continuos de materia prima.	66
Grafica 9. Reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima.	67
Grafica 10. Demora en la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima.	68
Grafica 11. Herramienta específica para la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima.	69
Grafica 12. Se capacitación sobre temas de mantenimiento preventivo.	70

## I. INTRODUCCION

De acuerdo a los requerimientos del programa del trabajo de graduación de la Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título de Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, se llevó a cabo el presente estudio para presentar posibles soluciones a la problemática que afecta la empresa Extractora La Francia en Morales Izabal. Cumpliendo con la aplicación de los conocimientos adquiridos durante las diferentes etapas de la carrera universitaria, contribuyendo a mejorar el proceso continuo de dicha empresa.

Encontramos que el problema central en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal, son las reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa.

Teniendo como objetivo eliminar el costo adicional al presupuesto para el mantenimiento preventivo en la empresa Extractora la Francia, Morales Izabal en los últimos cinco años. En específico evitar reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, en la empresa Extractora la Francia en Morales, Izabal. Para este problema presentaremos una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal.

La investigación consta de cuatro capítulos que son introducción, marco teórico, presentación y análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones. El capítulo uno está formado por la introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos, justificación y metodología. El capítulo dos los compone el marco teórico con ocho temas de investigación; procesos continuos, materia prima en plantas extractoras de aceite de palma africana, transportadores helicoidales, norma ISO, mantenimiento industrial, tipos de fallas, lubricantes y costos en empresas industriales. El capítulo tres muestra la presentación y análisis de resultados.

El capítulo cuatro los conforman las introducciones, recomendaciones y biografías.



## **I.1 Planteamiento del problema**

La Falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales, ha generado reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima siendo el causante de costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal en los últimos cinco años.

El la empresa Extractora La Francia, en los últimos cinco años se ha venido dando una problemática que no se le ha encontrado solución y es que el área de producción de aceite de palma africana se encuentra compuesta por un proceso continuo el cual cuenta con una serie de transportadores helicoidales.

Estos transportadores helicoidales han generado una serie de reparaciones imprevistas debido al desgaste que estos sufren en sus componentes, siendo las chumaceras colgantes las más afectas; por el contacto directo con la materia prima. Este problema afecta el costo del presupuesto para el departamento de mantenimiento, debido a que los materiales para la reparación son costosos.

## **I.2 Hipótesis**

“Los costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia, Morales Izabal, en los últimos cinco años, por reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales; es debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima”

¿Es la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima la causante de costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento, por reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima en la empresa Extractora La Francia en Morales Izabal en los últimos cinco años?

### **I.3 Objetivos**

#### **I.3.1 General**

Eliminar el costo adicional al presupuesto para el mantenimiento preventivo en la empresa Extractora la Francia, Morales Izabal en los últimos cinco años.

#### **I.3.2 Específico**

Evitar reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, en la empresa Extractora la Francia en Morales, Izabal.

### **I.4 Justificación**

Las reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal han generado una serie de costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora la Francia en los últimos cinco años.

Esto es derivado a la falta de un plan de mantenimiento preventivo con el que la empresa no cuenta. Con la creación de un plan de mantenimiento preventivo que quiere eliminar el costo adicional al presupuesto para el mantenimiento preventivo en la empresa Extractora la Francia, Morales Izabal en los últimos cinco años.

Contando con un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal, se tendrá un control específico del mantenimiento que se le realice a los equipos, el tiempo que le corresponde el próximo servicio y conocer que parte del equipo está a punto de fallar.

Con este método reduciremos a nada los costos y tendremos conocimiento detallado de las condiciones en las que se encuentran los equipos.

## **I.5 Metodología**

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

### **I.5.1 Métodos**

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma, así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

#### **I.5.1.1 Métodos y Técnicas utilizados para la formulación de la hipótesis**

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del área de tesorería de la empresa Extractora La Francia, en Morales, Izabal. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Observación directa.** Esta técnica se utilizó directamente en el área de procesos continuos, a cuyo efecto, se observó que a menudo se realizan reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima.
- **Investigación documental.** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a

investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

- **Entrevista.** Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a censar al personal de la empresa Extractora La Francia, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Con una visión más clara sobre la problemática de la empresa Extractora La Francia utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis de encuentra en el anexo 9. Diagnóstico de la problemática.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “Los costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia, Morales Izabal, en los últimos cinco años, por reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales; es debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima.

El método del marco lógico, nos permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

### **1.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.**

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Entrevista.** Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.
- **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 28 personas que laboraban en el área de procesos continuos de la empresa Extractora La Francia por lo que para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

### **I.5.2 Técnicas**

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

## II MARCO TEORICO

### II.1 Procesos Continuos

Proceso de producción

Para (Davila, 2011) proceso es “el conjunto de actividades u operaciones industriales que tienden a modificar las propiedades de las materias primas, con el fin de obtener productos que sirvan para cubrir las necesidades de la sociedad”.

“Un proceso puede ser definido como un conjunto de actividades enlazadas entre sí que, partiendo de uno o más inputs (entradas) los transforma, generando un output (resultado)”. (Muñuz, 2007)

“Es una totalidad que cumple un objetivo completo y que agrega valor para el cliente.”  
(Bravo, 2008)

- Un proceso operativo no se puede dividir más como proceso porque da respuesta a un objetivo preciso y con un fin determinado, útil a la organización.
- “Un proceso operativo está compuesto por actividades. Recordemos que una actividad no tiene un fin por sí misma, porque es parte de la secuencia interna del proceso”. (Bravo, 2008)

Concepto de proceso en Ingeniería Industrial

“Proceso es el conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado”. (Davila, 2011)

En la ingeniería industrial el concepto de proceso adquiere gran importancia debido a q se debe planear, integrar, organizar, dirigir y controlar. Estas actividades permiten alcanzar sus objetivos.

## Tipos de Procesos

Los procesos pueden ser desarrollados en sistemas Cerrados o en sistemas abiertos

- Sistema cerrado

“Es aquel en el cual no se produce un intercambio de masa entre el sistema y los alrededores. Los procesos que en ellos se desarrollan son denominados procesos sin flujos.” (Davila, 2011)

- Sistema Abierto

Es aquel en que se transfiere masa entre el sistema y los alrededores durante la operación. Los procesos que en ellos se desarrollan son denominados procesos con flujos. (Davila, 2011)

## Operaciones continuas

Son aquellas en las que las etapas de carga, transformación y descarga son realizadas simultáneamente. La limpieza del aparato se realiza cada cierto tiempo, dependiendo de la naturaleza de la transformación y de las materias primas a tratar. (Davila, 2011)

Las operaciones en continuas se desarrollan en estado estacionario, de modo que las variables intensivas que características de la operación pueden variar en cada punto del sistema, pero las que se dan en cada punto no varían con el tiempo. (Davila, 2011)

La operación en continuo presenta ventajas y desventajas, entre las ventajas podemos citar: (Davila, 2011)



Ventajas de operación en continuo:

- Se elimina las etapas de carga y descarga.
- Permiten automatizar la operación, reduciendo la mano de obra.
- La composición de los productos es más uniforme.
- Presentan un mejor aprovechamiento térmico.

Desventajas de operación en continuo:

- Las materias primas deben poseer una composición uniforme para evitar las fluctuaciones de la operación.
- La puesta en marcha de la operación suele ser costosa, por lo que deben evitarse las paradas.
- Las fluctuaciones en la demanda del producto llevan consigo en que deba de disponerse de cantidades considerables de materias primas y productos en el almacén.
- Debido a la automatización de la operación el equipo es más costoso y delicado.

Procesos industriales continuos

Es un tipo de fabricación utilizado en la industria de proceso mayoritariamente y se caracteriza por que existen flujos de conversión de materia prima en producto terminado. (Lorenzo, 2014)

Características

- Corta gama de productos: se trata de líneas de producción adecuadas para producir volúmenes muy elevados de productos generalmente únicos y con pocas variaciones. (Lorenzo, 2014)

- Equipos sofisticados y automatizados: equipos que requieren de una inversión inicial elevada por su alto grado de especialización, pero debido a su alto volumen de fabricación suelen presentar plazos de amortización razonablemente bajos. (Lorenzo, 2014)
- Alto consumo de energía: por la misma razón anterior hemos de entender que se genera un alto consumo energético. (Lorenzo, 2014)
- Mano de obra especializada: por sus características los procesos continuos requieren de mano de obra menos calificada y más especializada que otros. (Lorenzo, 2014)
- Bajo nivel de stocks de productos intermedios: se genera un bajo nivel de productos intermedios pues cada input sigue una ruta fija en la línea, existiendo pocos tiempos de demora entre la actividad de distintas maquinas. (Lorenzo, 2014)

Este tipo de procesos son típicos en la producción de energía, acero, leche, cerveza, aceite comestible, etc. No siendo habituales en el sector químico o cementero.

## **II.2 Materia prima en plantas extractoras de aceite de palma africana**

### Historia

El aceite de palma en los últimos años ha sido comercializado a gran escala teniendo un crecimiento importante, en la economía mundial, dando la oportunidad de miles de empleos y creando su propio mercado de venta de aceite de CPO y CPKO.

Sus orígenes vienen desde África del país del Congo. Pero el que domino totalmente el mercado del aceite en los años 80 fue Malasia, y así se fue buscando áreas tropicales como Centroamérica, México, Panamá, Colombia y países del Continente de Asia. En el punto donde mejor se adapta la palma africana en la línea ecuatorial. (infoAgro.com, s.f.) Concluye. “La palma africana ha sido utilizada desde la antigüedad para la obtención de aceite. Produce dos tipos de aceite, el del fruto y el de la semilla, respectivamente.

El aceite alimentario se comercializa como aceite comestible, margarina, cremas, etc., y el aceite industrial es utilizado para la fabricación de cosméticos, jabones, detergentes, velas, lubricantes, etc. El aceite de palma africana representa casi el 25 % de la producción de aceites vegetales en el mundo. Es considerado como el segundo aceite más ampliamente producido sólo superado por el aceite de soja”. En estos dos tipos de aceite concluyentes de la palma africana el más lucrativo es el de CPKO.

Es por ello que la palma africana es de gran importancia para el comercio, ya que de él se derivan decenas de productos para el uso diario.

(infoAgro.com, s.f.) Afirma. “A pesar de ello, dentro de las plantas oleaginosas, es la de mayor rendimiento en toneladas métricas de aceite por hectárea. En comparación con otras especies oleaginosas, la palma africana tiene un rendimiento por hectárea varias veces superior. Es así que para producir lo que mismo que una hectárea de

palma, se necesitan sembrar 10 y 9 ha de soja y girasol, respectivamente”. Siendo la planta más efectiva para el proceso de aceite vegetal.

Guatemala esta entre los primeros países que exportan el aceite de palma africana ocupando el cuarto lugar, mientras que en el primer lugar esta India, segundo Países Bajos, tercero Alemania y España.

#### Proceso de la Palma Africana en una Planta Industrial

El Racimo de Palma Africana es transportado por medio de góndolas de 10 a 15 toneladas métricas.

#### Equipos:

En la Báscula para por su respectivo pesaje donde el registrado tomando todos los datos desde origen, numero de racimos, datos del transportista, pasando a des vaciar a las tolvas de recepción, de regreso pesado de nuevo para obtener las toneladas ingresadas.

#### Tolva de recepción:

Se descarga la fruta que viene del campo a unas tolvas, es evaluada antes de descargarse a las vagonetas para obtener un dato estadístico de cómo viene la fruta y de allí a las vagonetas a la espera de la esterilizada.

#### Esterilización

Establecer las operaciones a seguir en el proceso de Extracción de Aceite de la fruta de palma.

(Delgado & Caguazango, 2013) Dice que. “Una vez los racimos de palma alcanzan su estado óptimo de madurez, se inicia un proceso bioquímico de descomposición del aceite, formando ácidos grasos libres. Este proceso se conoce comúnmente como acidificación y se acelera una vez los racimos han sido cortados de la palma.

Igualmente, con el proceso de maduración, los frutos se desprenden del racimo de manera natural. La contextura del mesocarpio en los frutos es muy fibrosa y el aceite contenido en el mismo tiene una viscosidad alta. Con la esterilización se busca detener el proceso de acidificación, acelerar el proceso natural de desprendimiento de los frutos y facilitar la extracción del aceite ablandando los tejidos de la pulpa, entre otros objetivos”.

El objetivo de esta área es la productividad en la obtención del aceite de palma depende en gran medida de la eficiencia y la eficacia empleada en la operación de este equipo, los objetivos de esta área son los siguientes:

- Inactivar con el conocimiento la lipasa, sustancia que de manera natural contribuye a que se produzca la acidez en el fruto, lo cual provoca que el aceite se convierta en ácidos grasos, situación que debe evitarse a toda costa ya que este producto es de baja calidad.
- Con el cocimiento se conseguirá ablandar el racimo mediante vapor de alta presión y temperatura, de tal manera que al llegar al desfrutado sea separado fácilmente el fruto de raquis, también ayuda a ablandar la pulpa para la buena, maceración en los digestores.
- Calentar y deshidratar las almendras que están dentro de las nueces para el precocimiento de estas mismas.
- Observar el aspecto del fruto antes del ingreso al esterilizador para el cálculo de tiempo de cocimiento.

## Desfrutacion

Establecer las operaciones a seguir en el proceso de Extracción de Aceite de la fruta de palma.

La función del operador del tambor de volteo, comienza desde ayudar al operador de esterilización a movilizar la carga desde el esterilizador hasta el tambor.

(Delgado & Caguazango, 2013) Afirma. “El segundo proceso al cual son sometidos los racimos frescos de palma, una vez han sido esterilizados, es el de la desfrutación. Esta tiene como objetivo la separación de los racimos esterilizados en frutos sueltos y raquis. Los frutos separados pasan a la siguiente etapa del proceso, mientras que los racimos vacíos o raquis son transportados a través de una banda y recolectados en volquetas para ser aplicados luego en el campo, como abono orgánico”.

La coordinación también se refiere al volteo cuidadoso que debe hacer de la canasta al vaciarla sobre la tolva de alimentación del desfrutado para evitar atoramiento de dicha tolva, la cual trae dicha consecuencia:

- Mala desfrutación de raquis.
- Congestionamiento en la banda de raquis, lo cual impedirá seleccionar apropiadamente el raquis mal desfrutado.
- Atoramiento de la prensa de raquis por demasiada afluencia de raquis en la banda.

#### Prensas y Picadoras de Raquis

Su Objetivo es sacar todo el raquis posible que vaya mal desfrutado en la banda de la caída de los desfrutadores. Y estar pendiente que las picadoras y las prensas no se atasquen.

#### Prensas de CPO

Digestor-Prensa Doble-Prensa Contrapresión.

(Delgado & Caguazango, 2013) concluye. “Después de que los racimos han sido desfrutados, los frutos son recalentados y la pulpa es desprendida de las nueces y

macerada preparándose para la extracción por prensado. Esta etapa se denomina digestión y se efectúa en recipientes cilíndricos verticales provistos de un eje central con brazos de agitación y maceración”.

El digestor consiste en un cilindro metálico vertical con un eje central que tiene acoplados unos brazos metálicos para provocar agitación, con la capacidad de 3500 litros. Sometido a una maceración de 30 minutos donde se desprende la pulpa de las nueces y las celdas de aceite se rompen. Se recalientan esta gran masa con vapor y así queda lista para la fase de prensado de extracción. Donde con la prensa de doble tornillo y un sistema hidráulico de contrapresión se extrae el primer producto de la palma africana, el aceite CPO. (Delgado & Caguazango, 2013) Afirma. “La pulpa, también llamada mesocarpio, tiene un espesor que varía entre 4 y 8 mm de acuerdo con la variedad de fruto; posee una corteza externa que la cubre y está conformada por un gran número de celdas minúsculas. Estas celdas son de forma irregular, contienen aceite y están pegadas entre sí, por medio de un cemento intercelular (una especie de almidón) y a un esqueleto de fibras duras”. Transportado por tubería para el área de clarificación donde será procesado debidamente.

(Delgado & Caguazango, 2013) Concluye. “Con la etapa de prensado se busca extraer la fracción líquida de la masa de frutos que sale del digestor y que está compuesta por aceite de pulpa de palma, por agua y por una cierta cantidad de sólidos que quedan en suspensión en el agua. La masa desaceitada (torta) la cual está compuesta por fibra y nueces, pasa al proceso de desfibración”.

Clarificación:

Su objetivo es hacer una separación exitosa del aceite-lodo-agua, para el cual se necesita un tanque pre clarificado, donde se hace la primera recuperación de aceite donde este mismo va terminar al tanque de sedimentado.

Para la segunda recuperación se necesita el tanque Clarificado donde se recupera por segunda vez, el aceite recuperado termina en el sedimentado.

En la purga del Clarificado se tamiza y va directo por medio de bombas al tanque de lodo donde pasa por el proceso de los Decanter (Tricanter), haciendo una separación de lodo y aceite, este recuperado termina en el sedimentado.

En producto restante de los Decanter va a un tanque de lodo, pasando por última vez por las Centrifugas para su última recuperación de aceite, yéndose directamente al tanque sedimentado.

Por último, del tanque sedimentado, se envía por medio de bombas de alta presión a los tanques de almacenamiento.

#### Palmisteria y Desfibración:

Establecer las operaciones a seguir en el proceso de Extracción de Aceite de la fruta de palma.

El área de Palmisteria tiene como objetivo la recuperación es la almendra o palmiste tanto en condiciones mínimas de pérdida, como en condiciones ópticas en la calidad del producto.

El arranque de equipos se efectúa desde los tableros de controles, mientras que las válvulas de vapor son operadas manualmente.

La desfibración es una fase preparatoria o inicial que ocurre cuando la torta es transportada del área de prensado al área de palmisteria. Se trata de separar las nueces de las fibras de la extracción de aceite.

#### Extracción por Prensado de CPKO

Establecer las operaciones a seguir en el proceso de extracción de aceite crudo de la fruta de palma.

Para la extracción de aceite de CPKO pasa por el proceso del primer prensado, donde es molido por prensas Expeller de operación continua, llevando la torta por transportadores y elevadores para caer a las tolvas del segundo prensado, moliéndose



por segunda vez en las prensas de Torta, cayendo a un transportador y seguidamente de un elevador, por último, pasando por un molino de martillo concluyendo en un silo de harina.

Mientras tanto que al momento de que las prensas molieron el palmiste y la torta del primer prensado se extrae el aceite de palmiste CPKO, llevado por transportadores cayendo a un tanque de aceite donde se tamiza, pasando por un filtro y por último a un tanque de aceite terminado y después almacenado.

Los dos productos que procesa esta área son los siguientes:

- Aceite de Palmiste CPKO.
- Harina de Palmiste.

#### Caldera

Su objetivo es producir vapor mediante sistemas automatizados dependiendo de un tanque de 400 metros cúbicos, su funcionamiento es de suprema importancia porque surte de vapor y presión a todos los equipos en el proceso de extracción, además genera la potencia necesaria para el turbo generador que provee de energía eléctrica a toda la planta.

Esta misma es alimentada por la fibra y cascara de las nueces quebrada que viene de las áreas de palmisteria y desfibración, haciendo auto sostenible en el recurso de proceso vapor y energía.

#### Turbina

Su Objetivo es mantener la planta en procesos siendo sostenida por el vapor que envía la caldera por medio de la tubería principal pasando por el turno y sincronizando con el generador, para generar hasta 1300 Kw de energía, terminando en el distribuidor de vapor donde distribuye el vapor a distintas áreas de la planta, entre ellas la más principal esterilización donde comienza el ciclo de nuevo.

Entre los principales productos derivados de la Palma Africana.

#### CPKO

Este aceite es extraído de la almendra que es procesada por medio de prensas, se ha utilizado este aceite durante muchos años, este aceite se utiliza para cocinar y freír aceite a la fabricación del jabón, también se utiliza en galletas, pasteles y ciertos tipos de cosméticos, detergentes, velas, varios tipos de grasas, pegamento y tintas de máquinas. También es fue descubierto como un combustible biodiesel para vehículos.

#### CPO

Este aceite es extraído en las prensas de CPO, también conocido como aceite rojo, es igual al aceite embotellado sin refinar. Sus propiedades son ricas en aceite A y E. En su mayoría es para el consumo comestibles, cremas hidratantes y cosméticos. Otros alimentos como los helados, las margarinas, se puede elaborar derivados equivalentes de aceite de cacao, jabones, etc.

Es usado como materia prima en la producción de biodiesel. También es usado en producción de antibióticos para la alimentación animal, sobre todo en el campo ganadero (terneros), por su alto aporte energético por muestra. En la industria cosmética es utilizado para la elaboración de jabones, acondicionadores, cosméticos.

### **II.3 Transportadores Helicoidales**

Son máquinas de transporte continuo con el órgano de tracción rígido que se emplean para la manipulación de residuos orgánicos en el tratamiento de aguas, transporte de sólidos en infinidad de industrias, teniendo aplicaciones de toda índole. (EcuRed, 2018)

Desde su concepción por Arquímedes en el siglo tres han sido un método seguro y confiable para el transporte de un amplio rango de materiales a granel y para una gran variedad de aplicaciones.

#### **Principio de funcionamiento**

El transportador se pone funcionamiento a través del sistema motor que consta de un reductor y le suministra el movimiento al tronillo sin fin de alas helicoidales el cual va montado en rodamientos y chumaceras en dependencia de la longitud del mismo hasta 50 m máxima tendrá chumaceras intermedios que funcionaran como puntos a apoyo para evitar flexiones o la distorsión de la espiral. (EcuRed, 2018)

La carga se realizará por un extremo en la parte superior y la descarga se realizará por la parte inferior del otro extremo. (EcuRed, 2018)

Los transportadores helicoidales pueden manejar muchos tipos de productos con diferentes características. Los transportadores helicoidales son básicamente un tornillo central dentro de un contenedor rectangular largo dependiendo de las necesidades de cada uso. El tornillo gira sobre su eje, por su forma, va desplazando los materiales a transportar hacia el otro extremo del que entro hacia la descarga. El tornillo gira alimentado por un motor eléctrico.

Se utilizan en diversas industrias ya que pueden ser colocados en una gran variedad de configuraciones, elevaciones y en muchos sectores de procesos. Se pueden utilizar para dosificar, transportar y almacenar.

Los transportadores helicoidales mueven materiales en sentido horizontal y vertical y algunas veces inclinados en diferentes ángulos (screw conveyor de mexico s.a de c.v, 2015).

#### Utilización:

- Alimentar
- Distribuir
- Recolectar
- Enfriar o calentar mientras transportan

#### Ventajas

- Son compactos.
- Diseño modular: fácil instalación.
- Soportes y apoyos simples
- Soportan altas temperaturas.
- Fácil hermeticidad.
- Extremadamente versátiles.
- Varias zonas de carga y descarga. (EcuRed, 2018)

#### Desventajas

- No grandes tamaños (hasta 50 m).
- No se pueden transportar materiales frágiles, delicados o abrasivos.
- Mayores requerimientos de potencia.
- Al quedar resto de materiales transportados con anterioridad existen riesgos de contaminación.
- Volumen de material bajo. (EcuRed, 2018)

Fabricación:

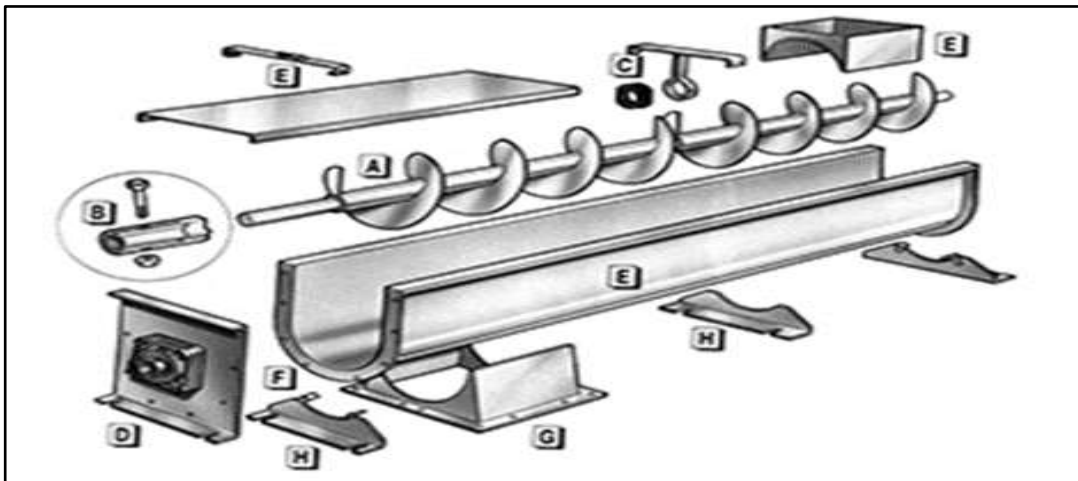
Con el recubrimiento adecuado los transportadores helicoidales pueden fabricarse a prueba de agua y polvo, resistentes a la corrosión. Pueden fabricarse en una gran gama de materiales, pero generalmente tienen como características:

- Acero Inoxidable.
- Resistentes a la Corrosión.
- Resistentes al Agua.

Partes de los Transportadores Helicoidales

- A. El tornillo transportador
- B. Acoples perforados
- C. Chumaceras Colgantes
- D. Bridas con Rodamientos
- E. Canales y cubiertas
- F. Terminaciones de canal
- G. Canal de salida
- H. Pies de soporte y asiento.

Figura 1. Partes de un transportador helicoidal.



Fuente: (screw conveyor de mexico s.a de c.v, 2015)

## Clasificación

- Transportadores Helicoidales Elevadores
- Transportadores Helicoidales Horizontales
- Transportadores Helicoidales Alimentadores
- Transportadores Helicoidales Verticales
- Transportadores Helicoidales Inclínados
- Transportadores Helicoidales Elevadores

El funcionamiento de los transportadores helicoidales, tiene como características mayor velocidad comparándolos con otros transportadores de tornillo su diseño es flexible y eficiente. (screw conveyor de mexico s.a de c.v, 2015)

### Transportadores Helicoidales Horizontales

Son los transportadores más comunes y utilizados. Tienen funcionamiento horizontal para desplazar el material de un lugar a otro y pueden crearse grandes longitudes de transportación. (screw conveyor de mexico s.a de c.v, 2015)

### Transportadores Helicoidales Alimentadores

Los Alimentadores están diseñados para regular el flujo volumétrico del material desde un contenedor o unidad de almacenamiento. Se tienen que rellenar al 100% con material y controlar el flujo hasta obtener el adecuado para cada uso. (screw conveyor de mexico s.a de c.v, 2015)

### Transportadores Helicoidales Verticales

Los transportadores helicoidales verticales son transportadores de tornillo que permiten elevar los materiales para trasladarlos a otras alturas o para ser distribuidos en contenedores, almacenes, etc. Estos transportadores helicoidales funcionan completamente verticales. (screw conveyor de mexico s.a de c.v, 2015)

### Transportadores Helicoidales Elevadores

Pueden utilizarse inclinados para subir y transportar horizontalmente un material. Estos transportadores helicoidales son tubulares. Estos transportadores ayudan a mejorar la capacidad de carga en inclinaciones ya que un transportador helicoidal normal cuando se usan con inclinaciones reduce rápidamente su capacidad de carga. Estos transportadores helicoidales inclinados pueden funcionar con ángulos de hasta 60. (screw conveyor de mexico s.a de c.v, 2015)

## **II.4 Norma ISO**

Importancia de gerencia de las normas ISO serie 9000

Objetivos de las normas ISO 9000

“El objetivo es dar confianza al comprador, de que el sistema de calidad del suministrador presentará un producto o servicio, que cumpla con el nivel de calidad por el requerido”. (Mayorga Pazmino, 2018)

Importancia en el Mantenimiento Industrial

“La norma agrega, además, que “la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto”. Desarrollar e implementar métodos de mantenimiento, para asegurarse de que la infraestructura continúe cumpliendo las necesidades de la organización”. (Mayorga Pazmino, 2018)

Criterios de las Normas ISO para el Mantenimiento Industrial

- Si hay registro de los bienes sujetos a mantenimiento.
- Si hay registro de las actividades de mantenimiento que se realizaran a cada uno de ellos.
- Si hay instrucciones por escrito de cómo se deben realizar los trabajos de mantenimiento.
- Si hay una planificación de las actividades de mantenimiento a lo largo del año.
- Si hay evidencia objetiva de la realización de las actividades de mantenimiento.
- Si hay indicadores que muestren la eficacia del sistema.



Que son las Normas ISO 9000

“El certificado ISO 9 000 es una garantía adicional, que una organización da a sus clientes, demostrando, por medio de un organismo certificador acreditado, que la empresa tiene un sistema de gestión, con mecanismos y procedimientos para solucionar eventuales problemas referentes a la calidad”. (Mayorga Pazmino, 2018)

La ISO 9000 propiamente implantada ha demostrado que asiste en:

- Por ende, la competitividad.
- Reducción de costos operativos.
- Mejora a la calidad.
- Aumentar a la productividad.

“¿Cómo afecta a la búsqueda de la certificación en ISO 9000, por parte de la empresa, la estructura de su función de mantenimiento?” (Mayorga Pazmino, 2018)

“¿Cuándo se realiza una conceptualización de calidad según la norma ISO 9000 existen cambios importantes en la organización de una empresa sea grande, pequeña ya que cambia los esquemas de administración tradicionales donde se descuida la calidad en el área de mantenimiento y por lo tanto toca adoptar una nueva plataforma conceptual?” (Mayorga Pazmino, 2018)

Una nueva plataforma involucra cambios en la organización:

- Promocionar la toma de conciencia de los requisitos del cliente a todos los niveles de la organización.

- Asegurar que el personal responsable de realizar trabajos que afecten la calidad del producto sea competente con base en la educación, formación, habilidades.
- Determinar y gestionar el ambiente de trabajo necesario para lograr la conformidad con los requisitos del producto.
- Establecer los procesos de comunicación apropiados dentro de la organización.

#### ISO 9001. Calidad en empresas de servicios de mantenimiento

Según la familia de normas ISO 9000, gestionar la calidad es gestionar la satisfacción de los clientes. Por lo tanto, para analizar la calidad en un determinado sector el primer paso es identificar los factores de los que depende esta satisfacción. En el artículo de hoy se tratarán los aspectos a tener en cuenta para gestionar la calidad en las empresas de servicios de mantenimiento industrial: maquinaria, frío y climatización, electromecánica, etc. (Gómez, 13)

La satisfacción del cliente frente a un servicio de mantenimiento correctivo o preventivo depende de los siguientes factores:

- Fiabilidad de la reparación o intervención
- Plazo de respuesta o cumplimiento de plazos establecidos en el caso de mantenimiento preventivo.
- Gestión administrativa adecuada.

#### Fiabilidad.

“La fiabilidad de una organización de mantenimiento es el porcentaje de intervenciones que garantizan el buen funcionamiento del equipo tratado”. (Gómez, 13)

“Para tener una fiabilidad muy alta hay que tener en cuenta dos aspectos fundamentales. El primero es la competencia del técnico que ha realizado el trabajo, basada en su formación y experiencia, el segundo es que las operaciones se realicen empleando unas infraestructuras, herramientas y equipos de medida adecuados”. (Gómez, 13)

#### Plazos de respuesta

“Las empresas deberán disponer de una metodología para la recepción de los avisos del cliente que garantice su eficacia y pronta respuesta (Líneas telefónicas con atención 24 horas, sistemas informáticos para el registro de incidencias por parte del cliente, etc.). Una vez recibido el aviso debe existir un canal de comunicación interno eficiente que haga llegar los trabajos a realizar al técnico asignado”. (Gómez, 13)

“Para reducir los plazos de respuesta es fundamental que todo el servicio se encuentre planificado correctamente, asignando los trabajos teniendo en cuenta las rutas y las competencias de cada uno de los técnicos”. (Gómez, 13)

#### Gestión administrativa

“Finalmente, el cliente quedará satisfecho si la factura emitida está de acuerdo a los presupuestos emitidos y a sus expectativas. Las condiciones deben definirse claramente tanto en los contratos anuales (condiciones generales, garantías, etc.) como en los presupuestos individualizados que puedan realizarse (repuestos, mano de obra, etc.)”. (Gómez, 13)

“A continuación, se presentan algunas particularidades que deben tenerse en cuenta en la implantación de un sistema de gestión de la calidad para empresas de servicios de mantenimiento”. (Gómez, 13)

### Requisitos de la documentación

“Es necesario controlar y distribuir la documentación de origen externo, particularmente los manuales de los equipos a mantener, su despiece y cualquier tipo de documento que sea necesario en el desarrollo de las intervenciones”. (Gómez, 13)

### Recursos humanos

“Es necesario disponer de técnicos competentes para alcanzar la mayor fiabilidad de las reparaciones. Los técnicos deben recibir una formación continua respecto a los nuevos equipos y tecnologías”. (Gómez, 13)

### Procesos relacionados con el cliente

“En esta actividad es frecuente que existan dos momentos clave para el establecimiento de las condiciones del servicio. El primero es la elaboración y revisión de un contrato marco de trabajo en el que se especifiquen las tarifas generales y las condiciones del servicio (plazos, operaciones a realizar, garantías, etc.), el segundo es la realización de presupuestos particulares para aquellas intervenciones que lo requieran, en este caso es necesario especificar el precio de las piezas a sustituir y las horas de mano de obra estimadas”. (Gómez, 13)

### Compras

“Para reducir los plazos y mejorar la fiabilidad de las reparaciones es fundamental que la empresa seleccione unos proveedores que garanticen la calidad de los repuestos y la rapidez en su entrega”. (Gómez, 13)

### Control de la prestación del servicio

“Para asegurar la fiabilidad de la reparación la empresa debe definir las pruebas a realizar con cada uno de los equipos. La información sobre las pruebas realizadas debe constar en los partes de trabajo aportados al cliente”. (Gómez, 13)

### Identificación y trazabilidad

“Cada una de las reparaciones debe ser identificada por un número o código. Este código debe incluirse en todos los registros asociados: presupuestos, partes de reparación, pedidos de compra, facturas, etc.”. (Gómez, 13)

### Preservación del producto

“Deben tomarse todas las medidas oportunas para evitar daños a los equipos del cliente en el transcurso de la reparación. Al mismo tiempo es fundamental mantener un adecuado estado de los repuestos, así como una fácil y sencilla identificación. Es muy recomendable disponer de un stock actualizado de repuestos para mejorar los plazos de reparación”. (Gómez, 13)

### Control de los equipos de seguimiento y medición

“Los técnicos deben emplear equipos de medición en correcto estado de calibración o verificación para asegurar la correcta medida en los trabajos de reparación e inspección final”. (Gómez, 13)

### Seguimiento y medición de los procesos

“La empresa mantenedora debe disponer de un cuadro de indicadores que permitan conocer los resultados de los procesos, por ejemplo, el tiempo de respuesta, el número de actuaciones en garantía, el número de reclamaciones de cliente, etc”. (Gómez, 13)

### Control del producto no conforme

“Es importante diferenciar entre la incidencia del equipo que requiere reparación y los servicios detectados con deficiencias. Se considerará no conformidad aquellas intervenciones realizadas fuera del plazo estimado, aquellas reparaciones que requieran intervenciones adicionales, etc”. (Gómez, 13)

## II.5 Mantenimiento Industrial

Un mantenimiento lo podemos definir como un conjunto de técnicas destinado al mantenimiento de equipos industriales en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta efectividad a la hora del proceso y con su máximo rendimiento. (IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial , 2018)El mantenimiento industrial en una planta se enfoca las técnicas y sistemas que permiten ver anticipadamente las averías, efectuar chequeos, engrases y reparaciones que sean necesarias, obteniendo el buen funcionamiento y eficiencia a los operadores de las máquinas, y contribuyendo a los beneficios de la empresa.

(Editorial RENOVETEC, 2009) Afirma. Podría definirse la Ingeniería del Mantenimiento (IM) como la disciplina o profesión que aplica los conocimientos, métodos o instrumentos de la ciencia al mantenimiento de estructuras, máquinas, aparatos, dispositivos o procesos. La IM es pues la parte más científica del mantenimiento y su objetivo principal es la mejora continua de los resultados tanto técnicos como económicos del área de mantenimiento. La IM propone el uso de técnicas estadísticas, métodos de trabajo, análisis de comportamientos de equipos y materiales, etc., que no pueden ser abordados por el técnico sumergido en el día a día de un departamento de mantenimiento. (p.5)

(IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial , 2018) Dice. “El mantenimiento industrial se define como el conjunto de procedimientos realizados a fin de conservar en óptimas condiciones de servicio a los equipos, maquinaria, e instalaciones de una planta (fábrica), garantizando el correcto funcionamiento del proceso de producción industrial”. (p.4)

(Molina, s.f.) Afirma “Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones” (p. 3).

“La palabra mantenimiento se emplea para designar las técnicas utilizadas para asegurar el correcto y continuo uso de equipos, maquinaria, instalaciones y servicios. Para los hombres primitivos, el hecho de afilar herramientas y armas, coser y

remendar las pieles de las tiendas y vestidos, cuidar la estanqueidad de sus piraguas, etc.”. (Belén Muñoz, s.f., pág. 3)

### Historia del Mantenimiento Industrial

El Mantenimiento Industrial durante el pasar de los años se fue actualizando y evolucionando ya que en la revolución industrial el único mantenimiento que existía era Correctivo, los equipos se dañaban y había que hacer un mantenimiento instantáneo provocando grandes pérdidas de tiempo y adhiriendo una larga lista de problemas al proceso y costos adicionales a los presupuestos.

(Belén Muñoz, s.f.) dice: “Durante la revolución industrial el mantenimiento era correctivo (de urgencia), los accidentes y pérdidas que ocasionaron las primeras calderas y la apremiante intervención de las aseguradoras exigiendo mayores y mejores cuidados, proporcionaron la aparición de talleres mecánicos”. (p.3)

“A partir de 1925, se hace patente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento con una base científica. Se empieza a pensar en la conveniencia de reparar antes de que se produzca el desgaste o la rotura, para evitar interrupciones en el proceso productivo, con lo que surge el concepto del mantenimiento Preventivo.” (Belén Muñoz, s.f., pág. 3)

“A partir de los años sesenta, con el desarrollo de las industrias electrónica, espacial y aeronáutica, aparece en el mundo anglosajón el mantenimiento Predictivo, por el cual la intervención no depende ya del tiempo de funcionamiento sino del estado o condición efectiva del equipo o sus elementos y de la fiabilidad determinada del sistema.” (Belén Muñoz, s.f., pág. 4)

“Actualmente el mantenimiento afronta lo que se podría denominar como su tercera generación, con la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros: vibraciones, ruidos,

temperaturas, análisis físico químicos, tecnografía, ultrasonidos, endoscopia, etc., y la aplicación al mantenimiento de sistemas de información basados en ordenadores que permiten la acumulación de experiencia empírica y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de datos. Este desarrollo, conducirá en un futuro al mantenimiento a la utilización de los sistemas expertos y a la inteligencia artificial, con amplio campo de actuación en el diagnóstico de avenas y en facilitar las actuaciones de mantenimiento en condiciones difíciles”. (Belén Muñoz, s.f., pág. 4)

“Por otra parte, existen cambios en las políticas de mantenimiento marcados por la legislación sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo y por las presiones la de Medio Ambiente, como dispositivos depuradores, plantas de extracción, elementos para la limitación y atenuación de ruidos y equipos de detección, control y alarma”. (Belén Muñoz, s.f., pág. 4)

#### Tipos de mantenimiento

En la actualidad se han desarrollado diversos tipos de mantenimiento Industrial, para la prevención de pérdidas económicas, en los paros de procesos continuos y semi-continuos, por lo cual nos ha llevado a evolucionar Mantenimiento Industrial a ser más efectivo y eficaz.

“Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento, etc.”. (Belén Muñoz, s.f.)



Existen varios Tipos de mantenimiento los cuales son:

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

#### Mantenimiento Correctivo

(Belén Muñoz, s.f.) Concluye. “Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo”.

(Belén Muñoz, s.f.) Dice. “Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad”.

(Belén Muñoz, s.f.) Nos indica. “Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia”.

(Belén Muñoz, s.f.) Nos dice. “También las fallas no detectadas a tiempo, ocurridas en partes cuyo cambio hubiera sido de bajo costo, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas que están a dependencia de las anteriores que se encontraban en buen estado de uso y conservación”.

“Otra de sus desventajas es que este sistema, debe disponer de un capital alto y siempre fijo para invertir en piezas de repuesto”. (Belén Muñoz, s.f.).

## Mantenimiento Preventivo

“Es el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema”. (Belén Muñoz, s.f.)

Sus desventajas son:

- Cambios innecesarios: al momento de hacer un cambio de equipo nos damos cuenta que solo se pueden hacer unos cambios de piezas para que el equipo quede como nuevo ya que no es necesario el cambio y se economiza la compra de equipos nuevos, tomando en cuenta que esto podrá servir durante un tiempo prolongado.
- Coste en inventarios: el coste en inventarios o costo de mantenimiento se pueden ser calculables.
- Mano de obra: Se necesita mano de obra especializada y experimentada para poder hacer los trabajos en tiempo record.
- Mantenimiento no efectuado: Todo mantenimiento previsto debe ser ejecutado al tiempo destinado de lo contrario nos puede dar problemas a la hora de tener retrasos.

(IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial , 2018) Dice: “Mantenimiento Preventivo-Correctivo: Tiene por objetivo organizar tareas de prevención de fallas y realizar acciones correctivas cuando se presente una falla, no se enfocan en la planificación justificada de actividades sino más bien en la programación de actividades y asignación de recursos. Basándose en la ocurrencia de fallas se establece trabajos preventivos a fin de que se repitan las mismas fallas, así mismo basándose en pruebas y observaciones se analizan los equipos a fin de programar tareas que eviten la aparición de nuevas fallas”.

## Mantenimiento Predictivo

(Belén Muñoz, s.f.) Dice. “Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo (monitorización) de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo”.

(Belén Muñoz, s.f.) Afirma “El mantenimiento predictivo se basa en el hecho de que la mayoría de los fallos se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, bien a simple vista, o bien mediante la monitorización, es decir, mediante la elección, medición y de algunos parámetros relevantes que representen el buen funcionamiento del equipo analizado. Por ejemplo, estos parámetros pueden ser: la temperatura, la presión, la velocidad lineal, la velocidad angular, la resistencia eléctrica, los ruidos y vibraciones, la rigidez dieléctrica, la viscosidad, el contenido de humedad, de impurezas y de cenizas en aceites aislantes, el espesor de chapas, el nivel de un fluido, etc.”.

Se busca que con estos métodos evolucionemos a ser más eficientes para las reparaciones de pequeños fallos, con la ventaja que nos permite tener un historial de fallos repetitivos y poder analizar las causas por las cuales ocurren y así poder predecir las futuras fallas.

## Mantenimiento Productivo Total.

(Belén Muñoz, s.f.) Dice. “Este sistema está basado en la concepción japonesa del "Mantenimiento al primer nivel", en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas cosas, etc., facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa”.

El significado de mantenimiento productivo es el siguiente:

- Mantenimiento: Siempre mantener la planta en buenas condiciones.
- Productivo: Mantener las metas.

- Total: nos indica sobre todo el personal laboral de la planta.

(Belén Muñoz, s.f.) nos dice. “Este sistema coloca a todos los integrantes de la organización en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes”.

Para un buen mantenimiento en la planta se deben de hacer pequeños grupos de trabajadores para la asignación de trabajos de mantenimiento para un buen orden y trabajo en equipo.

#### Gestión de equipos

Una buena gestión de equipos nos indica las reparaciones que se le han hecho a la maquinaria. Es decir, cuenta con una hoja de vida cada máquina cada vez que se le hace algún tipo de mantenimiento según sea su causa, y nos permite tener un control estipulado sobre cada uno de ellos.

(IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial , 2018, pág. 9) Afirma. “El primer paso de la gestión de equipos corresponde a conocer la base instalada (equipos, máquinas, instrumentos, herramientas, etc.), por lo cual se requiere contar con una lista ordenada o inventario de dicha base instalada. Además, a fin de contar con información útil, se requiere complementar la información inventariada con datos que indiquen la relación existente entre los distintos elementos y su función dentro del proceso productivo”.

(IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial , 2018) “Los equipos pueden ordenarse según su ubicación (locación física), según el área operativa a la que pertenecen, según su membresía a determinado sistema o sub proceso, según su utilización, según su importancia, según su costo, entre otros”.

Una empresa puede contar con una o varias plantas productivas, cada una de las cuales puede contar con diversas zonas o áreas funcionales, así mismo cada área puede tener

un responsable de la infraestructura y elementos que se ubican en el lugar, por cuanto cada responsable de área o de departamento sería el encargado de llevar la actualización del inventario de sus equipos.

Una buena gestión también lleva un control donde lleva en la hoja de vida una nota donde nos da conocer con formularios que contiene todo tipo de trabajo realizado en la maquinaria donde lleva detalladamente cada pieza, engrase, lubricación, ajuste dado a ello.

Los principales campos de registro que debería tenerse sobre cada maquinaria a la hora de un mantenimiento deben ser los siguientes:

- Área y Nombre de la máquina.
- Datos generales y especificaciones técnicas.
- Descripción de su uso o función dentro del proceso.
- Instructivo de funcionamiento.
- Horómetros de la maquinaria para llevar un control exacto, en los cuales su funcionamiento sea correcto.
- Análisis de criticidad del equipo.
- Modelo de mantenimiento recomendado.
- Lista de repuestos utilizados.
- Lista de los insumos utilizados.
- Firma del Mecánico.
- Firma del Operador de Área.
- Fecha del trabajo realizado.

Toda empresa debe de llevar una base de datos con el registro del historial de mantenimiento de las principales maquinarias, que son fundamentales en el proceso.

Todo equipo debe de tener un periodo de vida, en este periodo se deberá conocer su tiempo de vida o tiempo de mantenimiento.

- Vida Física: En este periodo de vida se dice que toda maquinaria puede utilizarse con seguridad en el proceso siempre y cuando le den su mantenimiento correspondiente.
- Vida en el Mercado: La vida en el mercado es cuando una maquinaria está en disponibilidad en el mercado, pero cuando estos mismo se van quedando atrás por las nuevas actualizaciones de maquinaria se vuelven obsoletos ya que los fabricantes dejan de hacer las refacciones necesarias.
- Vida Tecnológica: Son las actualizaciones de las maquinarias anteriores que viene a destituir las por ser más eficientes en la producción.
- Vida Económica: Son los años de depreciación que una maquinaria tiene en una empresa, antes de volverse obsoleto y necesita ser cambiado por uno más actualizado.

## II.6 Tipos de fallas

Taza de fallos o función de riesgo o tasa instantánea de fallos y en una característica de fiabilidad del producto. La función de tasa de fallas no tiene interpretación física directa, sin embargo, para valores suficientemente pequeños de  $t$  se puede definir como la probabilidad de fallo del componente en un tiempo infinitamente pequeño de cuando en el instante  $t$  estaba operativo. (Muñuz, 2007)

Evolución de la tasa de fallos a lo largo del tiempo. Curva de bañera

La duración de la vida de un equipo se puede dividir en tres periodos diferentes:

- Juventud. Zona de mortandad infantil.

El fallo se produce inmediatamente o al cabo de muy poco tiempo de la puesta en funcionamiento, como consecuencia de:

- a) Errores de diseño
- b) Defectos de fabricación o montaje
- c) Ajuste difícil, que es preciso revisar en las condiciones reales de funcionamiento hasta dar con la puesta a punto deseada.  
(Muñuz, 2007)

- Madurez. Periodo de vida útil.

Periodo de vida útil en el que se producen fallos de carácter aleatorio. Es el periodo de mayor duración, en el que se suelen estudiar los sistemas, ya que se supone que se reemplazan antes de que alcancen el periodo de envejecimiento. (Muñuz, 2007)

- Envejecimiento

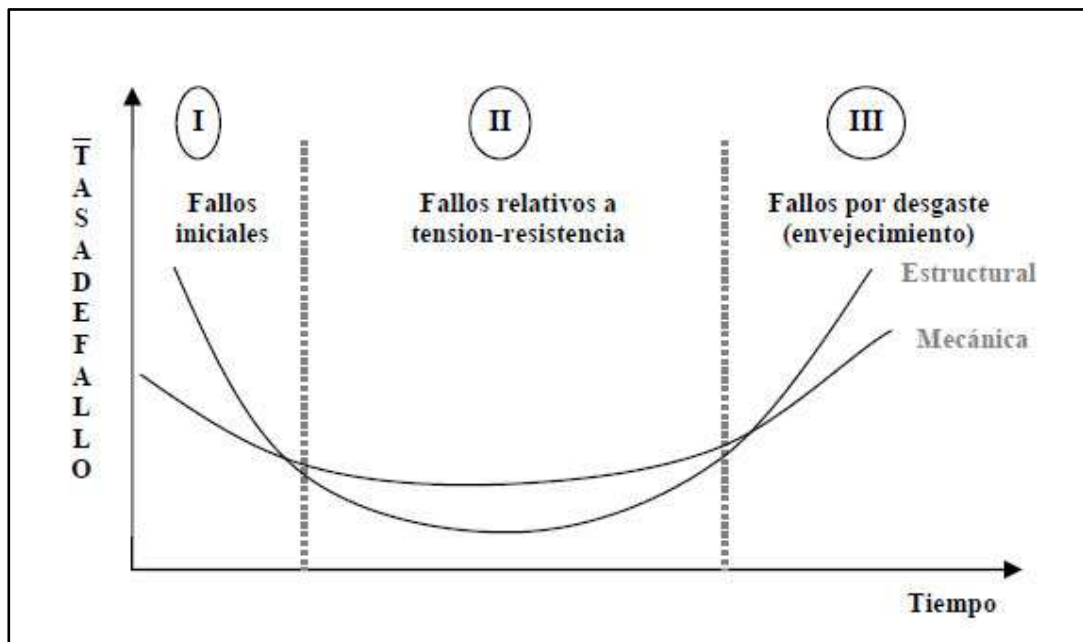
Corresponde al agotamiento, al cabo de un cierto tiempo, de algún elemento que se consume o deteriora constantemente durante el funcionamiento. Estos tres periodos se distinguen con claridad en un

gráfico en el que se represente la tasa de fallos del sistema frente al tiempo.

Este gráfico se denomina “Curva de bañera”. (Muñuz, 2007)

Aunque existen hasta seis tipos diferentes de curva de bañera, dependiendo del tipo de componente del que se trate, una curva de bañera convencional se adapta a la siguiente figura:

Figura 2. Tipos de fallas.



Fuente: (Belén Muñoz, s.f.)

En una curva de la bañera de tipo convencional se aprecian las tres zonas descritas

Anteriormente:

**Zona de mortandad infantil:** Las averías van disminuyendo con el tiempo, hasta tomar un valor constante y llegar a la vida -útil. En esta zona fallan los componentes con defectos de fabricación, por lo que la tasa de averías disminuye con el tiempo. (Muñuz, 2007)



Los fabricantes, para evitar esta zona, someten a sus componentes a un "quemado" inicial ("burn-in" en inglés), desechando los componentes defectuosos. Este quemado inicial se realiza sometiendo a los componentes a determinadas condiciones extremas, que aceleran los mecanismos de fallo. (Muñuz, 2007)

Zona de vida útil: con tasa de fallos aproximadamente constante. Es la zona de mayor duración, en la que se suelen estudiar los sistemas, ya que se supone que se reemplazan antes de que alcancen la zona de envejecimiento. (Muñuz, 2007)

Zona de envejecimiento: La que la tasa de averías vuelve a crecer, debido a que los componentes fallan por degradación de sus características por el transcurso de tiempo. Aún con reparaciones y mantenimiento, las tasas de fallos aumentan, hasta que resulta demasiado costoso el mantenimiento. (Muñuz, 2007)

#### Analices de fallas

Cada vez que ocurre una falla que produzca la interrupción de un proceso operativo, se requiere de 2 acciones inmediatas:

- Restablecer las condiciones operativas antes de la avería
- Entender qué produjo la avería. (Propymes, 2014)

Existen métodos o herramientas recomendadas para la resolución de problemas que se complementan con el hecho de registrar adecuadamente los eventos. Esto nos permite:

- Organizar la historia clínica del equipo
- Determinar la frecuencia de los eventos (repetitividad y cada cuánto tiempo)
- Identificar potenciales causas (repuestos, insumos, mala práctica, etc.).

- Planificar las tareas asociadas (recorridos de control, cambios preventivos, etc. (Propymes, 2014)

Antes de seleccionar una estrategia de mantención para un equipo es conveniente conocer los fenómenos que producen su degradación y falla. Las fallas pueden ser clasificadas como:

Fallas catastróficas:

Que contemplan las fallas repentinas y completas, tales como la ruptura de un componente mecánico o un corto circuito en un sistema eléctrico. Es difícil observar la degradación por tanto no es posible establecer procedimientos preventivos. (Pascual, 2002)

Fallas por cambios en parámetros

Fenómenos tales como

- desgaste mecánico
- fricción
- aumentos en la resistencia de componentes electrónicos; la degradación es gradual y puede ser observada directa o indirectamente. (Pascual, 2002)

De acuerdo a la tasa de fallas, la vida de un equipo se puede dividir en dos etapas:

- Etapa temprana: caracterizada por una tasa de falla que decrece en el tiempo
- Etapa madura: caracterizada por una tasa constante de fallas. (Pascual, 2002)

### Fallas primarias

Son el resultado de una deficiencia de un componente, cuando está ocurre en condiciones de operación dentro del rango nominal. Ejemplo: ruptura de un alabe de turbina cuando la velocidad es operacional. (Pascual, 2002)

### Fallas secundarias

Son el resultado de causas secundarias en condiciones no nominales de operación. Podría no haber habido falla si las condiciones hubiesen estado en el rango de diseño del componente. Condiciones que causan fallas secundarias: temperaturas anormales, sobrepresión, sobrecarga, velocidad, vibraciones, corriente, contaminación, corrosión. (Pascual, 2002)

La ocurrencia de causas secundarias no siempre conlleva que una falla secundaria ocurra. Ejemplo: el incremento de la temperatura sobre el rango de diseño puede causar la falla de un componente solo 60% del tiempo, ósea, la probabilidad condicional de la falla del componente cuando hay un incremento anormal de la temperatura es de 0.6.

### Fallas con causa común

En este caso la falla secundaria induce fallas en más de un componente. Por ejemplo, un terremoto puede producir cargas severas en un número de componentes e inducir su falla. Las catástrofes naturales son causas usuales de este tipo: terremotos, inundaciones, huracanes, explosiones, fuego. (Pascual, 2002)

Malfuncionamiento de otros sistemas o componentes también pueden inducir fallas en varios componentes. Ejemplo: una falla del sistema de aire acondicionado produce incremento en la temperatura y de ahí la falla de un número de componentes electrónicos. (Pascual, 2002)

### Fallas propagadas

En este caso la falla de un componente induce la falla de otro. Si la falla del primer componente induce fallas en más de un componente puede ser considerada como falla con causa común. (Pascual, 2002)

### Fallas por error humano

Si las fallas son causadas errores humanos en la operación, mantención, inspección. Los errores humanos en la etapa de diseño, construcción e instalación del equipo son considerados como fallas por error humano y no deben ser consideradas como fallas primarias. Si el error conlleva la falla de varios componentes, también se puede hablar de fallas con causa común. (Pascual, 2002)

## **II.7 Lubricantes**

### Lubricación De Maquinaria

#### Objetivo Terminal:

Dada una máquina con su hoja de vida y una ruta de trabajo con el orden operacional para efectuar el ejercicio de lubricación, usted la completará, anotando los pasos, herramientas y equipos necesarios sin margen de error. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Para cumplir con este objetivo, usted debe estar en capacidad de presentar pruebas satisfactorias en cada una de las siguientes actividades. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

- Identificar los tipos de lubricantes y su forma de obtención.
- Identificar y clasificar los aceites lubricantes y las grasas.
- Clasificar los lubricantes sólidos y los aditivos para lubricantes
- Identificar y clasificar los sistemas de lubricación.
- Describir el proceso de ejecución para demostrar la lubricación de maquinaria.

#### Grasas

Por lo regular las grasas se componen de dos partes: aceite, que es el agente lubricante, y un espesante, encargado de mantener el aceite en su puesto y de no permitirle escapar de las piezas que necesitan lubricación. Los espesantes más comunes son los jabones, aunque también se usan arcillas y otros materiales. Algunas grasas contienen aceites y espesantes sintéticos.

La mayoría de las grasas se adhieren bien a las partes en movimiento, formando una película fuerte que las protege del desgaste, la oxidación y la corrosión. Pero las propiedades de las grasas varían ampliamente.

Consistencia La consistencia de la grasa se mide haciendo penetrar en ella un cono en condiciones controladas. Mientras más se hunda el cono, mayor será el número de penetración y menor será su consistencia. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

A semejanza de la nomenclatura SAE para los aceites, las grasas se califican en una escala que indica su nivel de consistencia. Según la escala NGLI, las grasas #000 son fluidos un tanto espesos. La #6 son grasas bastante sólidas. Las grasas más comunes son la #0, #1 Y #2. La consistencia depende principalmente de la cantidad y de la clase de espesante. La viscosidad del aceite utilizado en una grasa no corresponde necesariamente a la consistencia de la grasa. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Las grasas muy suaves o líquidas a veces no se adhieren a las partes ni forman entre ellas una película fuerte. Se suelen resbalar de las superficies que han de lubricar; también a veces caen en las partes en movimiento. Si las grasas son demasiado espesas, no se extenderán lo suficiente y puede ser que no suelten el aceite necesario para lubricar adecuadamente. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

#### Efectos de la temperatura

La temperatura afecta siempre la consistencia de las grasas. La mayoría se ablandan cuando la temperatura sube, pero la consistencia no variará drásticamente hasta que el espesante se derrita y empiece a caerse. La mayoría de las grasas registran un punto de goteo superior a los 149°C (300°F). Algunas grasas fabricadas con una base diferente al jabón y que sirven para aplicaciones a altas temperaturas, no tienen punto de caída y mantienen su consistencia hasta a temperaturas extremas. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

## Técnicas de Lubricación

La temperatura de operación del equipo nunca debe acercarse demasiado al punto de goteo de la grasa. Cuando la grasa se licue, saldrá por los sellos y se derramará. Expuesta a temperaturas bajas, la grasa endurecerá. Es posible que el aceite en dicha grasa se vuelva demasiado viscoso para dar una lubricación efectiva, aún por encima del punto de fluidez. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

## Aditivos

Algunas grasas contienen aditivos antioxidantes y anticorrosivos o para mejorar la firmeza de la película bajo fuertes presiones. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

- **Antioxidantes y anticorrosivos:** Cualquier grasa que contenga aceite a base de petróleo se oxida con rapidez a altas temperaturas. La oxidación suele determinar la vida útil de la grasa. Aunque la grasa puede ser efectiva a temperaturas muy altas, como 204QC (400QF) sin llegar al punto de caída, la oxidación la deteriorará si tales temperaturas son frecuentes o prolongadas. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)
- La grasa oxidada es seca, dura, oscura y corrosiva. Lubrica mal y hay que reemplazarla. Algunas grasas contienen aditivos antioxidantes y anticorrosivos.

La mayoría de las grasas protegen las piezas de la corrosión, pues forman una película que impide la entrada de agua y de aire. Las grasas espesadas con jabones a base de sodio son muy efectivas, especialmente contra la corrosión, ya que absorben el agua y la conservan en suspensión, sin producir daño. Sin embargo, puede ser que tales grasas se desplacen debido a presiones. Otras grasas que se espesan con arcillas u otros materiales también pueden desplazarse. Algunas veces también se añaden a las grasas varias clases de anticorrosivos. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

**Aditivos para presiones extremas:** Otros aditivos mejoran la firmeza de la película de aceite en la grasa. El sulfuro de molibdeno protege el equipo contra el desgaste a que

lo someten las presiones altas. El grafito disminuye la fricción y el desgaste. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Efectos de fricción:

La fricción no sólo puede ser considerada desde el punto de vista negativo por efectos que produce en maquinaria; también produce efectos positivos. Sin fricción no sería posible caminar, y muchos de los elementos que aprovechamos, como el automóvil, el freno o la piedra de esmeril, etc., no tendrían razón de ser. En los órganos de las máquinas consideramos la fricción como indeseable porque casi todos requieren del deslizamiento de una parte contra otra. Para vencer la fricción se requiere trabajo y la energía así gastada supone pérdida de potencia y eficiencia. Además, donde hay fricción sólida ocurre desgaste, pérdida de material por la acción cortante de las asperezas opuestas y el rompimiento de las minúsculas superficies soldadas. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Uno de los problemas de los ingenieros es controlar la fricción; incrementar la fricción donde se requiere (frenos) y reducir en donde no es conveniente (cojinetes). Este módulo trata sobre la reducción de la fricción. La fricción origina calor, produce pérdida de potencia y desgaste de las partes en movimiento, desde el punto que se inicia un rápido deterioro hasta una falta total en la parte en contacto. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Reducción fricción:

Las fuerzas de fricción pueden ser disminuidas por los siguientes factores, los cuales pueden controlarse:

- La carga: Influye en forma directamente proporcional a la fricción; sin embargo, es parte de todo mecanismo y en la mayoría de los casos es difícil de modificar.



- Naturaleza de los materiales: Dependiendo de su naturaleza química, los cuerpos pueden presentar mayor o menor fricción.
- El acabado de las superficies: Los coeficientes de fricción son mayores cuando las superficies son ásperas que cuando son pulidas.
- Forma de los cuerpos: La fricción por rodamiento es menor que la fricción por deslizamiento. Los cuerpos esféricos o cilíndricos, por lo tanto, ocasionan menor fricción. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)
- La lubricación utilizada.

Concepto de lubricación:

Lubricar es interponer entre dos superficies, generalmente metálicas expuestas a fricción, una película fluida que las separe a pesar de la presión que se ejerza para juntarlas. La lubricación elimina el contacto directo de las superficies metálicas, impide su desgaste y reduce al mínimo el rozamiento que produce pérdida de potencia. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Importancia de la lubricación:

Los costosísimos y complicados equipos industriales que requiere la industria moderna no podrían funcionar, ni siquiera unos minutos, sin el beneficio de una correcta lubricación. El costo de esta resulta insignificante comparado con el valor de los equipos a los que brinda protección. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

La utilización del lubricante correcto en la forma y cantidad adecuada ofrece entre otros los siguientes beneficios. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

- Reduce el desgaste de las piezas en movimiento.
- Menor costo de mantenimiento de la máquina.
- Ahorro de energía.
- Facilita el movimiento.

- Reduce el ruido.
- Mantiene la producción. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Funciones de los lubricantes:

Los lubricantes deben rebajar al máximo los rozamientos de los órganos móviles facilitando el movimiento, pero además deben reunir propiedades tales como:

- Soportar grandes presiones sin que la película lubricante se rompa.
- Actuar como refrigerante.
- Facilitar la evacuación de impurezas. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Elementos básicos que requieren lubricación:

Por complicada que parezca una máquina, los elementos básicos que requieren lubricación son:

- Cojinetes simples y antifricción, guías, levas, etc.
- Engranajes rectos, helicoidales, sin fin, etc., que puedan estar descubiertos o cerrados.
- Cilindros como los de los compresores, bombas y motores de combustión interna.
- Cadenas, acoples flexibles y cables. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Factores que afectan la lubricación:

El desempeño de un lubricante se ve afectado por varios factores. Los principales en términos generales son:

- Factores de operación:  
Entre los factores de operación principales que afectan la lubricación tenemos:

- La carga.
- La temperatura.
- La velocidad.
- Posibles contaminantes. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)
- Factores de diseño:  
Entre los factores de diseño se pueden considerar entre otros:
  - Materiales empleados en los elementos.
  - Textura y acabado de las superficies.
  - Construcción de la máquina.
  - Métodos de aplicación del lubricante. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Tipos o sistemas de lubricación:

- Manual.
- Centralizada o automática. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Tipos de lubricantes:

De acuerdo a su estado los lubricantes se pueden clasificar así:

- Gaseosos (aire).
- Líquidos (Aceites).
- Semi-sólidos (grasas).
- Sólidos, Por ejemplo: (Bisulfuro de molibdeno, grafito, talco).

Se destacan por su mayor utilización en la industria los aceites y las grasas. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Según su naturaleza los lubricantes se clasifican:

- Vegetales: Extraídos de las plantas y frutos, poco usados en la lubricación industrial pues comparados con los lubricantes minerales quedan en gran

desventaja en lo que respecta al poder lubricante. Se les da mayor utilización en los alimentos. Podemos citar entre otros: Los aceites de oliva, soya, maíz, coco, algodón, higuera, etc.

- **Animales:** Son extraídos de la lana, de los huesos y tejido adiposo de los animales terrestres y marinos. También son poco usados en la lubricación industrial, se les utiliza en procesos industriales. Por ejemplo, en la fabricación de jabones. Entre los más conocidos citaremos: La lanolina, la manteca de cerdo, el aceite de ballena, etc.
- **Minerales:** Los lubricantes minerales por sus características son los más utilizados en la industria. Se pueden clasificar así:
  - Los derivados de los hidrocarburos, del petróleo, del carbón de piedra.
  - Los lubricantes sólidos como; el bisulfuro de molibdeno, el grafito, el tungsteno, el talco y otros. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

#### Grasas lubricantes:

Las grasas lubricantes son aceites minerales espesados con jabones. El jabón actúa como base o soporte del aceite. Tanto las propiedades de la base como del aceite lubricante, así como las proporciones de cada uno de estos componentes, proporcionan las características fisicoquímicas que son las que determinan el uso y aplicación de cada tipo. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

#### Características de las grasas

Las principales características de las grasas son:

#### Consistencia:

Es el grado de dureza o resistencia a la penetración. Generalmente depende de los elementos que la componen, de la cantidad, y del proceso de elaboración. La consistencia se mide con el Penetró metro. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

El ensayo se reduce a dejar el penetró metro sobre la superficie de la grasa, sin más fuerza que la de su propio peso y durante 25 segundos, se observa en la carátula lo que ha penetrado en décimas de milímetro. Esta prueba se realiza a una temperatura estándar de 25°C. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

El peso del penetró metro es de 150 gramos de peso.

La estabilidad de una grasa es la constante que determina el comportamiento del producto en lo referente a la separación del jabón y del aceite ante las duras agresiones de temperatura, velocidad y presión, que deben soportar durante su trabajo o bien durante el almacenaje prolongado. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

El fenómeno de no estabilidad se aprecia por la formación de una capa superficial de aceite líquido sobre la masa total de la grasa. Son poco estables las grasas a base de calcio. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

#### Reversibilidad:

Se entiende por reversibilidad en una grasa la propiedad de recuperar su estructura primitiva una vez separados el aceite y el jabón por acción de una elevada temperatura y velocidad. Es casi una propiedad imprescindible en las grasas destinadas a la lubricación de rodamientos. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

#### Punto de fusión y de gota:

Es la temperatura en la cual una grasa deja de comportarse como tal y se transforma en un aceite y un jabón ambos por separado. Si se prosigue calentando la fluidificación se irá incrementando hasta que se desprenda una gota. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Adherencia o pegajosidad:

La adherencia o pegajosidad de una grasa la determina casi exclusivamente la clase de jabón empleado. Las grasas fibras presentan mayor adherencia que las mantequillosas.

Esta propiedad es importante cuando se trata de engrasar sistemas muy revolucionados (giratorios). (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

Otras grasas:

También existen otras clases de grasas que no son las de aceites minerales espesados con jabones. Citaremos entre ellas:

- Grasas fabricadas con lubricantes sintéticos espesados con jabones, o aceites de siliconas. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)
- Grasas fabricadas con lubricantes espesados, no con jabones sino con arcillas coloidales (Bentone). (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)
- Grasas fabricadas con bisulfuro de molibdeno, grafito, etc.

El empleo de las grasas a base de siliconas va extendiéndose rápidamente a pesar de su menor capacidad lubricante con respecto a las de aceites minerales y de su precio muchísimo más elevado, por su perfecto comportamiento ante la temperatura, la cual no le afecta hasta pasados los 200°C. Además, una de las propiedades más interesantes de este tipo de grasas es la gran diferencia en pérdida de peso con las normales ante un mismo ataque térmico. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

En las grasas de muy buena calidad elaboradas a base de aceites minerales, la pérdida de peso experimentado al exponerlas a una temperatura de 65°C durante cuarenta horas, es de un 35 a un 40% mientras que la misma experiencia realizada con las de siliconas da un valor oscilante alrededor del 4%. (Nieto, Lopez, & Galvis, s.f.)

## II.8 Costos en empresas industriales

Cuando se trata de una empresa industrial (empresa dedicada a la producción o fabricación de productos), lo usual es denominar costos solamente a los Costos de Producción, es decir, a los costos en que se incurren dentro del proceso de producción. (CreseNegocios, 2010)

Estos costos de producción están conformados por los siguientes elementos:

- Costo de adquisición de Materias Primas o Materiales Directos  
Es el costo de adquisición de los bienes que serán transformados en productos terminados o que formarán parte de él, por ejemplo, insumos, partes, etiquetas. (CreseNegocios, 2010)
- Costo de la Mano de Obra Directa  
Costos conformados por los salarios y beneficios de los trabajadores que trabajan directamente en la producción del producto. (CreseNegocios, 2010)
- Gastos Indirectos de Fabricación  
Costos de los elementos necesarios para la fabricación del producto, pero que intervienen en forma indirecta en la elaboración del mismo. (CreseNegocios, 2010)

Lo Gastos Indirectos de Fabricación a su vez están conformados por:

Materiales Indirectos: conformado por los costos de los materiales auxiliares, suministros de fábrica, repuestos, combustibles y lubricantes, útiles de aseo, etc. (CreseNegocios, 2010)

Mano de Obra Indirecta: conformado por los sueldos y salarios del personal profesional, técnico, especializado o auxiliar encargado de tareas complementarias no ligadas directamente al proceso de producción, caso del jefe de planta, supervisores, personal de limpieza, personal de mantenimiento, guardianía, etc. (CreseNegocios, 2010)

Otros Gastos Indirectos: conformados por costos incurridos en seguros contra riegos, depreciación, alquileres, energía eléctrica, agua, teléfono, subsidios, servicios de mantenimiento, etc. (CreseNegocios, 2010)



### **III. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

Se presenta a continuación los cuadros y las gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizada por la investigadora; las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro y gráfica del 1 al 2, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; y del cuadro y gráfica 3 a la 8 se obtienen los datos para comprobar la variable independiente o causa principal.

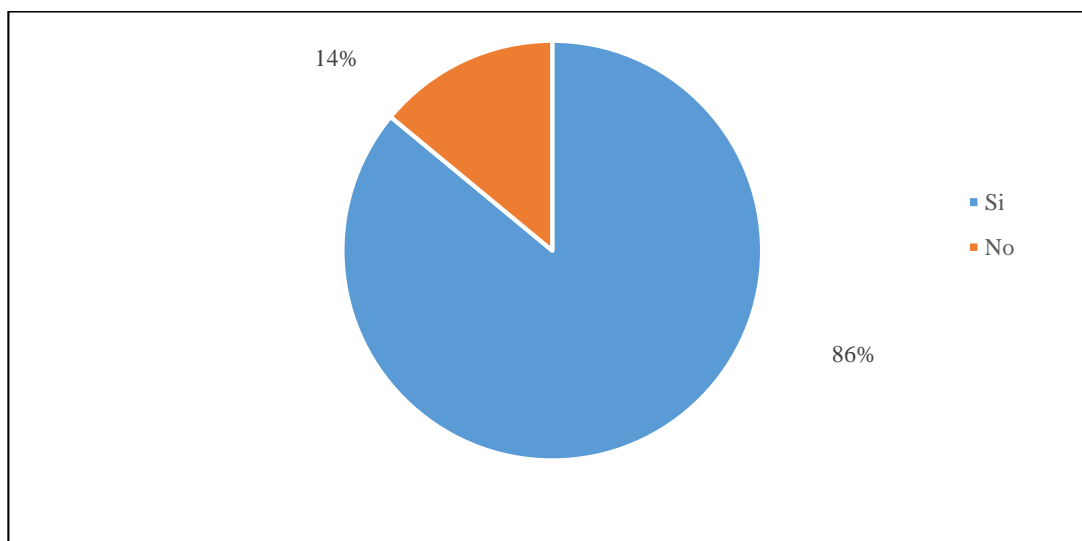
Se hace la observación que con el cuadro y gráfica 1 se comprueba la variable dependiente; y, con el cuadro y gráfica 3 se comprueba la variable independiente, contenidas en la hipótesis de trabajo formulada.

**Cuadro 1.**  
**Conocimiento de lo costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia en Morales, Izabal en los últimos cinco años.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	6	86
No	1	14
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Fuente: Investigación propia, dirigida a la Gerencia de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

**Gráfica 1.**  
**Conocimiento de los costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia en Morales, Izabal en los últimos cinco años**



Fuente: Investigación propia, dirigida a la Gerencia de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

**Análisis:** Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, seis de siete integrantes de la Gerencia de Extractora La Francia del municipio de Morales Izabal, manifiesta que **existen** costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia en Morales, Izabal, en los últimos cinco años, por lo que se comprueba la variable dependiente de la hipótesis planteada.

Cuadro 2.

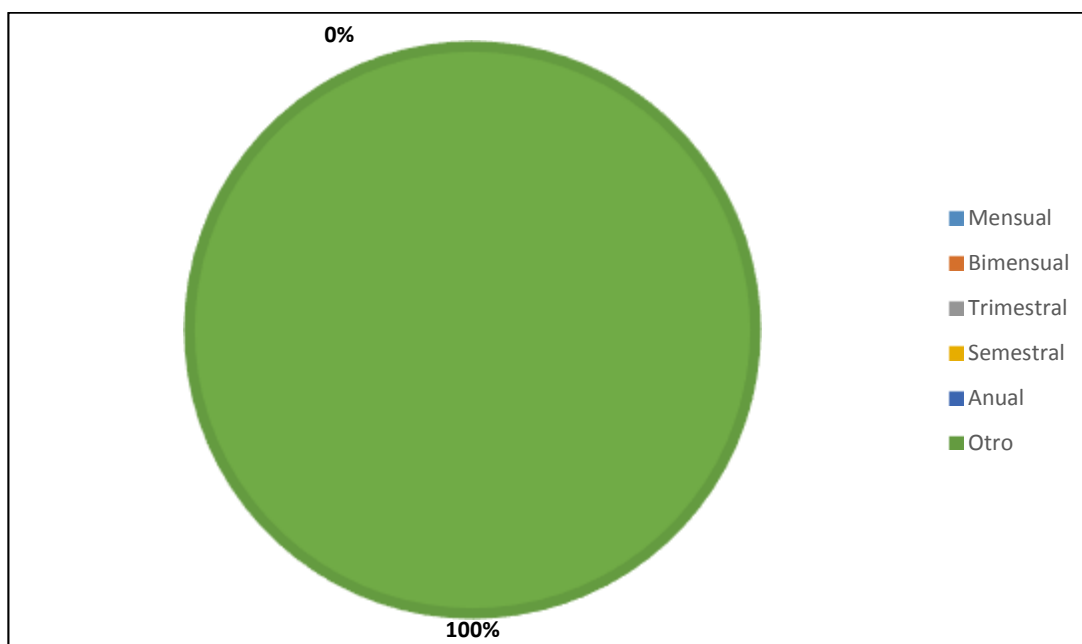
Frecuencia de comparación de costos de Mantenimiento

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Mensual	0	0
Bimensual	0	0
Trimestral	0	0
Semestral	0	0
Anual	0	0
Otro	7	100
Total	7	100

Fuente: Investigación propia, dirigida a la Gerencia de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

Gráfica 2.

Frecuencia de comparación de costos de Mantenimiento



Fuente: Investigación propia, dirigida a la Gerencia de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

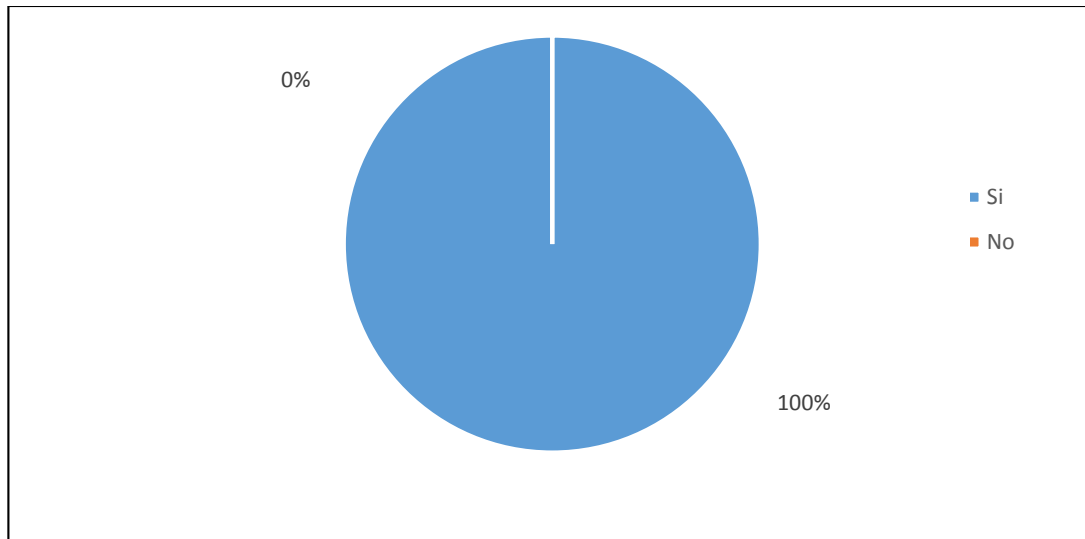
Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, lo siente integrantes de la Gerencia de Extractora La Francia del municipio de Morales Izabal, manifiesta que el tipo de comparación de presupuestos es periódicamente (12 veces al año) en la empresa Extractora La Francia en Morales, Izabal, en los últimos cinco años

**Cuadro 3.**  
**Conocimiento de plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	1	100
No	0	0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>100</b>

Fuente: Investigación propia, dirigida al jefe de Mantenimiento de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

**Gráfica 3.**  
**Conocimiento de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia**



Fuente: Investigación propia, dirigida al jefe de Mantenimiento de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, el jefe de mantenimiento de Extractora La Francia del municipio de Morales Izabal, manifiesta que no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima, por lo que se comprueba la variable independiente de la hipótesis planteada.

Cuadro 4.

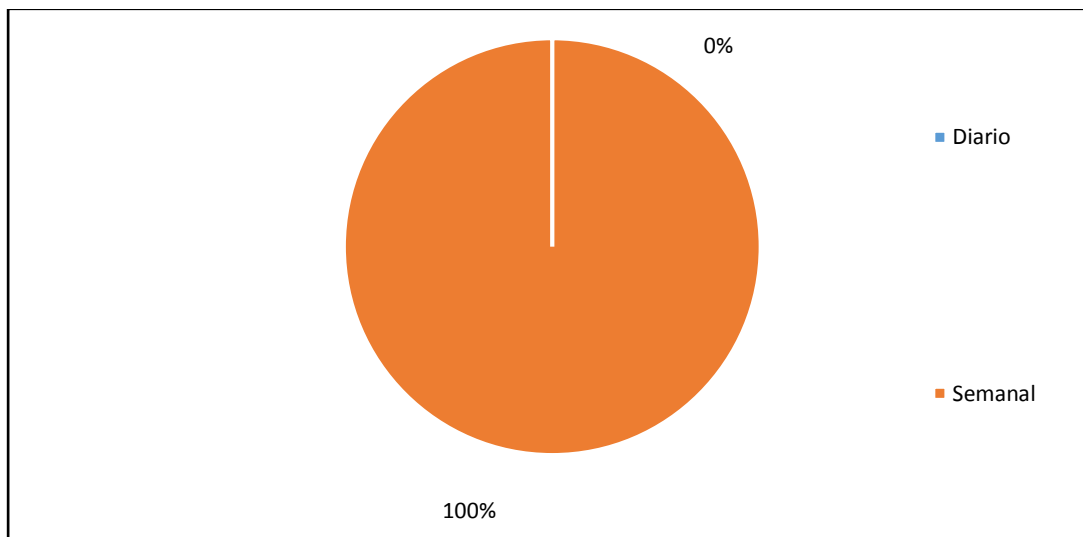
Frecuencia con que se realiza el mantenimiento preventivo

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Diario	0	0
Semanal	1	100
Mensual	0	0
Otro	0	0
total	1	100

Fuente: Investigación propia, dirigida al jefe de Mantenimiento de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

Gráfica 4.

Frecuencia con que se realiza el mantenimiento preventivo



Fuente: Investigación propia, dirigida al jefe de Mantenimiento de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, el jefe de mantenimiento de Extractora La Francia del municipio de Morales Izabal, manifiesta que realizan mantenimiento preventivo semanalmente.

Cuadro 5.

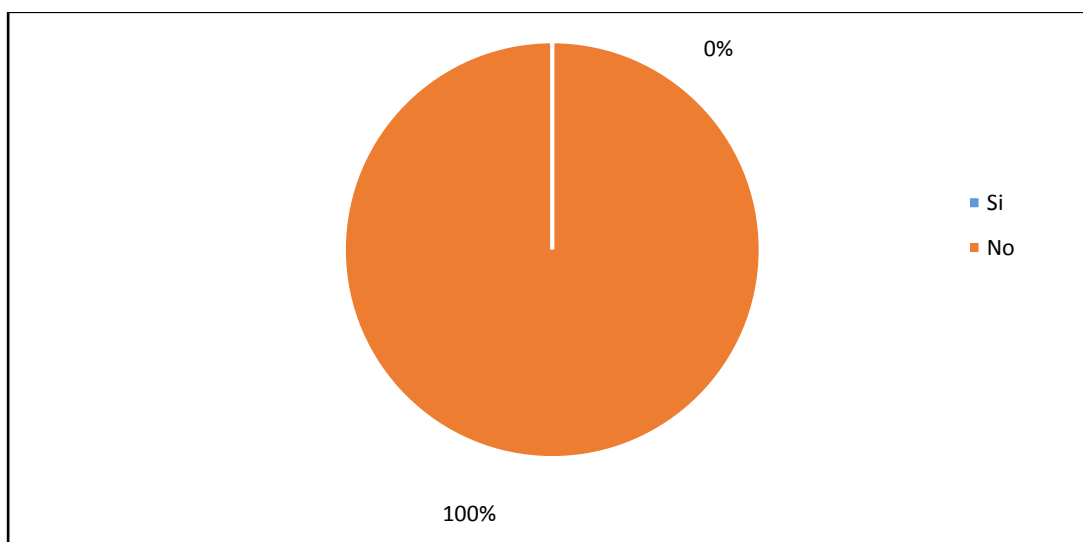
El departamento de mantenimiento es suficiente para realizar las actividades

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	1	100
Total	1	100

Fuente: Investigación propia, al jefe de Mantenimiento de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

Gráfica 5.

El departamento de mantenimiento es suficiente para realizar las actividades



Fuente: Investigación propia, al jefe de Mantenimiento de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

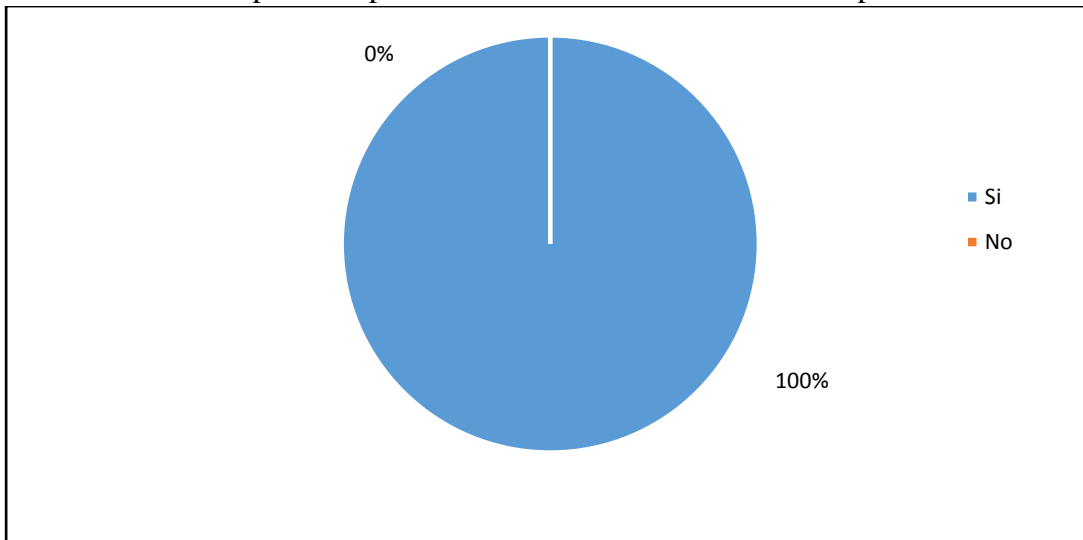
Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, el jefe de mantenimiento de Extractora La Francia del municipio de Morales Izabal, manifiesta que el departamento de mantenimiento no es suficiente para realizar las actividades mantenimiento preventivo semanalmente.

**Cuadro 6.**  
**Personal capacitado para la realización del mantenimiento preventivo**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	1	100
No	0	0
Total	1	100

Fuente: Investigación propia, al jefe de Mantenimiento de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

**Gráfica 6.**  
**Personal capacitado para la realización del mantenimiento preventivo**



Fuente: Investigación propia, al jefe de Mantenimiento de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

**Análisis:** Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior el jefe de mantenimiento de Extractora La Francia del municipio de Morales Izabal, manifiesta que cuenta con personal capacitado para la realización del mantenimiento preventivo.

Cuadro 7.

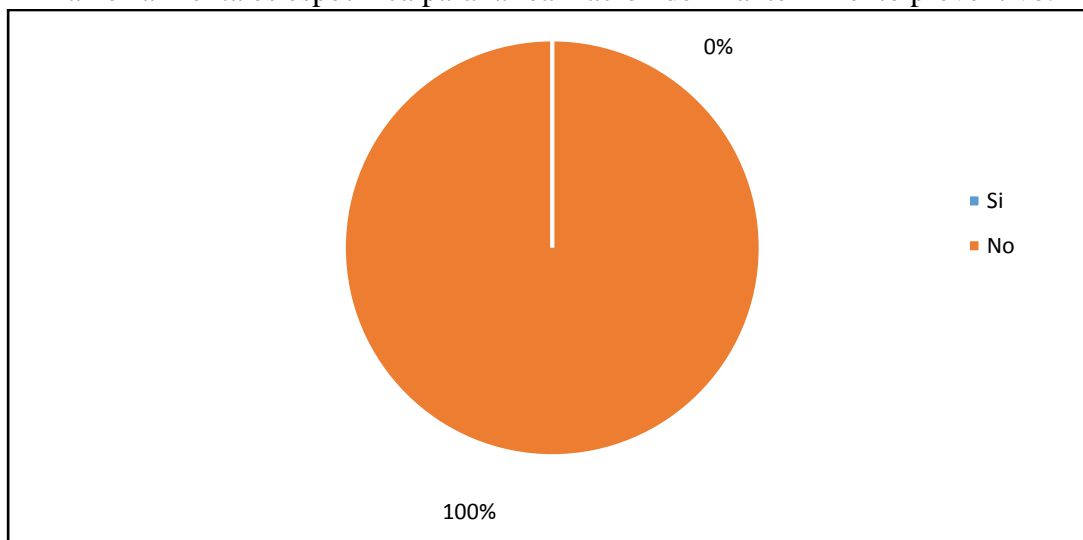
La herramienta es específica para la realización del mantenimiento preventivo.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	1	100
Total	1	100

Fuente: Investigación propia, al jefe de Mantenimiento de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

Gráfica 7.

La herramienta es específica para la realización del mantenimiento preventivo.



Fuente: Investigación propia, al jefe de Mantenimiento de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior el jefe de mantenimiento de Extractora La Francia del municipio de Morales Izabal, manifiesta que el personal de mantenimiento no cuenta con la herramienta específica para la realización del mantenimiento preventivo por no tener un proveedor adecuado.

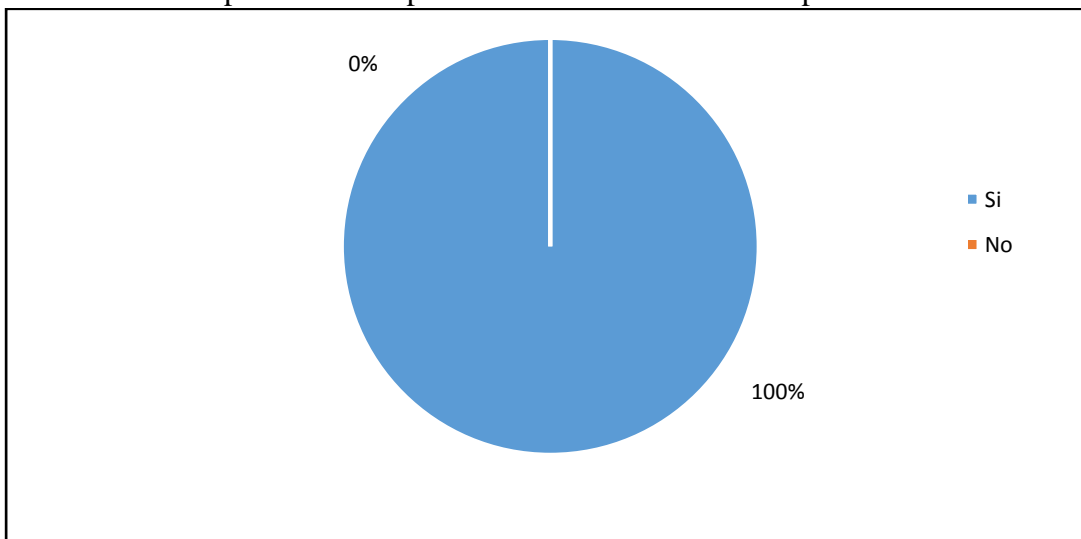


**Cuadro 8.**  
**Capacitaciones constantes al personal de mantenimiento en temas de mantenimiento preventivo en procesos continuos de materia prima**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	1	100
No	0	0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>100</b>

Fuente: Investigación propia, al jefe de Mantenimiento de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

**Gráfica 8.**  
**Capacitaciones constantes al personal de mantenimiento en temas de mantenimiento preventivo en procesos continuos de materia prima**



Fuente: Investigación propia, al jefe de Mantenimiento de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

**Análisis:** Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior el jefe de mantenimiento de Extractora La Francia del municipio de Morales Izabal, manifiesta que el personal de mantenimiento si se capacita constantemente en temas de mantenimiento preventivo en procesos continuos de materia prima.

Cuadro 9.

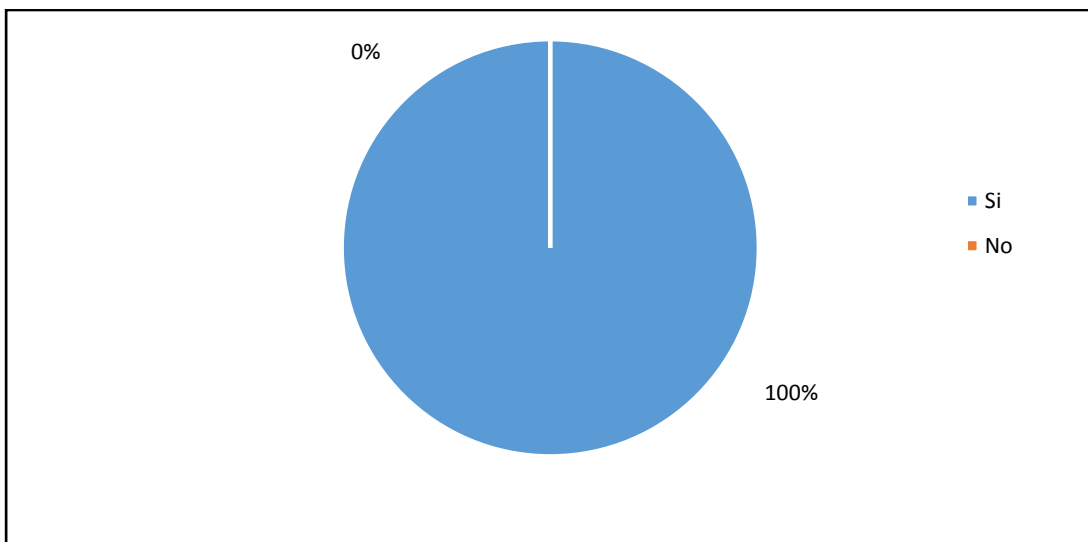
Reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	20	100
No	0	0
Total	20	100

Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

Gráfica 9.

Reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima



Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

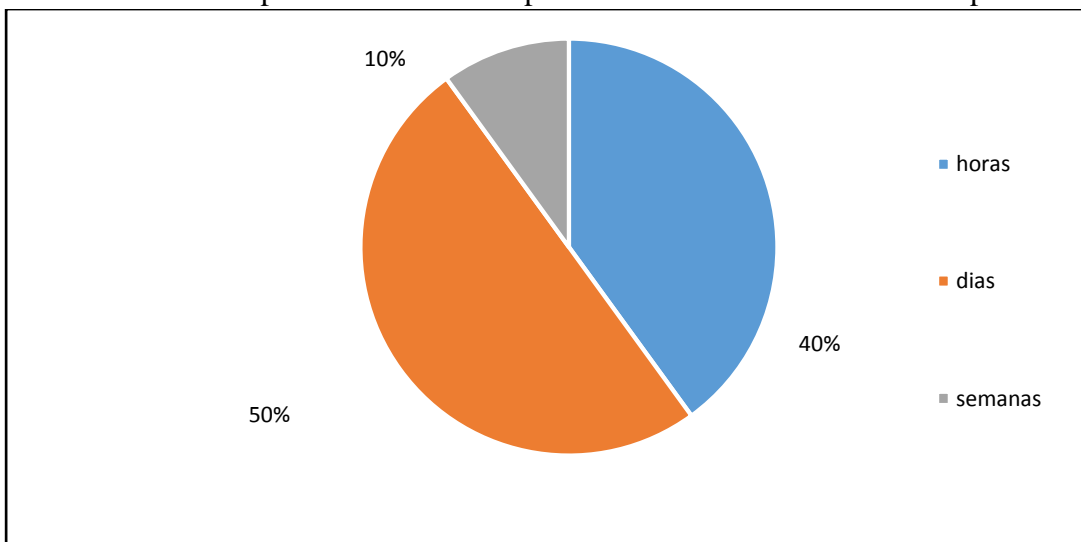
Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, tanto el personal de Mantenimiento, Operadores y ayudantes de Extractora La Francia, Morales Izabal. Manifiestan que si existen reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima.

**Cuadro 10.**  
**Demora en la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Horas	9	40
Días	10	50
Semanas	1	10
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

**Gráfica 10.**  
**Demora en la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima**



Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

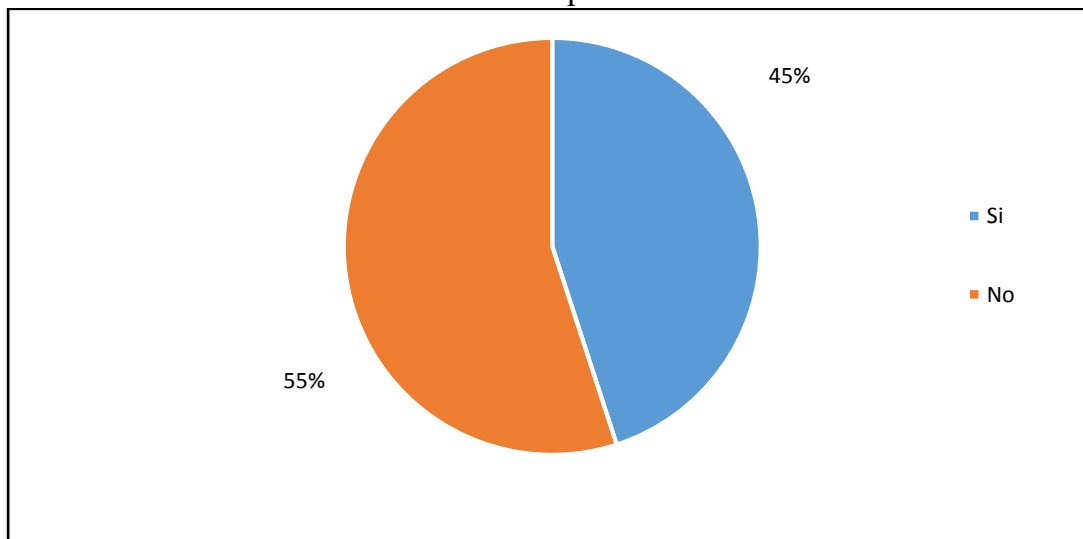
**Análisis:** Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, tanto el personal de Mantenimiento, Operadores y ayudantes de Extractora La Francia, Morales Izabal. Manifiestan que la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima se demora días en su reparación.

**Cuadro 11.**  
**Herramienta específica para la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	9	45
No	11	55
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

**Gráfica 11.**  
**Herramienta específica para la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima**



Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

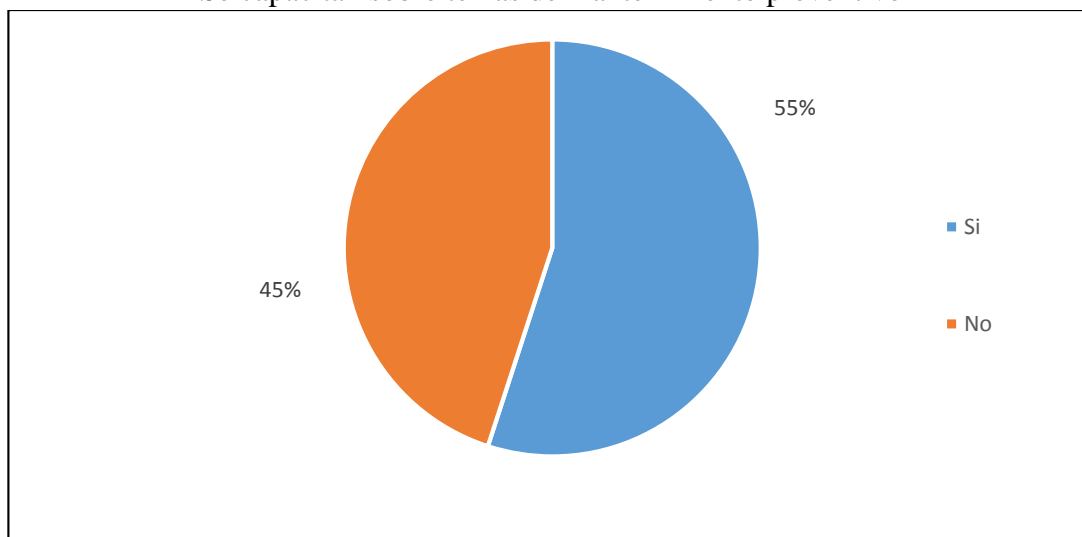
**Análisis:** Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, tanto el personal de Mantenimiento, Operadores y ayudantes de Extractora La Francia, Morales Izabal. Manifiestan que no cuentan con la herramienta específica para la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima.

**Cuadro 12.**  
**Se capacitan sobre temas de mantenimiento preventivo**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	11	55
No	9	45
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

**Gráfica 12.**  
**Se capacitan sobre temas de mantenimiento preventivo**



Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

**Análisis:** Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, tanto el personal de Mantenimiento, Operadores y ayudantes de Extractora La Francia, Morales Izabal. Manifiestan que si han recibido capacitación sobre temas de mantenimiento preventivo

## IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### IV.1 Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis: “Los costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia, Morales Izabal, en los últimos cinco años, por reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales; es debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima”
2. No se cuenta con personal específico para la realización y control del plan de mantenimiento.
3. La falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima, incrementa los costos del presupuesto en la empresa Extractora la Francia.
4. El personal de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia, no es suficiente para realizar las actividades de mantenimiento preventivo.
5. No se cuenta con documentación para control de mantenimiento preventivo de cada equipo.
6. El personal de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia, no cuenta con la herramienta específica para la realización del mantenimiento preventivo.
7. No existe un programa de capacitación sobre temas de mantenimiento preventivo para el personal de producción; operadores y ayudantes.
8. Las capacitaciones sobre temas de mantenimiento preventivo no son constantes.

## IV.2 Recomendaciones

1. Implementar el plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima, para eliminar los costos adicionales al presupuesto de mantenimiento en la empresa Extractora la Francia.
2. Contratar personal para el departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia, para realizar las actividades de mantenimiento preventivo.
3. Contratar personal para control y actualización del plan de mantenimiento preventivo.
4. Crear documentación para controlar los mantenimientos preventivos realizados a cada equipo.
5. Abastecer con herramienta al personal del departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia.
6. Implementar el programa de capacitación sobre temas de mantenimiento preventivo al personal de producción; operadores y ayudantes de la empresa Extractora La Francia.
7. Capacitar contantemente sobre temas de mantenimiento preventivo a todo el personal de la empresa Extractora La Francia.
8. Incentivar al personal para que cumplan paso a paso el plan de mantenimiento preventivo para tener mejores resultados.

## BIBLIOGRAFIA

1. Belén Muñoz, A. (s.f.). *Mantenimiento Industrial*. Obtenido de Historia del Mantenimiento Industrial: <https://es.scribd.com/document/36317036/MantenimientoIndustrial>
2. Bravo, J. (2008). *Gestion de Procesos*. Santiago de Chile: Editorial Evolucion.
3. Davila, I. K. (25 de 08 de 2011). *Procesos Industriales*. Obtenido de <https://kardauni08.files.wordpress.com/2010/09/material-complementario-unidad-i.pdf>
4. Delgado, J. S., & Caguazango, C. (2013). *Segundo Informe para el Estudio y diseño de una Planta Productora de Aceite Comestible, a partir de Aceite de Palma en la ciudad del Pasto*. Obtenido de Etapas y Equipos de Procesos: <https://es.scribd.com/doc/243370362/Planta-aceite-de-palma-docx>
5. EcuRed. (noviembre de 2018). *Tornillo sin Fin*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Transportador\\_de\\_tornillo\\_sin\\_fin](https://www.ecured.cu/Transportador_de_tornillo_sin_fin)
6. Editorial RENOVETEC. (2009). *Ingenieria de Mantenimiento*. Obtenido de Que es ingenieria de Mantenimiento: <https://es.scribd.com/document/119856120/INGENIERIA-DE-MANTENIMIENTO>
7. Gómez, I. (12 de 12 de 13). *Calidad y gestio empresarial. ISO 9001 e ISO 14001*. Obtenido de ISO 9001. Calidad en empresas de servicios de mantenimiento: <http://hederaconsultores.blogspot.com/2013/12/calidad-empresas-servicios-mantenimiento-iso-9001.html>
8. infoAgro.com. (s.f.). *El Cultivo de Palma Africana* . Obtenido de Importancia Economica y Ubicacion Geografica: [http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma\\_africana\\_aceitera\\_corto\\_de\\_guinea\\_aabora.htm](http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera_corto_de_guinea_aabora.htm)
9. IntegraMarkets Escuela de Gestión Empresarial . (2018). *Integra Markets*. Obtenido de Gestio y Planificacion del Mantenimiento Industrial: [http://integramarkets.com/pdf/Gestion-y-Planificacion-del-Mantenimiento-Industrial\\_Ebook.pdf](http://integramarkets.com/pdf/Gestion-y-Planificacion-del-Mantenimiento-Industrial_Ebook.pdf)
10. Lorenzo, R. (18 de septiembre de 2014). *Portal de Ingenieria y Gestion de Mantenimiento*. Obtenido de [www.ingenieriamantenimiento.org](http://www.ingenieriamantenimiento.org)
11. Mayorga Pazmino, A. S. (4 de 10 de 2018). *Prezi*. Obtenido de Normas ISO 9000 en el Mantenimiento Industrial: [https://prezi.com/9u5\\_-lwgzdlc/normas-iso-9000-en-el-mantenimiento-industrial/](https://prezi.com/9u5_-lwgzdlc/normas-iso-9000-en-el-mantenimiento-industrial/)

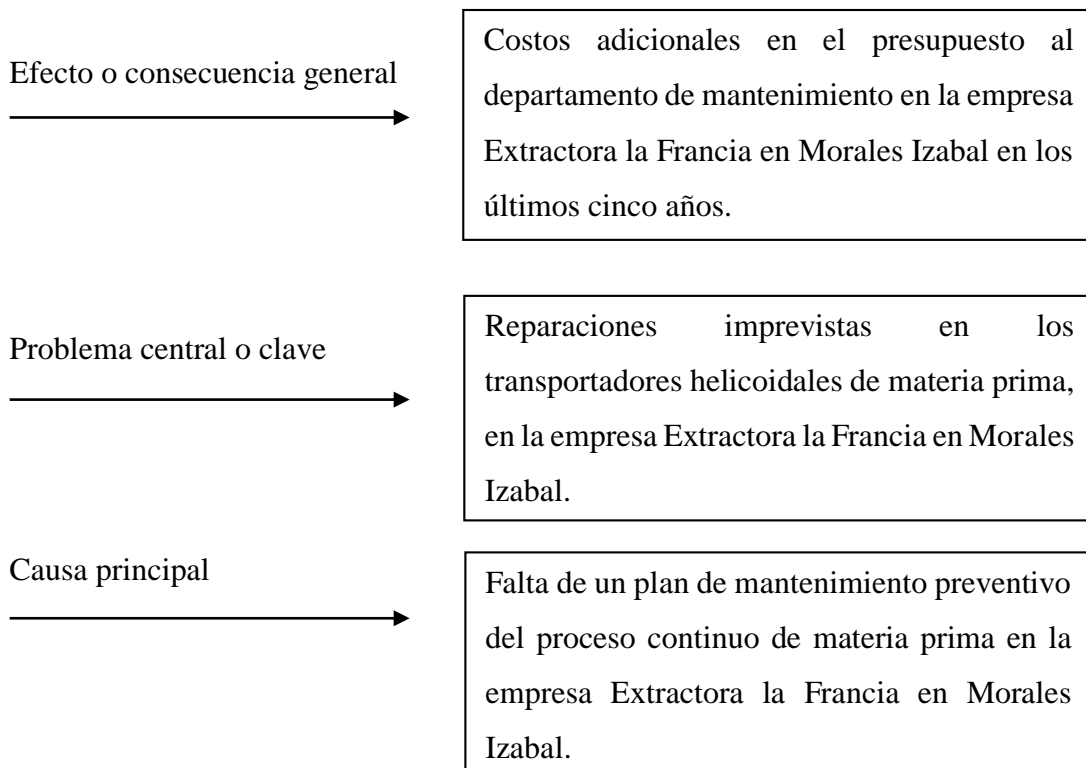


12. Molina, J. (s.f.). *Scribd*. Recuperado el 24 de 11 de 2018, de Mantenimiento y Seguridad
13. Industrial: <https://es.scribd.com/document/9527515/Mantenimiento-Industrial>
14. Muñuz, A. b. (03 de 06 de 2007). *Ingeniería de Procesos*. Obtenido de <ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/Proyecto%20de%20Automatizacion/Ingenier%EDA%20de%20Proceso.pdf>
15. Nieto, C., Lopez, R., & Galvis, O. (s.f.). *Metal Mecánica*. Obtenido de Lubricacion de Maquinaria: <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/CURSO%20OPERADOR%20DE%20MANTENIMIENTO%20MECANICO%20INDUSTRIAL/12%20LUBRICACION%20DE%20MAQUINARIA.pdf>
16. Pascual, R. (07 de 2002). *Manual del Ingeniero de mantenimiento*. Obtenido de Gestion moderna de mantenimiento: <https://es.scribd.com/doc/12526996/manual-del-ingeniero-de-mantenimiento>
17. Propymes. (2014). *Programa gestion del mantenimiento*. Obtenido de Analices de fallas: [www.cecma.com.ar/\\_\\_mm/biblioteca/modulo-iv-ingenieria-de-mantenimiento-a.%20de%20Fallas.pdf](http://www.cecma.com.ar/__mm/biblioteca/modulo-iv-ingenieria-de-mantenimiento-a.%20de%20Fallas.pdf)
18. screw conveyor de mexico s.a de c.v. (Enero de 2015). *Transportadores Helicoidales*. Obtenido de <http://www.transportadoreshelicoidales.com.mx/>

## ANEXOS

### Anexo 1. Árbol de problemas

Tópico: Reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima.



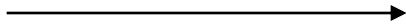
Hipótesis:

“Los costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia, Morales Izabal, en los últimos cinco años, por reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales; es debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima”

¿Es la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima la causante de costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento, por reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima en la empresa Extractora La Francia en Morales Izabal en los últimos cinco años?

## Árbol de objetivos

Fin u objeto general



Eliminar el costo adicional al presupuesto para el mantenimiento preventivo en la empresa Extractora la Francia, Morales Izabal en los últimos cinco años.

Objetivo específico



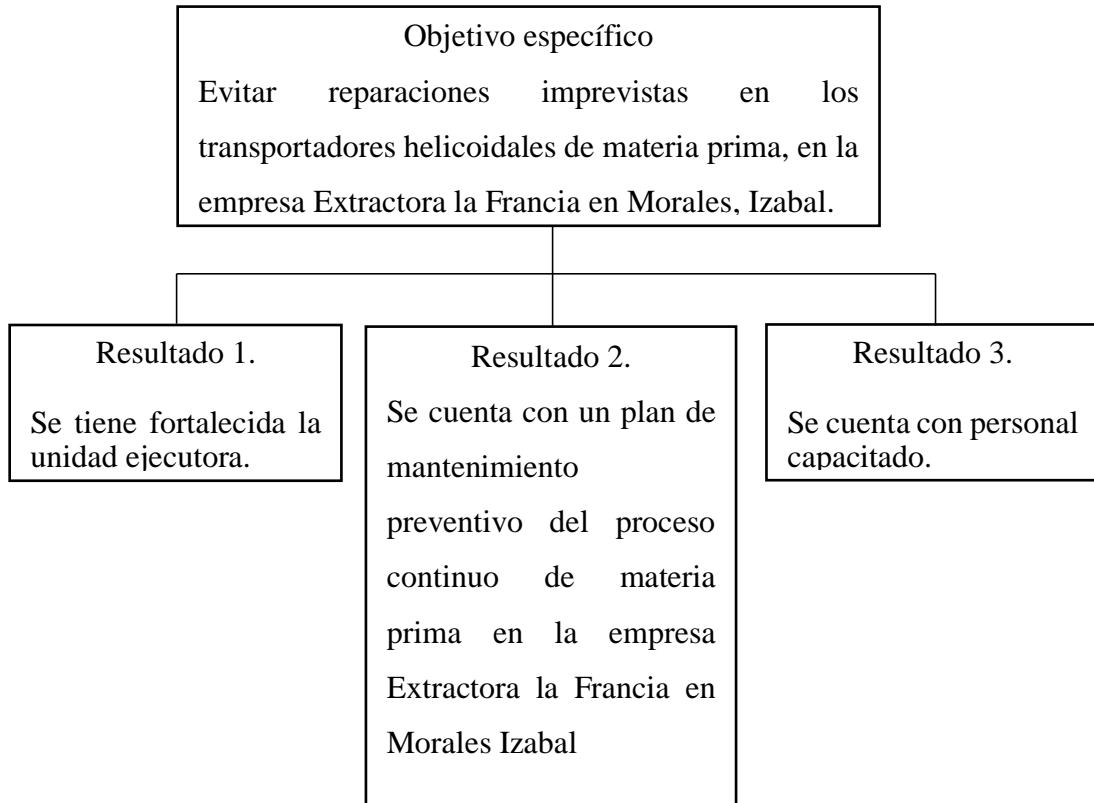
Evitar reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, en la empresa Extractora la Francia en Morales, Izabal.

Medio



Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal

**Anexo 2. Medio para solucionar la problemática:**



**Anexo 3. Boleta de investigación para la comprobación del efecto.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: Costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia en Morales, Izabal en los últimos cinco años.

Esta boleta censal está dirigida a la Gerencia de la Extractora La Francia Morales, Izabal.

Instrucciones: Marque con una X, la casilla que identifique su respuesta.

1. ¿Existen costos adicionales en el presupuesto del departamento de mantenimiento en los últimos cinco años?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Si su respuesta es sí, ¿por qué? \_\_\_\_\_

2. ¿Con que frecuencia se comparan los costos de Mantenimiento?

2.1 Mensual \_\_\_\_

2.2 Bimestral \_\_\_\_

2.3 Trimestral \_\_\_\_

2.4 Semestral \_\_\_\_

2.5 Anual \_\_\_\_

2.6 Otro \_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

#### **Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación de la causa.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: Falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal.

Esta boleta censal está dirigida al jefe del departamento de mantenimiento de Extractora La Francia.

Instrucciones: Marque con una X, la casilla que identifique su respuesta.

1. ¿Cuentan con un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Si su respuesta es no, ¿por qué? \_\_\_\_\_

2. ¿Con que frecuencia realizan mantenimiento preventivo?

2.1 Diario \_\_\_\_\_

2.2 Semanal \_\_\_\_\_

2.3 Mensual \_\_\_\_\_

2.4 Otro \_\_\_\_\_

3. ¿El personal del departamento de mantenimiento es suficiente para realizar las actividades?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Si su respuesta es no, ¿por qué? \_\_\_\_\_

4. ¿Cuenta con personal capacitado para la realización del mantenimiento preventivo?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_

5. ¿Cuenta el personal de mantenimiento con la herramienta específica para la realización del mantenimiento preventivo?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_

6. ¿Capacita constantemente al personal de mantenimiento en temas de mantenimiento preventivo en procesos continuos de materia prima?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

**Anexo 5. Boleta de investigación para diagnosticar la problemática**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Problema central

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto diagnosticar el problema central siguiente: Reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, en la empresa Extractora La Francia en Morales, Izabal.

Esta boleta censal está dirigida al Personal de Mantenimiento, Operadores y ayudantes de Extractora La Francia Morales, Izabal.

Instrucciones: Marque con una X, la casilla que identifique su respuesta.

1. ¿Existen reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima?  
Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
Si su respuesta es sí, ¿por qué? \_\_\_\_\_

2. ¿Cuál es el tiempo que demora la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima?  
2.1 Horas \_\_\_\_  
2.2 Días \_\_\_\_  
2.3 Semanas \_\_\_\_  
2.4 Otro \_\_\_\_\_

3. ¿Cuentan con la herramienta específica para la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima?  
Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

4. ¿Han recibido capacitación sobre temas de mantenimiento preventivo?  
Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

## **Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra**

Este anexo metodológico no se desarrolla debido a que la población que comprueba las variables dependiente e independiente, es menor a 35, por lo que se realiza censo.

Para comprobar la variable dependiente que afirma: costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia en Morales, Izabal en los últimos cinco años; se censa al personal de Gerencia de la Extractora La Francia Morales, Izabal.

Para comprobar la variable independiente que afirma: falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal. Se censa al jefe del departamento de mantenimiento de Extractora La Francia.



## **Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación**

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables.

En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.94, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula suplicada es la siguiente:  $y = a + bx$ .

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de  $+ - 0.80$  a  $+ - 1$ .

A continuación, se presentan los cálculos y fórmula utilizada para obtener dicho coeficiente.

### Cálculo de coeficiente de correlación

Año	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
	Años	Incremento del presupuesto en quetzales			
2013	1	5000	5000	1	25000000
2014	2	8000	16000	4	64000000
2015	3	9000	27000	9	81000000
2016	4	9000	36000	16	81000000
2017	5	11000	55000	25	121000000
Totales	15	42000	139000	55	372000000

Fuente variable Y: Informe sobre incremento al presupuesto de mantenimiento en Extractora la Francia, Morales Izabal.

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	139000
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	372000000
$\sum Y =$	42000
$n \sum XY =$	695000
$\sum X * \sum Y =$	630000
Numerador=	65000
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum Y^2 =$	1860000000
$(\sum Y)^2 =$	1764000000
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
$n \sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	96000000
$(n \sum X^2 - (\sum X)^2) * (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)$	4800000000
Denominador:	69282.03
r=	0.94

Formula

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2) * (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

## **Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección lineal**

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió a determinar el comportamiento de la variable tiempo, respecto a los casos sujetos de estudio en el tiempo, conforme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente:  $y = a + bx$ .

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de  $+ - 0.80$  a  $+ - 1$ ; cuyo cálculo es parte integrante de este documento.

A continuación, se presentan los cálculos y la tabla de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes.

## Proyección lineal

Año	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
	(Años)	Incremento del presupuesto en quetzales			
2013	1	5000	5000	1	25000000
2014	2	8000	16000	4	64000000
2015	3	9000	27000	9	81000000
2016	4	9000	36000	16	81000000
2017	5	11000	55000	25	170000000
Total	15	42000	139000	55	421000000

Fuente variable Y: Informe sobre incremento al presupuesto de mantenimiento en Extractora la Francia, Morales Izabal.

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	139000
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	421000000
$\sum Y=$	42000
$n\sum XY=$	695000
$\sum X*\sum Y=$	630000
Numerador de b:	65000
Denominador de b:	
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	1300
Numerador de a:	
$\sum Y=$	42000
$b * \sum X =$	19500
Numerador de a:	22500
a=	4500

Formulas:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n}$$

Proyección lineal		
Año	x	y = a + bx
2018	6	12300
2019	7	13600
2020	8	14900
2021	9	16200
2022	10	17500

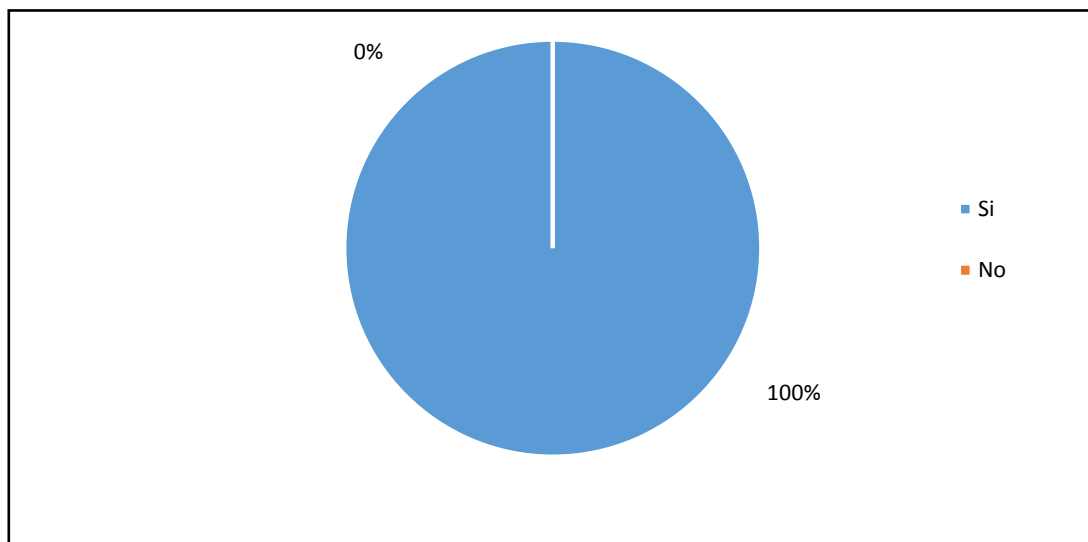
## Anexo 9. Diagnóstico de la problemática

Cuadro 9.  
Reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	20	100
No	0	0
Total	20	100

Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

Gráfica 9.  
Reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima



Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

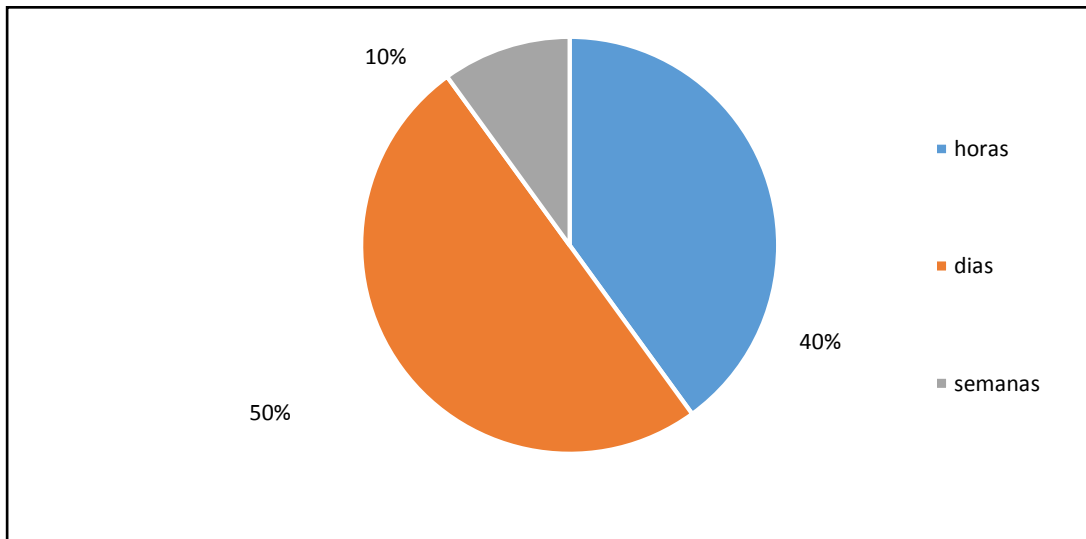
Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, tanto el personal de Mantenimiento, Operadores y ayudantes de Extractora La Francia, Morales Izabal. Manifiestan que si existen reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima.

**Cuadro 10.**  
**Demora en la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Horas	9	40
Días	10	50
Semanas	1	10
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

**Gráfica 10.**  
**Demora en la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima**



Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018

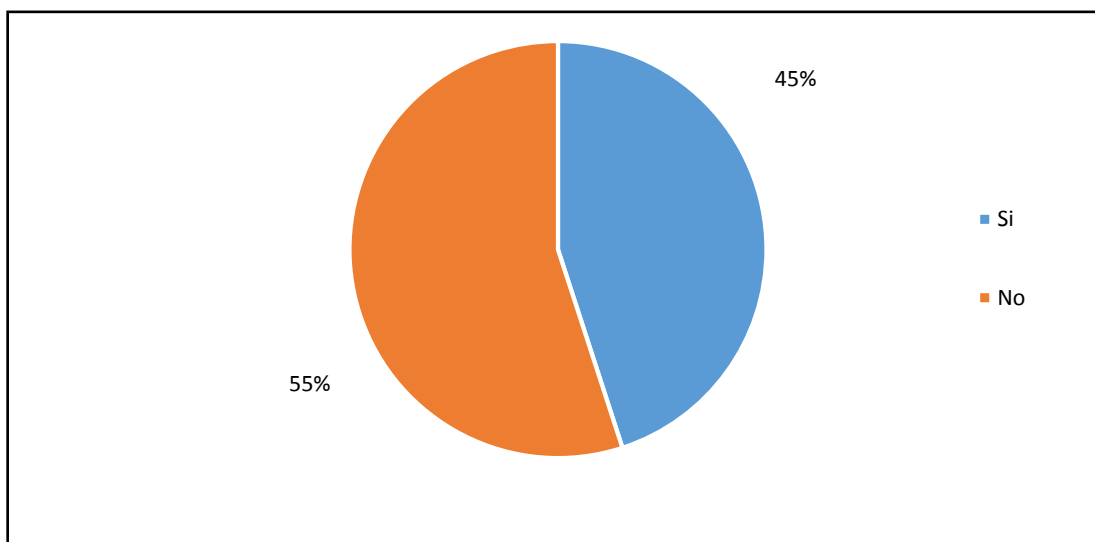
**Análisis:** Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, tanto el personal de Mantenimiento, Operadores y ayudantes de Extractora La Francia, Morales Izabal. Manifiestan que la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima se demora días en su reparación.

**Cuadro 11.**  
**Herramienta específica para la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	9	45
No	11	55
Total	20	100

Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

**Gráfica 11.**  
**Herramienta específica para la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima**



Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

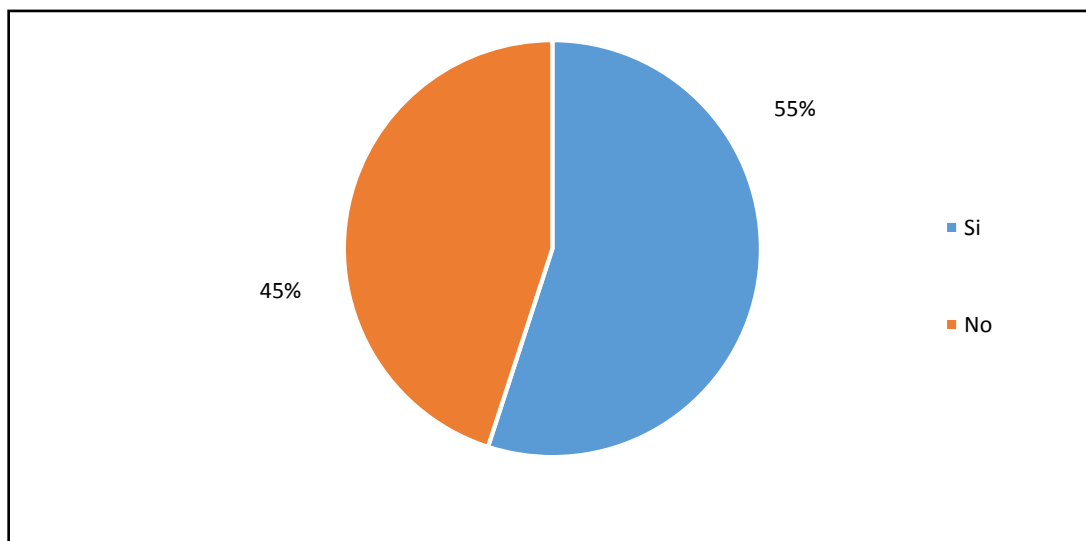
**Análisis:** Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, tanto el personal de Mantenimiento, Operadores y ayudantes de Extractora La Francia, Morales Izabal. Manifiestan que no cuentan con la herramienta específica para la reparación de los transportadores helicoidales de materia prima.

**Cuadro 12.**  
**Se capacitación sobre temas de mantenimiento preventivo**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	11	55
No	9	45
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

**Gráfica 12.**  
**Se capacitación sobre temas de mantenimiento preventivo**



Fuente: Investigación propia, dirigida al personal de mantenimiento, operadores y ayudantes de Extractora la Francia, en Morales Izabal, noviembre 2018.

**Análisis:** Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, tanto el personal de Mantenimiento, Operadores y ayudantes de Extractora La Francia, Morales Izabal. Manifiestan que si han recibido capacitación sobre temas de mantenimiento preventivo.



**Joseph Michell Juárez Gomero**  
**Pablo Barrientos Meléndez**  
**Mario Alberto Vargas Meléndez**

**TOMO II**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL  
PROCESO CONTINUÓ DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA  
EXTRACTORA LA FRANCIA EN MORALES IZABAL**



**Asesor(a) General:**  
**Pablo Isamel Carbajal Estevez**

**Universidad Rural de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

**Guatemala, julio de 2021**

**Informe final de graduación**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL  
PROCESO CONTINUÓ DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA  
EXTRACTORA LA FRANCIA EN MORALES IZABAL**



**Presentado al honorable tribunal examinador por:**

**Joseph Michell Juárez Gomero**

**Pablo Barrientos Meléndez**

**Mario Alberto Vargas Meléndez**

**En el acto de investidura previo a su graduación como  
Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables**

**Universidad Rural de Guatemala**

**Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

**Guatemala, julio de 2021**

**Informe final de graduación**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL  
PROCESO CONTINUÓ DE MATERIA PRIMA EN LA EMPRESA  
EXTRACTORA LA FRANCIA EN MORALES IZABAL**



**Rector de la Universidad:**

**Doctor Fidel Reyes Lee**

**Secretaria de la Universidad:**

**Licenciada Lesbia de Valán Castellanos**

**Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

**Ing. Luis Adolfo Martínez Díaz**

**Universidad Rural de Guatemala**

**Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

**Guatemala, julio de 2021**

Este documento fue presentado por los estudiantes Previo a obtener el título universitario en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de licenciados.

## Prologo

De acuerdo a los requerimientos del programa del trabajo de graduación de la Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título de Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Renovables, se llevó a cabo el presente estudio para presentar posibles soluciones a la problemática que afecta la empresa Extractora La Francia en Morales Izabal.

Cumpliendo con la aplicación de los conocimientos adquiridos durante las diferentes etapas de la carrera universitaria, contribuyendo a mejorar el proceso continuo de mencionada empresa.

Encontramos que el problema central en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal, son las reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa.

Para este problema presentaremos una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal.

## Presentación

Las actividades de investigación se realizaron durante los meses de septiembre a noviembre del año dos mil dieciocho por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Rural de Guatemala como requisito previo a optar al grado académico de licenciado, de conformidad a los estatutos de esa casa de estudios.

Es un aporte enfocado Reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, en la empresa Extractora la Francia, Morales Izabal debido que estos eventos generan costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal en los últimos cinco años.

## TOMO II

	Pág.
I RESUMEN	1
II CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN	8
ANEXOS	
Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática	1
Anexo 2. Matriz de la Estructura Lógica	11

## **I RESUMEN**

En este tomo se encuentra de manera resumida toda la investigación que se tubo a la vista desde el planteamiento del problema, hipótesis, objetivos métodos para su realización. Como también el planteamiento para solucionar los problemas.

### **Planteamiento del problema**

La Falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales, ha generado reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima siendo el causante de costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal en los últimos cinco años.

El la empresa Extractora La Francia, en los últimos cinco años se ha venido dando una problemática que no se le ha encontrado solución y es que el área de producción de aceite de palma africana se encuentra compuesta por un proceso continuo el cual cuenta con una serie de transportadores helicoidales.

Estos transportadores helicoidales han generado una serie de reparaciones imprevistas debido al desgaste que estos sufren en sus componentes, siendo las chumaceras colgantes las más afectas; por el contacto directo con la materia prima.

Este problema afecta el costo del presupuesto para el departamento de mantenimiento, debido a que los materiales para la reparación son costosos.

### **Hipótesis**

“Los costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia, Morales Izabal, en los últimos cinco años, por reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales; es debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima.



¿Es la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima la causante de costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento, por reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima en la empresa Extractora La Francia en Morales Izabal en los últimos cinco años?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Eliminar el costo adicional al presupuesto para el mantenimiento preventivo en la empresa Extractora la Francia, Morales Izabal en los últimos cinco años.

### **Objetivo Específico**

Evitar reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, en la empresa Extractora la Francia en Morales, Izabal.

### **Justificación**

Las reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal han generado una serie de costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora la Francia en los últimos cinco años.

Esto es derivado a la falta de un plan de mantenimiento preventivo con el que la empresa no cuenta. Con la creación de un plan de mantenimiento preventivo que quiere eliminar el costo adicional al presupuesto para el mantenimiento preventivo en la empresa Extractora la Francia, Morales Izabal en los últimos cinco años.

Contando con un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal, se tendrá un control

específico del mantenimiento que se le realice a los equipos, el tiempo que le corresponde el próximo servicio y conocer que parte del equipo está a punto de fallar.

Con este método reduciremos a nada los costos y tendremos conocimiento detallado de las condiciones en las que se encuentran los equipos.

### **Metodología**

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

### **Métodos**

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma, así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

### **Métodos y Técnicas utilizados para la formulación de la hipótesis**

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del área de tesorería de la empresa Extractora La Francia, en Morales, Izabal. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Observación directa.** Esta técnica se utilizó directamente en el área de procesos continuos, a cuyo efecto, se observó que a menudo se realizan reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima.
- **Investigación documental.** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.
- **Entrevista.** Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a censar al personal de la empresa Extractora La Francia, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Con una visión más clara sobre la problemática de la empresa Extractora La Francia utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis de encuentra en el anexo 9. Diagnóstico de la problemática.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “Los costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia, Morales Izabal, en los últimos cinco años, por reparaciones imprevistas en los

transportadores helicoidales; es debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima.

El método del marco lógico, nos permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

### **Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.**

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Entrevista.** Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.
- **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 28 personas que laboraban en el área de procesos continuos de la empresa Extractora La Francia por lo que para obtener una información

más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

### **Técnicas**

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

Se comprueba la hipótesis: “Los costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia, Morales Izabal, en los últimos cinco años, por reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales; es

debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima”

Implementar el plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima, para eliminar los costos adicionales al presupuesto de mantenimiento en la empresa Extractora la Francia.

## II CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis: “Los costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia, Morales Izabal, en los últimos cinco años, por reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales; es debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima”

### Recomendaciones

1. Implementar el plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima, para eliminar los costos adicionales al presupuesto de mantenimiento en la empresa Extractora la Francia.

## ANEXOS

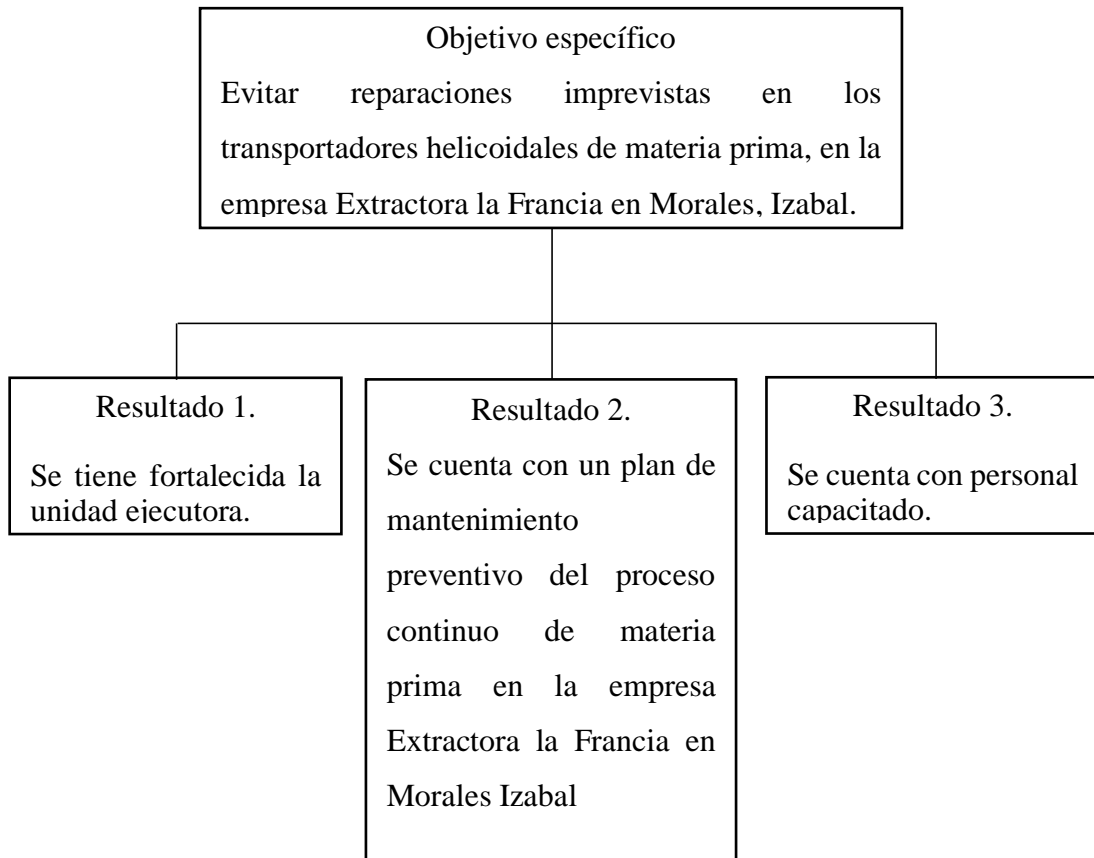
### **Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática.**

En el efecto de la investigación realizada, los Costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal en los últimos cinco años, nos lleva a la causa; la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa llegando al problema central de las reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima. La cual nos lleva a tener paros de proceso imprevisto en una planta de proceso continuo, que para ello representa costos al presupuesto de mantenimiento, así mismo para el departamento de producción.

Para eliminar el costo adicional al presupuesto para el mantenimiento preventivo en la empresa, se tiene como objetivo general; Evitar reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima. Se encuestó al personal de la empresa Extractora la Francia desde Gerencia administrativa hasta personal de mantenimiento y producción, ya que son las personas que más se involucran en dicho tema. Teniendo resultados y confirmando a nuestra hipótesis “Los costos adicionales en el presupuesto al departamento de mantenimiento en la empresa Extractora La Francia, Morales Izabal, en los últimos cinco años, por reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales; es debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima”.

Para ello se tiene una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales, Izabal. Que, según nuestro problema planteado, y después del vaciado de boletas en la presentación de datos y graficas podemos plantear un buen Plan de mantenimiento preventivo se puede reducir los costos adicionales en el departamento de mantenimiento, según los resultados.





**Resultado 1.** Se tiene fortalecida la unidad ejecutora

Actividad 1.

- Contratar personal para manejo de documentación del control de mantenimiento preventivo. Con conocimientos en informática. Para ello los aspirantes al puesto deberán entregar su currículum vitae a oficinas de Extractora La Francia; al ser seleccionados deberán ser entrevistados con el gerente de planta para su aprobación, luego deberán pasar a la oficina de recursos humanos para completar papelería y firmar contrato de trabajo.
- Contratar personal para realización de mantenimiento preventivo, con conocimientos en mecánica industrial. Para ello los aspirantes al puesto deberán entregar su currículum vitae a oficinas de Extractora La Francia; al ser seleccionados deberán ser entrevistados con el gerente de planta para su aprobación, luego deberán pasar a la oficina de recursos humanos para completar papelería y firmar contrato de trabajo.

Actividad 2.

- Crear listado para control de mantenimiento preventivo de cada equipo. El listado deberá contener la siguiente información:
  - Fecha y hora de realización.
  - Área de trabajo.
  - Código y nombre del equipo.
  - Tipo de mantenimiento a realizar.
  - Descripción detallada de las actividades realizadas.
  - Firma de la persona que efectúa la labor.
  - Firma de autorización del jefe de mantenimiento.

- Elaborar una biblioteca con todas las especificaciones y fichas técnicas de los equipos.  
Deberá estar en un lugar accesible para todo el personal.  
La información se ordenará conforme el área donde se encuentre ubicado el equipo.
  
- Tipo de información que debe tener la biblioteca  
Deberá contar con historial de mantenimientos realizados por equipos.  
Tipo de repuestos que utiliza cada equipo.  
Tipos de lubricantes para los equipos.
  
- Elaborar un diagrama de control por área para llevar un orden en la elaboración del mantenimiento semanal, deberá contar con  
Ordenen correlativo de cada equipo.  
Horómetro del servicio anterior.  
Actividades realizadas en el servicio anterior.  
Horómetros para próximo servicio.  
Actividades que se deben realizar.  
Personal encargado de realizar la labor.
  
- Tener de manera accesible los manuales de mantenimiento para el personal encargado de la realización de estas actividades de mantenimiento preventivo.  
Solicitar los manuales al jefe de mantenimiento si en caso no estuviera a disponible, gerencia deberá solicitarlos al proveedor de los equipos para que estén en existencia.

### Actividad 3.

- Proveer de herramienta específica al personal de mantenimiento para la realización de sus actividades.

La cual se le será entrega a cada uno del personal de mantenimiento con una identificación única e inconfundible para evitar extravíos e intercambios entre el personal. Se registrará la entrega en bodega con una carta de responsabilidad la cual será constancia de la entrega de herramienta, firmada por el que la recibe y el jefe de bodega.

- La herramienta deberá debe ser entregada de nuevo a bodega al momento de retiro voluntario o despido del personal.

- Solicitar con un mes de anticipación la requisición de repuestos materiales al departamento de compras.

El personal de mantenimiento al realizar el mantenimiento preventivo deberá de informar a su jefe si encuentra componentes del equipo con daños, para que el efectué la requisición de repuestos al departamento de compras.

- Ordenar los repuestos en bodega conforme la prioridad de uso, para controlar las existencias. Tomando en cuenta cuales son los repuestos que se utilizan más.

**Resultado 2.** Se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal

#### Actividad 1

- Controlar que se esté realizando de manera correcta el plan de mantenimiento preventivo.

Para ello los supervisores y encargados de área serán los que verifiquen si el personal de mantenimiento está realizando las actividades como lo solicita el plan de mantenimiento preventivo.

#### Actividad 2: Realizar mantenimiento preventivo semanalmente:

- Recibir orden de trabajo.
- Pedir a seguridad industrial la desactivación del equipo.
- Verificar si el equipo esta desactivado si es necesario se deberá encender el equipo para verificar si fue desactivado correctamente
- Revisión visual del equipo.
- Solicitar el operador de área información sobre la falla que presenta el equipo.

#### Actividad 3: Realizar el mantenimiento preventivo de la siguiente manera:

- Limpieza de las áreas que tienen contacto con la materia prima.
- Engrase en los rodamientos y chumaceras colgantes.
- Ajuste de las partes en movimiento.
- Revisión de desgaste en las áreas de fricción del helicoidal.
- En caso de mantenimiento correctivo, se deberá reemplazar la pieza dañada y colocar una nueva o bien reparar la que está en uso.

#### Actividad 4

- Llenar el listado de revisión de mantenimiento con las actividades realizadas y el código del equipo.
- Verificar que todo esté en orden y listo para trabajar.
- Prueba del equipo en vacío para verificación de que todos los componentes estén trabajando bien.
- Si se encontrara un componente con daños menores informar al jefe de mantenimiento para q efectué la requisición de repuestos y materiales.
- Aprobación del jefe de mantenimiento.
- Entregar los listados a la persona encargada de la recolección de datos para su verificación y archivo.

#### Actividad 5

- La persona encargada de la recolección de datos deberá hacer las siguientes actividades  
Deberá ingresar en la base de datos toda la información recolectada en los listados entregados por el personal de mantenimiento.  
Actualizar los diagramas de control diariamente con los resultados obtenidos.  
Archivar los listados de información en la biblioteca de datos.

### **Resultado 3.** Se cuenta con personal capacitado

#### Actividad 1

- Contratar personal con conocimientos en mantenimiento preventivos para la realización de capacitaciones. Para ello los aspirantes al puesto deberán entregar su currículum vitae a oficinas de Extractora La Francia; al ser seleccionados deberán ser entrevistados con el gerente de planta para su aprobación, luego deberán pasar a la oficina de recursos humanos para completar papelería y firmar contrato de trabajo.
- Crear cronograma para la realización de las capacitaciones, el cual deberá contar con:
  - Fechas de realización.
  - Tiempo de duración para cada capacitación
  - Tema que se va a capacitar.
  - Personal que se va a capacitar.
- Mandar a gerencia cronograma de capacitaciones para aprobación.
- Solicitar a gerencia la aprobación y compra de un equipo de proyección para la realización de las capacitaciones.
  - El cual está compuesto por una cañonera, una computadora, equipo de sonido.

## Actividad 2

- Creación de cinco etapas de capacitaciones, cada etapa contara con un tema en específico de mantenimiento.
- Etapa 1: capacitación sobre mantenimiento preventivo y tipos de mantenimientos.  
Se realizará en dos horas como mínimo.  
Se tomará en cuenta al personal de mantenimiento, así como también a los operadores y ayudantes de las áreas de producción.  
Se impartirán teorías de mantenimiento preventivo y tipos de mantenimientos.  
Se realizarán prácticas con los participantes para que tengan conocimiento de los equipos.  
Se evaluará al final de cada capacitación a los participantes para medir su aprendizaje.
- Etapa 2: capacitación sobre uso y manejo de herramientas para uso industrial.  
Se realizará en dos horas como mínimo.  
Se tomará en cuenta al personal de mantenimiento, así como también a los operadores y ayudantes de las áreas de producción.  
Se impartirán teorías sobre el tema.  
Se realizarán prácticas de taller con los participantes para que tengan conocimiento de las herramientas.  
Se evaluará al final de cada capacitación a los participantes para medir su aprendizaje.



- Etapa 3: capacitación sobre tipos de transportadores helicoidales.  
Se realizará en dos horas como mínimo.  
Se tomará en cuenta al personal de mantenimiento, así como también a los operadores y ayudantes de las áreas de producción.  
Se impartirán teorías sobre el tema.  
Se evaluará al final de cada capacitación a los participantes para medir su aprendizaje.
- Etapa 4. capacitación sobre fallas en mantenimiento preventivo.  
Se realizará en dos horas como mínimo.  
Se tomará en cuenta al personal de mantenimiento, así como también a los operadores y ayudantes de las áreas de producción.  
Se impartirán teorías sobre el tema.  
Se evaluará al final de cada capacitación a los participantes para medir su aprendizaje.
- Etapa 5. Capacitación tipos de lubricantes.  
Se realizará en dos horas como mínimo.  
Se tomará en cuenta al personal de mantenimiento, así como también a los operadores y ayudantes de las áreas de producción.  
Se impartirán teorías sobre el tema.  
Se evaluará al final de cada capacitación a los participantes para medir su aprendizaje.

### Actividad 3

- Las etapas se estarán realizando en una duración de dos meses y se deben repetir para mantener el aprendizaje durante el año.

## Anexo 2. Matriz de la Estructura Lógica

La siguiente matriz de la estructura lógica es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, después de su desarrollo.

Componentes del plan	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Eliminar el costo adicional al presupuesto para el mantenimiento preventivo en la empresa Extractora la Francia, Morales Izabal en los últimos cinco años.	Al quinto año el 90% de los costos adicionales al presupuesto habrán disminuido.	Control de registros periódicos y anuales en los costos.	Gerencia, jefe de mantenimiento y personal apoyaran todas las acciones y actividades del plan.
Objetivo específico Evitar reparaciones imprevistas en los transportadores helicoidales de materia prima, en la empresa Extractora la Francia en Morales, Izabal.	Al finalizar el primer año se implementa el plan mantenimiento preventivo	Revisión y control del plan de mantenimiento preventivo.	El plan de mantenimiento será gestionado por la empresa Extractora La Francia.

<p><b>Resultado 1</b></p> <p>Se encuentra fortalecida la unidad ejecutora.</p>			
<p><b>Resultado 2</b></p> <p>Se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo del proceso continuo de materia prima en la empresa Extractora la Francia en Morales Izabal.</p>			
<p><b>Resultado 3</b></p> <p>Se cuenta con personal capacitado.</p>			