



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO
DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE PURÉ DE BANANO
ASÉPTICO Y CONGELADO INDIVIDUALMENTE EN RODAJAS**

Samuel Estuardo Eguizábal León

Asesorado por el M.A. Ing. Víctor Eduardo Izquierdo Palacios

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO
DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE PURÉ DE BANANO
ASÉPTICO Y CONGELADO INDIVIDUALMENTE EN RODAJAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SAMUEL ESTUARDO EGUIZÁBAL LEÓN

ASESORADO POR EL M.A. ING. VÍCTOR EDUARDO IZQUIERDO PALACIOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Vera Ninette De León Méndez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO
DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE PURÉ DE BANANO
ASÉPTICO Y CONGELADO INDIVIDUALMENTE EN RODAJAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 16 de julio de 2019.



Samuel Estuardo Eguizábal León

Ref. EEPFI-469-2019
Guatemala, 16 de julio de 2019

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Samuel Estuardo Eguizábal León** carné número **201123093**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la **Maestría en Artes en Ingeniería de Mantenimiento**.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular,

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Ing. Víctor Eduardo Izquierdo Palacios

Asesor
Ingeniero Mecánico
Víctor Eduardo Izquierdo Palacios
Maestro en Ingeniería de Mantenimiento
Colegiado 3,103

Mtra. Inga. Sandra Ninnett Ramírez Flores
Coordinadora de Maestría
Ingeniería de Mantenimiento

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Goti
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





REF.DIR.EMI.177.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE PURÉ DE BANANO ASÉPTICO Y CONGELADO INDIVIDUALMENTE EN RODAJAS**, presentado por el estudiante universitario **Samuel Estuardo Eguizábal León**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2019.

/mgp



Ref. DTG.479.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE PURÉ DE BANANO ASÉPTICO Y CONGELADO INDIVIDUALMENTE EN RODAJAS**, presentado por el estudiante universitario: **Samuel Estuardo Eguizábal León**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, Octubre de 2019

AACE/asga
/cc



Ref. EEPFI-468-2019
Guatemala, 26 de junio de 2019

Maestro
Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Presente.

Estimado Señor Director:

De manera atenta hago constar que he revisado el **Diseño de Investigación** del estudiante **Samuel Estuardo Eguizábal León** quien se identifica con carné **201123093** de la Maestría en Artes en Ingeniería de Mantenimiento desarrollando el tema **"ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PROCESADORA DE PURÉ DE BANANO ASÉPTICO Y CONGELADO INDIVIDUALMENTE EN RODAJAS"**.

Con base en la evaluación realizada hago constar la originalidad, calidad, coherencia con lo establecido en el *"Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobados por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014."* Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Dra. Aura Marina Rodríguez de Peña
Revisora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme dado fuerza y sabiduría para culminar esta etapa en mi vida.
- Mis padres** Por darme la oportunidad de ser un profesional y por su apoyo para culminar esta meta.
- Mis hermanos** Ana Rebeca y Daniel Andres Eguizábal León, por sus palabras de ánimo y estar conmigo en la vida.
- Familia y amigos**

AGRADECIMIENTOS A:

Empresa procesadora de banano	Por permitirme realizar los estudios para este diseño de investigación.
Mi asesor	M.A. Ing. Víctor Eduardo Izquierdo Palacios, por haberme guiado en el trabajo de graduación.
Jefa de calidad de empresa procesadora de banano	Por apoyarme con el acceso a datos para mi diseño de investigación.
Mis amigos	Por todo lo compartido en la carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Descripción del problema	9
3.2. Formulación del problema	10
3.2.1. Pregunta central.....	10
3.2.2. Preguntas específicas.....	10
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos.....	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
7. MARCO TEÓRICO.....	19
7.1. El banano.....	19

7.1.1.	Industria del banano en Guatemala.....	20
7.2.	Líneas de producción	20
7.2.1.	Líneas de producción asépticas	21
7.2.2.	Tecnologías para el procesamiento aséptico	21
7.2.3.	Líneas de producción de congelados	21
7.3.	Mantenimiento industrial.....	22
7.3.1.	Clasificación del mantenimiento	23
7.3.2.	Políticas de mantenimiento.....	25
7.3.3.	Plan de operaciones	25
7.3.4.	Programación del mantenimiento	26
7.3.5.	Orden de trabajo.....	28
7.3.6.	Mano de obra disponible	29
7.3.7.	Informes de mantenimiento	29
7.3.8.	Gestión de repuestos.....	29
7.3.9.	Clasificación de los repuestos	30
7.3.9.1.	Responsabilidad dentro del equipo	30
7.3.9.2.	Necesidad de <i>stock</i> en planta	30
7.3.9.3.	Clasificación por tipo de aprovisionamiento	31
7.4.	Norma SAE JA1011: mantenimiento basado en confiabilidad.....	31
7.4.1.	RCM	31
7.4.2.	Norma Sae JA1011:1999	31
7.4.3.	Índices de mantenimiento de clase mundial	32
7.4.3.1.	Período medio entre averías	32
7.4.3.2.	Período medio para restauración.....	33
7.4.3.3.	Período medio para la avería	33
7.4.3.4.	Utilización de máquinas	34
7.5.	Rutinas de mantenimiento preventivo	35

7.6.	Esquema para el manejo de los indicadores de mantenimiento	35
7.7.	Administración industrial	37
7.8.	Tipos de administraciones	38
7.8.1.	Administraciones públicas.....	38
7.8.2.	Administraciones privadas	39
7.8.3.	Administraciones mixtas	39
7.9.	Ambiente de trabajo tecnológico y ecológico	39
7.10.	Administración de confianza	40
7.11.	Tipos de planes.....	40
7.12.	Proceso de la planeación.....	41
7.12.1.	Elementos para una planeación estratégica	41
7.13.	Matriz FODA	43
7.13.1.	Estrategias FODA	43
7.14.	Matriz de portafolio	44
7.15.	Rangos de estrategias	46
7.16.	Pronósticos de planeación	46
7.16.1.	Herramienta de pronóstico Delphi.....	47
7.17.	Reingeniería de la organización.....	47
7.17.1.	Estructura y proceso de organizar	48
7.18.	Cultura organizacional	48
7.18.1.	Programas de capacitación y desarrollo	49
7.18.2.	Cambios que dañan la organización	49
7.18.3.	Teoría de fuerza de campo	49
7.18.4.	Conflicto organizacional	50
7.19.	Elementos humanos en la administración	51
7.20.	Comunicación en la organización	52
7.20.1.	Obstáculos en la comunicación	53

8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO DE INFORME FINAL.....	55
9.	METODOLOGÍA	59
9.1.	Enfoque	59
9.2.	Diseño	59
9.3.	Tipo de estudio	59
9.4.	Alcance.....	60
9.5.	Variables.....	60
9.6.	Fases.....	61
9.7.	Población y muestra	62
9.8.	Resultados esperados.....	63
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	65
11.	CRONOGRAMA	67
12.	RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	69
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	17
2.	Fórmula de período medio entre averías	33
3.	Fórmula de período medio para restauración	33
4.	Fórmula para período medio para la avería	34
5.	Fórmula para utilización de máquinas.....	34
6.	Fórmula para uso de máquinas con índice de desempeño.....	35
7.	Esquema de sistema de información para índices e indicadores de mantenimiento.....	36
8.	Proceso de la planeación	41
9.	Cronograma de actividades	67

TABLAS

I.	Composición nutricional del banano	20
II.	Estrategias FODA	44
III.	Matriz de portafolio.....	45
IV.	Variables e indicadores.....	61
V.	Recursos necesarios para la investigación	69

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
disp	Disponibilidad de equipos
\$	Dólar estadounidense
etc.	Etcétera
°C	Grados centígrados
°F	Grados Fahrenheit
gr.	Gramos
hcal	Horas de operación calculadas
htmn	Horas de trabajo de mantenimiento
hrop	Horas de operación de equipos
htmc	Horas totales de mantenimiento correctivo
rcm	Mantenimiento centrado en confiabilidad
noit	Número de equipos observados
ntcm	Número total de fallas detectadas
%	Porcentaje
Q	Quetzales
2^a	Segunda
tmef	Tiempo medio entre fallas
tmp_r	Tiempo medio para reparación
tpmf	Tiempo medio para la falla

GLOSARIO

Componente	Elementos con capacidad de realizar un trabajo de carácter mecánico o eléctrico.
Emergencia	Se aplica al mantenimiento cuando debe ser realizado inmediatamente después de detectada su necesidad.
Equipo	Está conformado por componentes y se utiliza para realizar una determinada actividad dentro de alguna instalación.
Falla	Secuencia de funcionamiento incorrecta en alguna pieza o elemento de equipo.
Lubricación	Actividad que consiste en aplicar un tipo de aceite o grasa según sea el caso. Es el mantenimiento más sencillo que puede aplicarse a una máquina o equipo.
Pieza	Es un elemento último que cumple una función para la creación de un mecanismo. Es el cambio a realizar para corregir alguna falla.

Plan de operaciones	Es la guía de toda organización para realizar actividades de manera ordenada indicando el lugar, la fecha y la hora estipulada para cada actividad.
Prioridad	Cantidad de tiempo establecido entre la distinción de alguna falla de equipo y el tiempo en su reparación.
Urgencia	Se aplica al mantenimiento cuando debe ser aplicado lo más rápido posible, preferiblemente sin superar las 24 horas tras haber detectado su necesidad.

RESUMEN

El departamento de mantenimiento tiene una función importante dentro de las empresas, permitiendo que las operaciones sean de alto beneficio monetario para los dueños y sus inversores. El departamento de mantenimiento se integra por un gerente, jefe, supervisores y personal técnico calificado en las distintas áreas de trabajo aplicadas en las empresas. Estas se clasifican en mecánica, eléctrica, de áreas verdes, de informática, electrónica.

Un departamento de mantenimiento bien organizado proporciona servicios de reparación y manutención a las áreas de la empresa sin afectar sus costos y aprovechando al máximo los recursos disponibles para la realización de tareas y actividades. Un descontrol de procedimientos y falta de capacitación pueden ocasionar fallos en el seguimiento de mantenimientos a los equipos.

El presente diseño de investigación busca establecer los pasos necesarios para mitigar las actividades críticas de desgaste del departamento de mantenimiento y proponer rutas de análisis para equipos críticos dentro de la empresa para un mejor seguimiento de reparaciones. Estos datos serán obtenidos de la observación y anotación de errores emergentes en la producción de la planta. Con esta información se realizará un análisis de variables para establecer un plan de mantenimiento basado en RCM para mejorar la disponibilidad de equipos dentro de la empresa.

1. INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación presenta una propuesta de sistematización en la gestión administrativa para su estructuración y organización del departamento de mantenimiento de una empresa procesadora de puré de banano, con el fin de mejorar la disponibilidad y utilidad de los equipos a través del cumplimiento de la programación de mantenimiento.

El problema a estudiar se plantea con la falta de seguimiento de mantenimientos preventivos y distribución de tareas del personal técnico, que generan paros de producción no programados debido a fallas y daños severos en los equipos, reduciendo la eficiencia de las líneas de producción.

Debido a que la empresa ha establecido una serie de parámetros de operación basados en los lineamientos que garanticen el correcto funcionamiento de los equipos, para asegurar la calidad e inocuidad de los productos, se considera necesario contar con la gestión administrativa del departamento de mantenimiento.

A través del análisis estadístico obtenido de la recopilación de datos del historial de fallas y tiempos de operación de los equipos críticos, el jefe del departamento de mantenimiento obtendrá una reducción en fallas, gastos y *stock* de repuestos que provocan los paros no programados, produciendo según la capacidad instalada y cubriendo las necesidades del programa de producción para satisfacer las necesidades del cliente.

Los beneficios esperados se verán reflejados en mantenimientos efectivos que proporcionarán el mayor rendimiento y disponibilidad de los equipos para el cumplimiento del programa de producción establecido a través de la gestión administrativa del personal.

La metodología utilizada para el presente trabajo es de enfoque mixto, diseño no experimental, tipo y alcance descriptivo.

El esquema de la solución iniciará recopilando datos del historial de fallas y tiempos de operación de los equipos críticos, con los cuales se realizará un análisis estadístico obteniéndose un correcto mantenimiento preventivo que mitigará el deterioro de los equipos y asegurará su disponibilidad.

- Capítulo 1. En el marco teórico se hace referencia al mantenimiento industrial y recursos administrativos para la producción de puré de banano y rodajas congeladas con base en la norma SAE JA1011, a razón de obtener información necesaria que permita dar a conocer la problemática del departamento de mantenimiento y las consecuencias en las deficiencias de su funcionamiento.
- Capítulo 2. Se hará la presentación de resultados.
- Capítulo 3. Se hará la discusión de resultados.

2. ANTECEDENTES

Debido a la importancia de la gestión del mantenimiento se ha tomado en cuenta las siguientes investigaciones:

La gestión de mantenimiento se basa en los 4 pilares fundamentales de la administración: planificación, organización, dirección y controles. El término control es definido por Verdesoto (2010), en 2 formas: de manera amplia y limitada, la manera amplia incluye el control no solo a nivel de supervisión, sino que se generaliza hasta los altos rangos de mando y la manera limitada establece que el control se realiza después de haber procedido con algún cambio o tarea dentro del sistema de un equipo. La gestión de mantenimiento compromete un perfecto sistema de organización, así como un alto seguimiento y evaluación de las actividades, distribuir al personal, decidir y establecer prioridades. Esto aportará ampliar el control de las actividades hacia los altos mandos, quienes únicamente están encargados de dar instrucciones para los trabajos de mantenimiento mas no se encuentran involucrados en los controles necesarios para los mismos.

Contreras (2016) propone un ciclo de mantenimiento que consiste en las siguientes fases: identificación, planificación, programación, ejecución y terminación. En la fase de identificación del trabajo es donde radica la distribución del personal y se establece cuáles son de mayor prioridad, así como se clasificarán si son trabajos para mantenimiento preventivo o correctivo según la naturaleza de la avería. No se debe indagar demasiado en la parte de distribución ya que la mayoría de los trabajos

son repetitivos y por experiencia del personal resulta fácil de detectar la categoría de acondicionamiento necesario. Un manejo inadecuado del personal y los recursos del departamento de mantenimiento puede ocasionar falta de disponibilidad de equipos y generar atrasos para la producción de la planta. La empresa mal administrada será perjudicada con gastos innecesarios en temas de recurso técnico, materia prima y disponibilidad de equipos.

Lo ideal es que un trabajo programado sea terminado. Con una buena planificación y una programación adecuada se tiene alta probabilidad de tener éxito en las actividades minimizando los errores en su ejecución. Al finalizar todo trabajo, este debe ser documentado correctamente, registrando toda la información importante o de mayor relevancia, cubriendo las necesidades y objetivos de la operación ejecutada. Se debe tomar cultura de documentar las tareas realizadas para crear un historial que apoye la pronta reparación del equipo en mantenimientos futuros. Esto aportará poder administrar de mejor manera los recursos disponibles para la realización de trabajos de mantenimiento, incluyendo la documentación de trabajos terminados y los pendientes para su respectivo seguimiento.

Según Aguiar (2014) en su tesis, las fallas y sus efectos sobre los equipos provocan inconvenientes con los tiempos de producción y finalmente afectan la entrega de los pedidos. En la planta no se tiene apoyo con técnicas de mantenimiento, dando lugar a tratar las averías y esperar nuevos fallos en los equipos.

La gestión del mantenimiento se hace necesaria para el control de fallas, el que debe incluir la creación de historiales de fallas de equipos para establecer cuáles son las más críticas y con esa información implementar

sistemas de mantenimiento preventivo hasta alcanzar el mantenimiento predictivo. Se toma en cuenta la gran importancia en la aplicación de historial de fallas al mantenimiento preventivo.

Aguiar (2014) también divide las fallas en 2 categorías: nefastas y por adulteración en los parámetros. Las fallas nefastas ocurren sin previo aviso ya que son errores internos en la estructura de fabricación de las piezas del equipo. La falla por adulteración de parámetro es identificada con inspección visual del equipo, permitiendo adelantarse a cualquier emergencia si existieren inconvenientes en la estructura superficial del equipo.

También se contemplan averías de tipo primario y secundario. Las averías primarias son las identificadas en parte del intervalo natural de uso de la máquina y las averías secundarias son las que se manifiestan en estados no naturales estorbadas por cambios fuera del uso del equipo. Esto será de beneficio para establecer una base de datos sobre averías, sus causas y efectos en los equipos, con el fin de mejorar el *stock* de repuestos y reducir costos.

Gaytán (2000) introduce a los administradores del departamento de mantenimiento para la preservación general, refiriéndose al cuidado de los bienes físicos y la protección de las utilidades que proporcionan esos recursos. A manera general define los recursos de una empresa como equipo, instalaciones y construcciones.

Para lograr un buen sistema de conservación de equipos se gestiona al personal de mantenimiento estableciendo actividades generales (rutinas): inspección, reparación, cambio y modificación. Dependiendo de la naturaleza del trabajo se establecen 3 tipos de conservación: ligera, común y pesada. La

ligera se refiere a todos aquellos trabajos que no implican labores de alto nivel y se realizan mayormente por el propio personal que opera la máquina. Las comunes son aquellas en donde ya se interviene con el personal de mantenimiento para reparación, cambio o modificación de los equipos. Las pesadas ya son trabajos de alta complejidad donde es necesaria la utilización de taller especializado y tercerizar procedimientos.

La conservación integral busca proporcionar a la productividad y calidad un funcionamiento adecuado de los recursos disponibles en la empresa. Se necesita desarrollar una función estratégica para obtener resultados en un futuro cercano. La conservación contingente se manifiesta con el uso de recursos vitales e importantes para la planta y debido a su naturaleza no se puede programar. Esto será aporte para diseñar un sistema de inspección sobre herramientas y equipos utilizados en mantenimiento que permita garantizar la correcta medición de los mismos y la seguridad de los técnicos que los utilizan.

Según Cideter (2014) el mantenimiento es una actividad de innovación constante para beneficiar a la empresa con equipos más eficientes a razón de reducir los costos usados para tenerlos disponibles todo el tiempo. Es un análisis muy importante, ya que no se debe realizar gasto sin haber realizado un estudio de factibilidad entre rediseño o cambio del equipo. Estas actividades corresponden al departamento de mantenimiento, pero se debe incluir al resto de departamentos involucrados para tener más campo de análisis y que permita corregir, prevenir y mejorar los planes ya establecidos.

El cumplimiento de procesos es una disciplina de la gestión de mantenimiento que debe implementarse en todo el personal técnico, ya que un

incumplimiento por falta de conciencia implica altas probabilidades de cometer errores en la realización de los procesos de mantenimiento. Listas de revisión y control de actividades son importantes para cuidar la longevidad de la maquinaria en la planta.

Tener maquinaria y equipo en las mejores condiciones posibles facilita la realización del análisis de factibilidad apoyando para tomar la mejor decisión para cambio o rediseño. Todo el departamento de mantenimiento debe velar por cuidar el rubro de operación de equipos y el rubro económico para la empresa. Esto proveerá planes para el desarrollo de métodos y técnicas que beneficien los tiempos de mantenimiento y que pueda ofrecerse mayor disponibilidad de equipos para la producción. Además todo esto se tomará en cuenta para la compra de nuevos equipos según la factibilidad económica que represente para la empresa.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Incumplimiento en el seguimiento de mantenimientos preventivos y distribución de tareas del personal técnico, impactando directamente en la disponibilidad y utilidad de los equipos y generando paros no programados que reducen la eficiencia de las líneas de producción.

3.1. Descripción del problema

La empresa procesadora de puré de banano en donde se desarrollará el diseño de investigación es líder a nivel latinoamericano en exportación hacia Estados Unidos y Europa, por lo que debe cumplir con estándares mundiales para el cumplimiento de regulaciones de calidad y productividad para asegurar la competitividad en el mercado.

Para lograr la excelencia en entrega a los clientes, se debe asegurar el mayor rendimiento y disponibilidad de los equipos para el cumplimiento del programa de producción establecido. La estructuración y organización del departamento de mantenimiento es una de las áreas con mayor oportunidad de mejora. En esta área se ha evidenciado falta de control en el seguimiento de mantenimientos preventivos y en la distribución de tareas, generando inconvenientes en el funcionamiento de la maquinaria y causando daños eléctricos y mecánicos en equipos críticos, dando como resultado paros de producción no programados que reducen la eficiencia de las líneas de producción, también es evidente la falta de un historial de fallas e indicadores de mantenimiento que ayuden a identificar las fallas y aumenten la

productividad a través de la asignación de órdenes de trabajo y correcta distribución de tareas.

3.2. Formulación del problema

Como consecuencia de los problemas suscitados se formulan las siguientes preguntas:

3.2.1. Pregunta central

¿Cómo reorganizar un departamento de mantenimiento para mejorar la producción de la empresa procesadora de banano?

3.2.2. Preguntas específicas

- ¿Cómo se encuentra operando el departamento de mantenimiento de la empresa procesadora de puré de banano aséptico y congelados?
- ¿Qué indicadores de mantenimiento permiten visualizar los puntos de fallas presentes en las actividades de mantenimiento?
- ¿Qué beneficios presentará a la empresa procesadora de banano una reorganización en su departamento de mantenimiento?

4. JUSTIFICACIÓN

El presente diseño de investigación integra en sus principales objetivos las líneas de investigación del área administrativa relacionada a la administración del mantenimiento de la Maestría en Ingeniería de Mantenimiento, haciendo énfasis en la gestión de mantenimiento, buscando el cumplimiento y una mejora en la organización del departamento de mantenimiento de una industria alimentaria.

La importancia de contar con una adecuada estructuración y organización del departamento de mantenimiento se ve reflejada en una alta disponibilidad de equipos, eliminando tiempos perdidos durante la producción para garantizar el cumplimiento de la programación de producción, incrementando la productividad y satisfacción del cliente.

Esta investigación se llevará a cabo cubriendo la necesidad de la empresa de contar con una adecuada gestión de la administración del departamento de mantenimiento, para solventar las distintas situaciones de falta de control que se han evidenciado a través de la falta de mantenimientos efectivos que proporcionen el mayor rendimiento de los equipos brindando las producciones esperadas por la gerencia.

El interés y motivación del investigador en la elaboración del diseño de investigación es evitar la falta de cumplimiento de la programación de producción y disminuir los costos relacionados a los paros no programados para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos.

Se pretende que en un plazo no mayor a 1 año en el departamento de mantenimiento se aplique un sistema de organización basado en normas de mantenimiento para la mejora del departamento, tomando los equipos críticos como punto de partida para implementar los cambios necesarios en la distribución y la realización de las actividades de mantenimiento por parte del personal técnico.

Para tener un inicio más efectivo en la implementación del sistema se tendrá enfoque en dos de los equipos críticos de la línea de puré aséptico, para tener un control más definido y determinar la metodología correcta y para contrarrestar todas las situaciones que desfavorecen al funcionamiento de los mismos y permitir un departamento de mantenimiento más eficiente.

Los beneficios a obtener serán una mayor disponibilidad de los equipos críticos para la producción de banano en presentación de puré aséptico y congelado. Los beneficiarios en primera instancia serán los dueños y accionistas de la empresa, seguidamente los clientes por obtener un producto de mejor calidad y finalmente el personal contratado de la empresa que asegura su puesto de trabajo dentro de la misma.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Proponer la organización del departamento de mantenimiento en una empresa procesadora de puré de banano aséptico y congelado individualmente en rodajas.

5.2. Específicos

- Identificar los elementos de operación crítica del departamento de mantenimiento de la empresa procesadora de banano.
- Analizar los factores que contribuyen al desarrollo de operaciones críticas en el departamento de mantenimiento de la empresa procesadora de banano.
- Determinar los beneficios resultantes del desarrollo de la investigación de factores y elementos críticos en la operación del departamento de mantenimiento de la empresa procesadora de banano.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

El presente trabajo abarcará los procedimientos necesarios para proponer un diseño de plan de trabajo que cumpla la necesidad de la empresa de contar con una adecuada gestión de la administración del departamento de mantenimiento, para solventar las distintas situaciones de falta de control que se han evidenciado a través de la falta de mantenimientos efectivos que proporcionen el mayor rendimiento de los equipos brindando las producciones esperadas por la gerencia.

El plan de mantenimiento preventivo se llevará a cabo verificando el estado de los componentes internos y estableciendo parámetros relacionados al historial de fallas, lo cual permitirá un mejor control del consumo de repuestos estableciendo un *stock* en bodega para no afectar la disponibilidad y costos dentro de la empresa, dando prioridad a los repuestos de importación que regularmente poseen un tiempo de entrega de 4 meses.

La revisión del historial de fallas asegurará la detección de posibles fallos en la operación de los equipos, evitando el daño antes del tiempo establecido y mejorando la operación de los controles e indicadores visuales del panel de operación, además asegurando que estén en condiciones de transmitir la información necesaria al operador.

Para la empresa el procedimiento de esterilización comercial es de suma importancia para asegurar la calidad e inocuidad del producto y el cumplimiento de las normativas de exportación hacia los Estados Unidos, por lo que la verificación de la nueva propuesta del diseño de plan de trabajo será

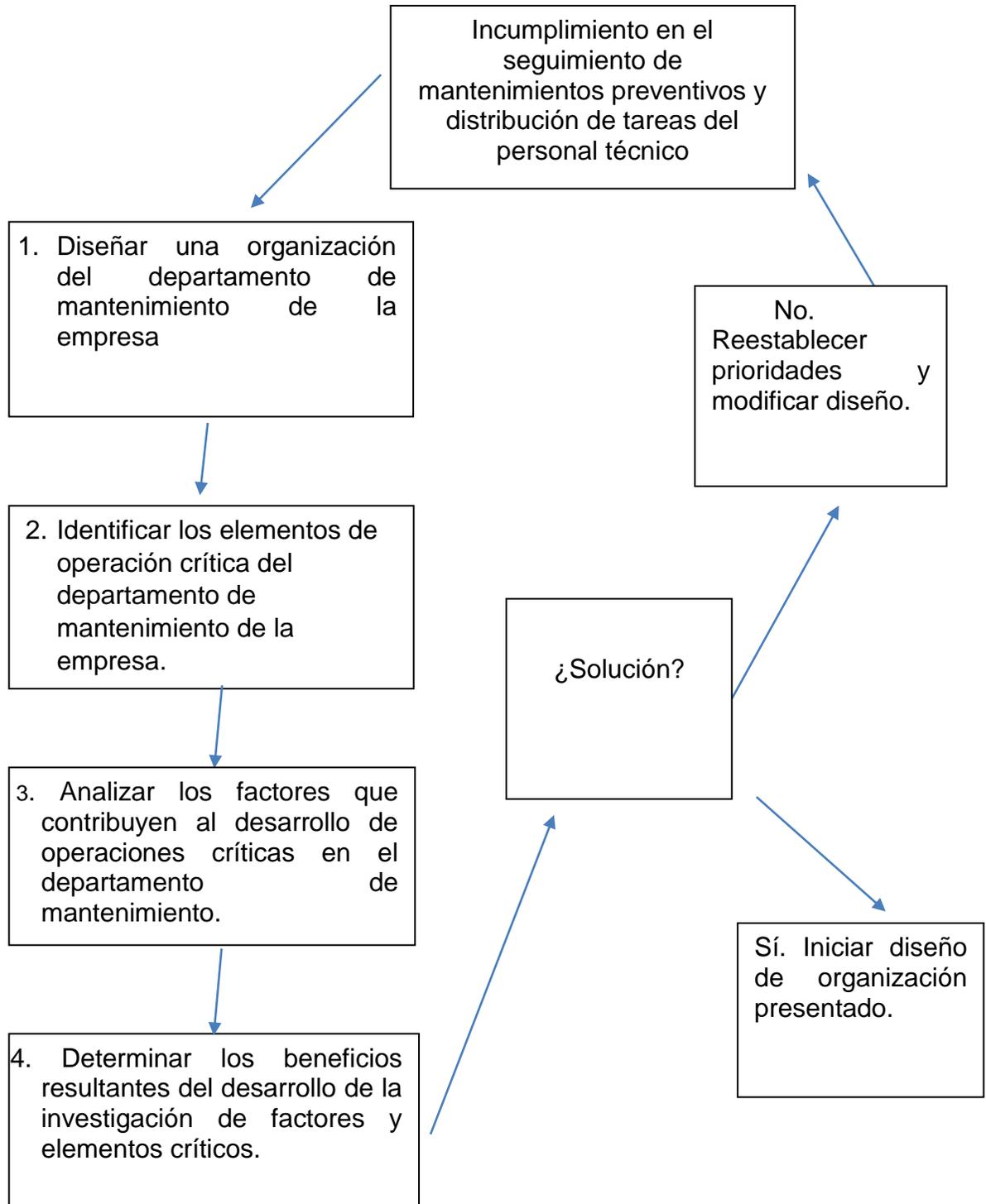
implementada sobre dos equipos críticos relacionados al proceso de esterilización de la línea de puré de banano aséptico, lo cual se llevará a cabo determinando el tiempo de vida máxima que poseen los equipos según los tiempos de producción establecidos para cubrir la demanda de los pedidos.

Es útil verificar que los sistemas de emergencia se encuentren en alerta al ocurrir una emergencia por fuga de producto o por cortes de energía. También es importante proponer un sistema de alimentación alternativo de mayor capacidad debido a que el actual no tiene la potencia necesaria para mantener en operación todos los equipos.

Se evaluará la información obtenida para priorizar los casos identificados por la empresa como urgentes y se iniciará con la propuesta del plan de trabajo para establecer las condiciones necesarias y los tiempos de operación para permitir que los equipos estén disponibles el mayor tiempo posible y las reparaciones sean más rápidas y sencillas para hacer más efectivo el tiempo laboral del equipo de mantenimiento.

Debido a la falta de seguimiento en la compra de repuestos, plan de mantenimiento e historial de fallas en los equipos de la línea aséptica, se estima que el tiempo necesario para observar resultados en la eficiencia de los mantenimientos será aproximadamente 1 año.

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. El banano

Es uno de los insumos más comercializados en todo el planeta ya que posee un alto valor financiero en su venta, generando gran expectativa de ganancias para los agricultores que lo cosechan. En 2014 los países líderes en la exportación de banano se beneficiaron con \$14 billones de dólares de ganancia neta al hacer negocios con esta fruta.

El gran incremento monetario del banano se debe a que sus consumidores están cerca de sus productores. Norteamérica consume el 31% de la producción mundial de banano, siendo Centroamérica y las Antillas sus mayores beneficiarios. El resto del mundo genera 41 % de consumo de esta fruta, dejando fuera de medida a Japón, Rusia y el continente europeo. (Grupo Hame, 2016).

Gracias a su excelente aporte vitamínico para el cuerpo humano el banano es recetado para que sea consumido por personas de todas las edades sin problemas de afección o dolencia por enfermedades. En la tabla 1 se desglosa su información nutricional.

Tabla I. **Composición nutricional del banano**

Agua	75.1 gr
Proteínas	1.2 gr
Grasas	0.3 gr
Carbohidratos	23.2 gr
Energía 95Kcal	403 gr

Fuente: Grupo Hame. (2016). *El banano, Industria bananera en Guatemala*. Recuperado de:
<http://grupohame.com/banano/>

7.1.1. Industria del banano en Guatemala

En el año 2015 la cámara del agro realizó un estudio estadístico de producción de banano posicionando a Guatemala en el cuarto lugar a nivel mundial como proveedor de esta fruta. Gracias a estos datos Guatemala ha podido generar empleos e ingresos obteniendo un fuerte desarrollo en la ayuda económica de sus habitantes. Escuintla e Izabal fueron los departamentos más destacados en la producción de banano llevándose el 79 % de la producción en el 2016, dejando el 21 % restante distribuido entre los demás departamentos del país. Gracias a esta potencia de producción Guatemala queda establecida como productor sostenible para la exportación de banano. (Grupo Hame, 2016).

7.2. Líneas de producción

Una línea de producción es donde se establece un proceso continuo por etapas con la finalidad de crear un insumo desde su inicio como materia prima hasta ser convertido en producto terminado. Las líneas de producción son rentables debido que su fuerte de ser más económicas se cumple si se

establecen con todos los parámetros de producción necesarios, con el fin de lograr una mejor eficiencia de operación.

7.2.1. Líneas de producción asépticas

Es un sistema por etapas donde se regula el paso de la materia prima para evitar que esta sufra cargas de microbios dañinos para el ser humano. Dependiendo del flujo de producción y la densidad de la materia se debe establecer un valor de temperatura estándar para el proceso continuo. Si no se tiene control sobre esas variables no se puede tener un producto de calidad aséptica. (Industria Alimenticia, 2013).

7.2.2. Tecnologías para el procesamiento aséptico

Todo empaquetado aséptico requiere una cadena de producción inicial con calentamiento del producto para adquirir una esterilidad a nivel comercial. Con este proceso se contribuye a lograr los máximos estándares en seguridad de alimentos. (Industria alimenticia, 2013).

El proceso de desarrollo para procesamiento, máquinas y envases de cartón más reciente es el Tetra Pak, debido a que proporciona soluciones a los clientes y el producto tiene un valor agregado en eficacia y regularidad de fabricación. (Industria alimenticia, 2013).

7.2.3. Líneas de producción de congelados

Los alimentos congelados tienen gran auge a nivel mundial, ya que son adquiridos alrededor del mundo por cualquier persona y gracias a su facilidad de preparación son los más solicitados por personas con escasez de tiempo.

Los alimentos congelados necesitan un trato especial debido a que existen bacterias que no sobreviven a bajas temperaturas pero pueden crear otras resistentes al ambiente donde se encuentran. Por ello es necesario establecer un estricto control en la fabricación de los productos y en su almacenamiento. La producción de alimentos congelados maneja parámetros estrictos en el control de calidad, las buenas prácticas de manufactura y la limpieza de los equipos y áreas de producción (USDA, 2010).

Las grandes empresas utilizan fuertes controles de almacenamiento para exportar sus productos y que estos lleguen frescos a sus destinos. Las condiciones para un correcto almacenaje pueden ser:

- Mantener seca, limpia y ventilada el área de almacenaje del producto congelado (UIS, 2008).
- Mantener entre 0 y -18 grados la temperatura ambiente de todos los productos para evitar la creación de bacterias (UIS, 2008).
- Revisar periódicamente el tiempo de caducidad de los productos ya que estando congelados aumentan su longevidad, pero tampoco son eternos y deberán ser desechados (UIS, 2008).
- Revisar el estado de operación del congelador para garantizar la temperatura de estadía para los productos (UIS, 2008).

7.3. Mantenimiento industrial

Es un determinado número de actividades necesarias que tienen la finalidad de mantener en las mejores condiciones los equipos y herramientas de una planta de producción o servicios.

7.3.1. Clasificación del mantenimiento

- Mantenimiento preventivo-correctivo: es el más utilizado por plantas con carencia de planificación ya que consiste en la resolución de problemas y fallas al momento que estas se presentan.
- Mantenimiento productivo total: es una nueva manera de apoyar al mantenimiento de los equipos que consiste en integrar operadores de producción para la detección de fallas debido a que ellos las operan y conocen su funcionamiento todo el tiempo.
- Administración del mantenimiento: es manejar al personal y recursos disponibles para el mantenimiento planificado de los equipos y supervisando la realización de las tareas para que se efectúe un mantenimiento más eficiente. (Tavares, 2000).
- Mantenimiento como cliente interno de producción: en este caso el departamento de mantenimiento es el encargado de proveer al departamento de producción una alta eficiencia en sus actividades, permitiendo un alto proceso productivo. (Tavares, 2000).
- Mantenimiento en uso: se llama de esta manera ya que se realizan actividades sencillas por el mismo operador de la máquina cuando esta se encuentra en funcionamiento. (Tavares, 2000).
- Mantenimiento predictivo: se establece tomando de base un historial de fallas en los equipos y se prepara un seguimiento con variación de tiempos entre cada mantenimiento en beneficio de reducir costos a la

empresa, tomando en cuenta algunos repuestos y paros del equipo. (Tavares, 2000).

- Mantenimiento periódico: este tipo de mantenimiento es aplicado cuando se tiene un historial de fallas definido y se ha generado un ciclo de reparación de los equipos no importando la situación en que se encuentren. (Tavares, 2000).
- Mantenimiento a cero horas: se aplica a equipos que posean componentes críticos o repuestos de alta dificultad de adquisición para dejarlos prácticamente nuevos. (Tavares, 2000).
- Mantenimiento de verificación: se realiza cuando se ha terminado algún mantenimiento importante en un equipo y se debe poner en línea de nuevo. (Tavares, 2000).
- Mantenimiento de calibración: se realiza para revisar los parámetros y tolerancias de los equipos para tenerlos siempre en su máxima capacidad instalada. (Tavares, 2000).
- Mantenimiento integrado: se conforma por todos los departamentos ajenos al de mantenimiento, con el fin de que todos aporten ideas para el mejoramiento de sus áreas y así reducir el tiempo de ejecución por parte de los técnicos para determinar las necesidades más urgentes. (Tavares, 2000).

7.3.2. Políticas de mantenimiento

Son todas aquellas características que rigen el actuar de alguna entidad relacionadas con el mantenimiento. La alta gama administrativa de la planta productora debe estar enterada de las actividades propuestas en cada política y aprobarlas para beneficio de los mantenimientos en los equipos. (Tavares, 2000).

7.3.3. Plan de operaciones

Es un proceso continuo y ordenado de las tareas a realizar por los técnicos de la planta. Entre las actividades más comunes de un plan de operaciones están:

- Información técnica sobre los equipos.
- El técnico especialista del equipo para proceder con las actividades de mantenimiento.
- Indica si es mantenimiento de prevención o de corrección.
- Preparar la ornamenta de trabajo básica para realizar el mantenimiento al equipo.
- Rotulación de los espacios de trabajo y lugares de anclaje de maquinaria.
- Conocimiento de las refacciones disponibles en bodega para proceder con el mantenimiento.
- Plan piloto de respuesta inmediata en caso de emergencia (Tavares, 2000).

Para obtener resultados eficientes el plan de operaciones se subdivide en secciones que permiten una mejor distribución de las tareas por parte del personal técnico:

- Sección mecánica: realizan todo tipo de reparaciones en piezas móviles donde no fluya corriente eléctrica en el equipo.
- Sección eléctrica: son los encargados de velar por el bienestar de los equipos que consumen electricidad dentro de la empresa.
- Sección electrónica: se encarga de evaluar circuitería en tarjetas de comunicación y cableado de señal de los equipos.
- Sección informática: es la encargada de mantener la comunicación entre departamentos como correos y la protección de información de la planta.
- Sección civil: son los encargados de velar por el mantenimiento de los inmuebles que sirven para la operación de la planta. (Tavares, 2000).

7.3.4. Programación del mantenimiento

Se necesita un orden en la distribución de los trabajos planificados para establecer prioridades y dar un seguimiento al cumplimiento de las mismas. Los rasgos más comunes en la programación de actividades son:

- Nivel de urgencia del trabajo
- Los insumos o refacciones necesarias según el trabajo solicitado
- La cantidad de personas necesarias y disponibles para el trabajo

Un sistema de mantenimiento eficaz influye de manera directa sobre el programa de mantenimiento desarrollando habilidades para adaptarse a cambios. Un buen sistema de mantenimiento utiliza los siguientes ítems para realizarse:

- Diseño de trabajo: comprende cada tarea y método de realización para el trabajo.

- Estándares de tiempo: se necesita que sean lo más realistas posible para apreciar de mejor manera el avance de trabajo y vigilar a los trabajadores para reducir el tiempo muerto de la planta.
- Administración de proyectos: es preparar los recursos disponibles de la empresa y enfocarlos en las actividades más relevantes para beneficiar el desarrollo de los proyectos.

Periodicidad en la aplicación de actividades dando seguimiento a cronogramas de eventos programados entre los cuales se encuentra la realización de *check list*, engrase de rodamientos, cambio de elementos internos, ajuste de elementos externos, etc. Todos los días se hace necesario realizar una ruta de observación por toda la línea y el operador o encargado debe anotar cualquier dato de relevancia para actuar de manera preventiva en los equipos. (Tavares, 2000).

La manera de realizar este sistema de control es a través de diagramas con especificaciones como la fecha, equipo, encargado, tipo de trabajo y observaciones normalmente con los días de la semana y otras 51 copias para el mantenimiento del resto del año. Los diagramas son establecidos en mapas que se identifican según el tipo de actividad necesaria o se facilita la localización de las máquinas. Este tipo de control es eficiente en cuanto a selección de actividades y tareas, pero contribuye a una desventaja que es la selección errónea de los mantenimientos al saltarse accidentalmente alguna semana o algún equipo debido al mapa repetitivo de todas las semanas. (Tavares, 2000).

Cada fin de ciclo de producción el coordinador de personal técnico debe preparar las actividades de mantenimientos a realizarse en maquinarias que

presentaron problemas. Se utilizan boletas sencillas para la rápida comprensión de los técnicos asignados.

7.3.5. Orden de trabajo

Las órdenes de trabajo varían según la especialización de la empresa, debido a su tipo de actividad, su tipo de materia prima, su tipo de producción, la máquina instalada, etc. Todo esto se manifiesta para que el personal encargado tenga idea directa del equipo a trabajar. De igual manera existen factores comunes entre los cuales está el tiempo de ejecución, el tipo de falla, los recursos necesarios, el encargado de realizarlo, si es de carácter urgente y sus observaciones de cómo fue realizada la reparación.

Según la especie de trabajo se preparaban órdenes manuales con una presentación sencilla de fácil comprensión de datos para la identificación de la avería en el equipo y los desperfectos producidos por la misma. Desde hace 3 años atrás las órdenes manuales ya no son factibles debido a la inversión de tiempo para elaborarlas y se han implementado las órdenes generadas por computadora donde el coordinador ingresa los datos solicitados en el sistema y el programa se da a la tarea de configurar la página para la impresión de las mismas. Agregado a esto, el programa tiene la función de guardar cada orden realizada para apoyar en el control de actividades de mantenimiento solicitadas y obtener un porcentaje en el cumplimiento de las mismas. Se evita la tarea desgastante de archivar manualmente y el desorden generado por la cantidad de hojas utilizadas. La desventaja en este tipo de órdenes virtuales es la del fallo del sistema y que se pierda toda la información. Será necesario instalar un disco duro de reserva para evitar cualquier inconveniente con pérdida de información.

7.3.6. Mano de obra disponible

La mano de obra disponible se entiende por la cantidad de personal que una empresa posee valuado en sus horas de trabajo. Estas se ven afectadas por vacaciones, enfermedades y permisos especiales concedidos al personal. Para una mejor distribución es necesario implementar una bitácora con el fin de anotar eventos que perjudiquen la disponibilidad de la misma y actuar a conciencia para no crear efectos negativos en la realización de las actividades programadas.

7.3.7. Informes de mantenimiento

Los informes son grupos de datos recolectados por el personal y que permiten al encargado o jefe de mantenimiento la toma de decisiones y proponer metas al departamento. Estos pueden ser unificados por equipos o por áreas de trabajo específicas. Los informes deben ser simples, con los ítems necesarios para tenerlos bajo control y deben ser desarrollados a conciencia.

Se pueden catalogar como tipo A o tipo B según la evaluación de cada técnico. La mayoría de los informes debe tener datos de operación, registros de inventario, mano de obra actual y registros de inventarios disponibles para los mantenimientos.

7.3.8. Gestión de repuestos

Los repuestos son considerados como los costes más importantes del departamento de mantenimiento. Desde el año 2010 se identificó un incremento en el valor de las refacciones nivelándose a los costes por planilla de personal. El descontrol en el *stock* de repuestos afecta la bolsa de la empresa por

compras emergentes y paros de equipos por faltantes de refacciones. Es importante conocer los insumos necesarios y su reserva básica para cubrir las necesidades en el área de trabajo debido a los fuertes recortes de presupuesto financiero de la empresa (Garrido, 2003).

7.3.9. Clasificación de los repuestos

Se han considerado varias temáticas por las cuales se puede identificar las piezas más importantes y necesarias para el *stock* mínimo en bodega. (Energiza, 2013).

7.3.9.1. Responsabilidad dentro del equipo

Se dividen en 6 categorías que son:

- Piezas de desgaste
- Consumibles
- Elementos de regulación y mando mecánico
- Piezas móviles
- Componentes electrónicos

7.3.9.2. Necesidad de *stock* en planta

Las piezas son divididas en 3 categorías:

- Repuesto A: necesario tener en planta
- Repuestos B: piezas localizadas con distribuidores
- Repuestos C: no son necesarios al no afectar a la planta

7.3.9.3. Clasificación por tipo de aprovisionamiento

Existen 3 categorías para esta temática:

- Pieza estándar: es la que viene con el equipo.
- Pieza específica del fabricante: pieza diseñada por fabricante.
- Pieza específica a medida: pieza a medida que puede ser fabricada en cualquier taller especializado. (Energiza, 2013).

7.4. Norma SAE JA1011: mantenimiento basado en confiabilidad

7.4.1. RCM

El RCM es una técnica de mantenimiento empleada por los mecánicos de United Airlines para mitigar las fallas continuas en sus aviones. El mantenimiento centrado en confiabilidad toma como base la opinión de los operadores según los cambios detectados en la funcionalidad del equipo al ocurrir una avería. Se necesita un criterio para identificar las piezas desgastadas del equipo y cambiarlas para que estos realicen nuevamente sus tareas al 100% de eficiencia (RCM3, 2016).

7.4.2. Norma Sae JA1011:1999

Constaba de 12 páginas en las que se establecía el cumplimiento de todas las cualidades necesarias para garantizar que un mantenimiento fuera de la categoría de RCM. En 2009 se realizó una revisión del documento y se escriben los requerimientos mínimos para establecer un método conforme con RCM. Este se utiliza como manual de instrucciones para implementar el RCM

en las empresas que desean utilizarlo. Los pasos necesarios para establecer un proceso de RCM son:

- Identificar la avería en un equipo al no cumplir con su operación dentro del proceso (averías de operación).
- Encontrar la raíz de la avería de operación (tipo de avería).
- Interpretar las consecuencias al encontrarse una avería en el equipo (resultados por avería).
- Catalogar las consecuencias de las averías (efecto resultante de avería).
- Establecer actividades para mitigar la aparición de averías en los equipos (actividades programadas).
- Agregar actividades de revisión para atender el tema de averías de manera más contundente (modificación única) (PDM Tech, 2017).

7.4.3. Índices de mantenimiento de clase mundial

Reciben ese nombre debido a que se utilizan en gran variedad de países con controles de mantenimiento. Estos se dividen en análisis para gestión de equipos y análisis para gestión de costos.

7.4.3.1. Período medio entre averías

Se da cuando se tiene un tiempo determinado de observación de averías en los equipos y la cantidad de los mismos dentro de la empresa dentro del tiempo de operación. El índice anunciado se utiliza en equipos reparados después de ocurrir la falla y se observa en la figura 2.

Figura 2. **Fórmula de período medio entre averías**

$$TMEF = \frac{NOIT.HROP}{\sum NTMC}$$

Fuente: Tavares, L. (2000). *Administración moderna de mantenimiento*.

7.4.3.2. Período medio para restauración

Es un dato obtenido por la totalidad del tiempo usado en la reparación de averías en equipos escogidos y la cantidad de averías detectadas en los mismos durante un tiempo determinado. El índice en análisis es empleado cuando la reparación del equipo llevará un tiempo excesivo comparado con el tiempo de uso para la producción. Se observa en la figura 3.

Figura 3. **Fórmula de período medio para restauración**

$$TMPR = \frac{\sum HTMC}{NTMC}$$

Fuente: Tavares, L. (2000). *Administración moderna de mantenimiento*.

7.4.3.3. Período medio para la avería

Es una comparación entre la longevidad de piezas no reemplazables de un equipo y la cantidad de averías ocasionadas por estas piezas en un tiempo de observación programado. El índice en mención se utiliza en equipos que son reemplazados después de ocurrida la falla. Se muestra en la figura 4.

Figura 4. **Fórmula para período medio para la avería**

$$TMPF = \frac{\sum HROP}{NTMC}$$

Fuente: Tavares, L. (2000). *Administración moderna de mantenimiento*.

Los puntos desarrollados atribuyen respuestas numéricas que resultan más eficientes dependiendo del número de máquinas escogidas y del período de observación utilizado. Esto significa que se necesita una mayor cantidad de datos para obtener una base de datos más precisa. Cuando no se tenga una gran cantidad de equipos se puede aumentar la cantidad del tiempo de observación para obtener resultados garantizados.

7.4.3.4. Utilización de máquinas

Es el tiempo en que una máquina está libre para aprovechamiento en la producción menos el tiempo empleado en la reparación de averías de la misma máquina en un tiempo programado. El índice en estudio presenta el porcentaje de tiempo que el equipo estuvo disponible para la producción. Se observa en la figura 5.

Figura 5. **Fórmula para utilización de máquinas**

$$DISP = \frac{\sum(HCAL - HTMN)}{\sum HCAL} \times 100$$

Fuente: Tavares, L. (2000). *Administración moderna de mantenimiento*.

El índice de utilidad posee algunas variaciones y puede ser tomado también como índice del desempeño de equipos y se mide con base en la cantidad de uso en tareas de producción y la cantidad sumada de estanqueidad del equipo por temas de mantenimiento en un tiempo programado. Se demuestra en la figura 5.

Figura 6. **Fórmula para uso de máquinas con índice de desempeño**

$$DISP = \frac{\sum HROP}{\sum (HROP + HTMN)} \times 100$$

Fuente: Tavares, L. (2000). *Administración moderna de mantenimiento*.

7.5. Rutinas de mantenimiento preventivo

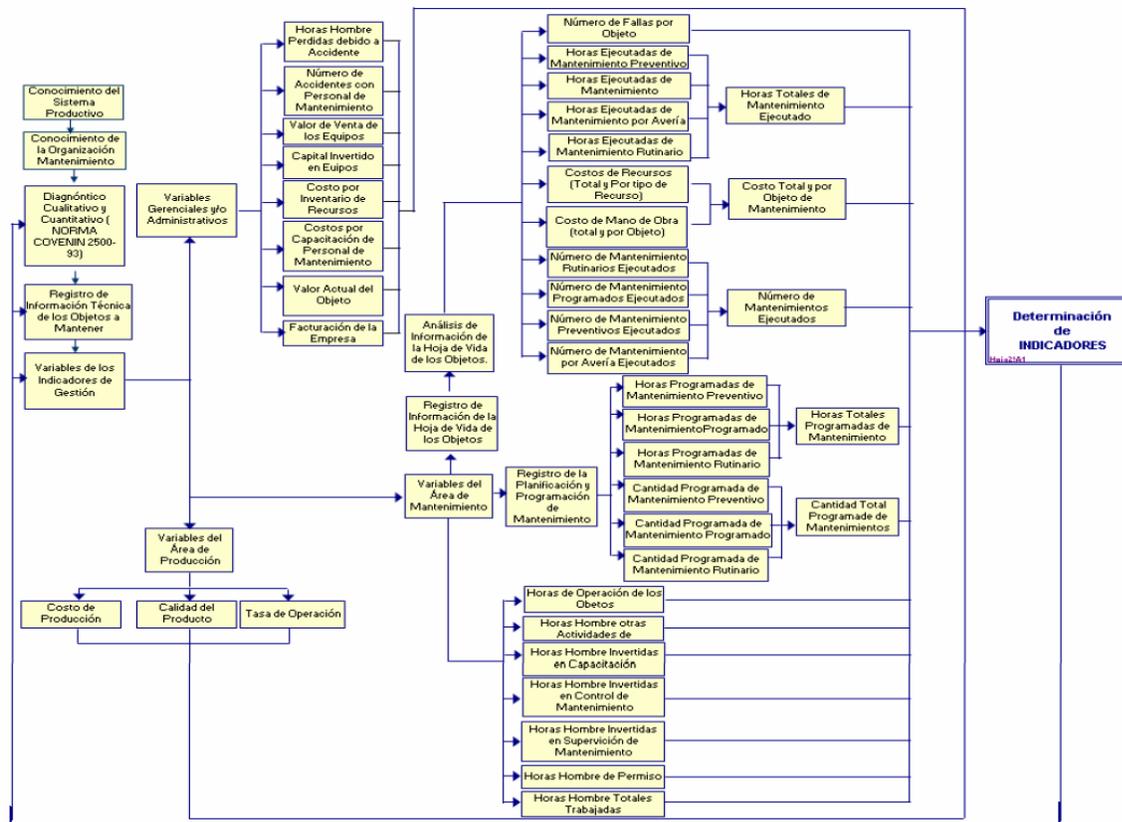
Estas pueden desarrollarse en un formato de Excel donde se incorpora la ubicación técnica (HAC), texto de la rutina (inspección), estado del equipo (condición), la frecuencia de realización, el tiempo asignado para la ejecución (duración) y el área encargada.

7.6. Esquema para el manejo de los indicadores de mantenimiento

A partir del año 2005 en las plantas de producción se ha introducido el tema de reducción de dinero usado en la producción de insumos, destacando a los departamentos de mantenimiento que toman un rol importante para el cumplimiento de la disponibilidad máxima de los equipos en proceso y con mitigar el producto no conforme a razón de paros no programados.

Las reparaciones realizadas serán analizadas en períodos no mayores a 10 días para lograr optimizar las operaciones y contar con un método de resolución para crear y estudiar indicadores. Los indicadores deben aportar ayuda con el motivo de obtener la satisfacción del cliente. Se establece un modelo esquemático de aplicación para índices e indicadores de mantenimiento (Leal, 2007).

Figura 7. **Esquema de sistema de información para índices e indicadores de mantenimiento**



Fuente: Leal, S. (2007). *Índices e indicadores de mantenimiento en las pymes*.

7.7. Administración industrial

La mayoría de empresas tienen intereses comunes, los cuales se obtienen bajo la realización de tratos y estos se dividen de acuerdo al tipo de actividades que desempeñan, siendo el tipo comercial, financiero, de seguridad, de contabilidad y administrativa. De esta última actividad se obtienen funciones especiales que todo buen administrador debe poseer: planificar, organizar, dirigir y controlar. (Koontz, Weihrich y Cannice, 2012).

La planificación es el comienzo de todo proceso a desarrollar. Sin planificación no se tiene un rumbo concreto ni un resultado final, siendo un bajo porcentaje de éxito para conseguirlo. La organización se encarga de colocar todos los elementos necesarios en el orden correcto para hacer cumplir todo lo indicado en la planificación. (Izamorar, 2017).

La dirección se encarga de mantener alineados a todos los elementos en el cumplimiento de sus tareas y que no se desvíen de estas hasta conseguir el cumplimiento de cada una. El control sirve para vigilar si los resultados obtenidos son los propuestos en la planificación y si existe variación se encarga de modificar o cambiar los elementos que no cumplan con las expectativas indicadas en la planificación. (Izamorar, 2017).

La administración industrial no vela únicamente por el recurso humano dentro de una empresa, sino que tiene más rubros a cubrir, siendo estos identificados como maquinaria, consumibles (repuestos, insumos), materia prima y diversos servicios necesarios para la empresa. (Fayol, 1987).

Los administradores más sobresalientes son aquellos que poseen más personas a su cargo o cadenas de suministros y que realizan su función de

manera rápida y eficiente. Para lograr un récord exitoso es necesario establecer parámetros de especialización e identificar cualidades que diferencien a cada miembro del personal. Dividir el trabajo y establecer una actitud de mando con sanciones puntuales hace que el trabajador tenga en alta estima y respeto al superior, aceptando las condiciones del entorno y desee agradecerlo con sus tareas realizadas. (Fayol, 1987).

Un administrador debe ejercer en su grupo de trabajo la unidad de mando y dirección como necesidad del apoyo necesario en la realización de actividades y toma de decisiones para lograr los resultados esperados. No es posible mandar un grupo de personas sin darles dirección. El cumplimiento de los objetivos de la empresa es responsabilidad de los gerentes, ya que ellos deben velar y gestionar de manera eficiente los recursos necesarios para su personal y de igual manera dar seguimiento para facilitar la realización del proceso administrativo con la aportación de opiniones y herramientas. (Fayol, 1987).

7.8. Tipos de administraciones

La administración tiene ramas de aplicación entre las cuales destacan 3:

7.8.1. Administraciones públicas

Son las encargadas de velar por el correcto funcionamiento de las instituciones gubernamentales o públicas de cada país de manera constante y transparente para beneficio de sus habitantes. (Matos, 2016).

7.8.2. Administraciones privadas

Son las encargadas de controlar la correcta operación de cada empresa e institución fuera del Estado con la implementación de formularios y censos de manera arbitraria para detectar cualquier actividad ilícita que perjudique al trabajador. Una empresa exitosa se maneja acorde a una buena administración. (Matos, 2016).

7.8.3. Administraciones mixtas

Son las encargadas de velar por el cumplimiento de una buena administración en empresas que son manejadas por la iniciativa privada y el Estado. Este tipo de empresas busca fines con interés público y privado, a fin de generar ingresos en países en vías de desarrollo para que les permitan seguir trabajando (Matos, 2016).

7.9. Ambiente de trabajo tecnológico y ecológico

Existen 2 tipos de ambientes que tienen poder sobre el actuar de las personas: el tecnológico y el ecológico. El ambiente tecnológico es aquel donde se ponen a prueba las habilidades y conocimientos para concretar las actividades diarias del trabajo, y el ambiente ecológico es aquel que afecta las actividades según sea el resultado ambiental alrededor de la empresa cuidando los desechos y gases emanados según sea el proceso de la empresa. (Izamorar, 2017).

Es de gran importancia que los administradores de las empresas manejen conceptos sobre conciencia social para sus procesos y la sociedad que los rodea. Esto quiere decir que la empresa debe ser suficientemente hábil para

adecuar sus procedimientos sin afectarse ella misma y al mismo tiempo cumplir con la sociedad refiriéndose a temas de contaminación ambiental y oportunidad laboral (Koontz, et al., 2012).

7.10. Administración de confianza

La administración incluye muchos conceptos sobre manejo de personal, habilidades y técnicas necesarias para el cumplimiento de objetivos y metas, pero hay otro concepto que se ha descuidado y del cual los administradores hacen caso omiso: la confianza. La confianza puede tomarse como una mezcla de otros conceptos, obteniendo el aumento de interés, la decencia de realizar las cosas y consumación de acuerdos entre miembros de departamentos de la empresa. Esto conduce a una mejor comunicación permitiendo que el personal sea más activo y entregado en sus actividades de trabajo. (Izamorar, 2017).

7.11. Tipos de planes

Estos se clasifican en:

- Misiones o propósitos: son todas las operaciones y actividades que la empresa realiza según sea la industria y el producto que realiza (Koontz, et al., 2012).
- Objetivos o metas: son las tareas a cumplir de la empresa en cuestión de desarrollo o necesidad a cubrir (Koontz, et al., 2012).
- Estrategias: son los caminos seleccionados por los dirigentes para llegar al cumplimiento de sus objetivos o metas (Koontz, et al., 2012).

- Políticas: son una especie de normativo que rige la conducta de los trabajadores en una empresa y apoyan en la resolución de conflictos según sea la naturaleza de estos (Koontz, et al., 2012).
- Procedimientos: son instrucciones establecidas por los altos mandos y se deben seguir para desarrollar actividades de trabajo (Koontz, et al., 2012).

7.12. Proceso de la planeación

Se muestra en la figura VII el proceso a seguir para la planeación de algún evento o actividad.

Figura 8. Proceso de la planeación



Fuente: Koontz, H. (2012). *Administración: una perspectiva global y empresarial*.

7.12.1. Elementos para una planeación estratégica

Existen diversos métodos y técnicas para el desarrollo de la planeación estratégica y entro estos se pueden mencionar:

- Consumibles a la organización: son todos aquellos recursos disponibles de la empresa incluyendo al factor humano (Koontz, et al., 2012).
- Estudio industrial: se refiere a la observación del entorno de la empresa. En esto se incluyen empresas con el mismo producto, creación de sustitutos, encontrar nuevas líneas de distribución, aumentar la cantidad de proveedores, etc. (Koontz, et al., 2012).
- Perfil empresarial: es la disposición de la empresa dentro de su entorno industrial y es trabajo de los altos mandos posicionarla en los mejores sectores geográficos para ser rival ante otras entidades de producción (Koontz, et al., 2012).
- Orientación, valores y visión de los ejecutivos: los miembros de este rubro son los encargados de mantener un ambiente organizado y establecer la ruta correcta para lograr la visión de la empresa (Koontz, et al., 2012).
- Propósito, objetivos principales e intención estratégica: esto es identificar lo que hace y ofrece la empresa al mercado, la meta a la que quiere llegar la empresa y el deseo de triunfar contra los rivales en el campo industrial (Koontz, et al., 2012).
- Crear rutas alternativas: consiste en revisar el entorno industrial y buscar la mejor oportunidad para el desarrollo económico de la empresa de manera diferente a la competencia. Esto dará un valor agregado al proceso, aumentando las acciones de la empresa. (Koontz, et al., 2012).

- Prueba y selección de estrategias: es un tema delicado debido a que existen peligros y consecuencias al escoger una estrategia y resulta siendo contrario a lo esperado por los altos mandos de la empresa. No se debe apresurar hasta evaluar la rentabilidad y el momento oportuno para ponerla en acción. (Koontz, et al., 2012).

7.13. Matriz FODA

Esta matriz permite obtener una representación gráfica simple de las oportunidades, amenazas, debilidades y fortalezas de una empresa, al observar su desarrollo productivo, la inflación de precios y los rivales de mercado. Todos estos elementos pueden afectar a la empresa si no se tienen estrategias alternativas para cambios futuros y por ese motivo un análisis FODA se inicia con el estudio de las amenazas hacia la misma.

7.13.1. Estrategias FODA

En la siguiente tabla se identifican las diferentes estrategias resultantes de la matriz FODA:

Tabla II. Estrategias FODA

Factores Internos	Fortalezas Internas (F)	Debilidades Internas (D)
Factores externos Oportunidades externas (O) (Incluidos los riesgos) como las condiciones económicas actuales y futuras, los cambios políticos y sociales, y nuevos productos, servicios y tecnologías	Estrategia FO: maxi-maxi Es potencialmente la estrategia más exitosa, pues utiliza las fortalezas de la organización para aprovechar las oportunidades	Estrategia DO: mini-maxi Como la estrategia de desarrollo para superar debilidades y así aprovechar las oportunidades
Amenazas externas (A) Como los fallos en el suministro de energía, la competencia y áreas similares a las del recuadro Oportunidades	Estrategia FA: maxi-mini Uso de las fortalezas para hacer frente a amenazas o evitarlas	Estrategia DA: mini-mini Como la reducción, liquidación o coinversión para minimizar las debilidades y amenazas

Fuente: Koontz, H. (2012). *Administración: una perspectiva global y empresarial*.

7.14. Matriz de portafolio

Esta matriz es una herramienta utilizada por grandes y pequeñas empresas con la finalidad de encontrar un vínculo con su participación en el mercado, su crecimiento económico y si está en una posición competente en la industria a la que pertenece. Sus cuatro variantes son las siguientes:

- Interrogante: las empresas colocadas en este espacio requieren de poder económico para tener una mejor participación en el mercado (Koontz, et al., 2012).
- Estrella: este tipo de empresa es la mejor situada, ya que tiene alta participación de mercado y tiene una tasa de crecimiento alta, lo que le

permite estar holgada y prepararse para aumentar su participación y utilidad de mercado (Koontz, et al., 2012).

- Vaca de liquidez: esta empresa genera el poder económico suficiente para mantener en movimiento sus actividades y no tiene ningún problema en continuar sus intentos de crecimiento (Koontz, et al., 2012).
- Perros: estas empresas son las que peor posición tienen y es un riesgo mantenerlas con vida en la industria. Lo más recomendado es desistir y crear nuevas ideas de empresa (Koontz, et al., 2012).

Tabla III. **Matriz de portafolio**



Fuente: Koontz, H. (2012). *Administración: una perspectiva global y empresarial*.

7.15. Rangos de estrategias

Las estrategias se clasifican según la importancia dentro de la empresa para su participación en la industria y crear uniones entre los elementos negociantes. Entre estas se encuentran:

- Estrategia de alto mando: esta es la más habitual y es la que controla la operación de la planta cuidando su posición dentro de la industria en la que compete.
- Estrategia de negocio: esta estrategia sirve para tener una superioridad o atributo diferente sobre un elemento particular de un producto.
- Estrategia funcional: estas son las de menor rango y son entregadas a los departamentos de la empresa para que velen por el cumplimiento de los objetivos de los altos mandos.

7.16. Pronósticos de planeación

Se les llama así a las condiciones que se esperan para la empresa en un futuro cercano. Se incluyen operaciones de producción, posición en el mercado y desarrollo de productos. Esto no es fácil de realizar ya que no se tienen argumentos precisos que garanticen que los hechos futuros serán exactamente como se predijeron y por ello se utiliza la herramienta de pronóstico Delphi. (Koontz, et al., 2012).

7.16.1. Herramienta de pronóstico Delphi

Es una serie de pasos que consta de una lluvia de ideas sobre ambientes de pronósticos esperados por la empresa de manera grupal y se discuten siendo los más repetitivos los pronósticos a elegir.

7.17. Reingeniería de la organización

La reingeniería se engloba en varios conceptos clave que permiten determinar cuál es el elemento para modificar a razón de obtener los mejores resultados. La reingeniería en varias ocasiones es interpretada como un reinicio de operaciones, cambios radicales, reducción de tamaños, procesos y búsqueda de resultados importantes. Todos estos conceptos son aceptables hasta el punto que deja de ser beneficioso para la empresa, debido a que no se puede reestablecer una operación sin afectar la cantidad de producción afectando la entrega de pedidos. Hacer un cambio radical y reducir insumos muchas veces provee un beneficio inicial en la reducción de costos, pero la calidad del producto y la satisfacción del cliente se reflejan de manera significativa al no entregarle lo que estaba buscando, generando quejas y posibles cancelaciones de pedidos. Procesos y resultados importantes son elementos que van de la mano pero no se puede obtener uno sin afectar al otro, ya que un buen resultado es muchas veces modificar el proceso. El administrador debe considerar aspectos humanos y materiales creando una relación con el entorno de la empresa y establecer cuál elemento a modificar es más conveniente (Koontz, et al., 2012).

7.17.1. Estructura y proceso de organizar

Para establecer una estructura organizada se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Tener eventos programados provenientes de los planes y objetivos propuestos por la empresa.
- Manejar la administración de la empresa bajo una autoridad que esté sujeta a cambios cuando se requiera y establezca mucha cautela en el desarrollo de los programas de eventos.
- Tener siempre un ciclo constante de mejora para ayudar de manera más eficiente a los puntos necesitados de la empresa, manteniendo un ambiente que funcione en todo tipo de situaciones.
- Tomar en cuenta que el personal que conforma la estructura organizada tendrá restricciones y diferentes maneras de realizar sus actividades, por lo que la estructura debe plantearse en dar comodidad a sus integrantes y que estos colaboren de manera más efectiva con los demás integrantes del grupo.

7.18. Cultura organizacional

Este concepto es importante ya que afecta notablemente el desarrollo de las actividades del gerente que son planear, organizar, integrar personal, dirigir y controlar. Esto puede demostrarse debido a la relación que tienen los miembros donde se hace intercambio de información, actividades y aprendizaje de nuevos procedimientos. Cada frase es completada con un léxico diferente debido al patrimonio y origen de cada miembro, por lo que se hace necesario un regimiento que guíe el comportamiento de las personas (Koontz, et al., 2012).

7.18.1. Programas de capacitación y desarrollo

Un programa de capacitación y desarrollo ha sido eficiente cuando los miembros participantes aporten de sus conocimientos adquiridos para resolver situaciones en su trabajo, aplicando herramientas, técnicas y habilidades de resolución. Para lograr un programa de capacitación eficiente se deben tomar en cuenta los siguientes objetivos:

- Finalidad de incrementar conocimientos en un tema determinado.
- Fomentar conductas en los miembros para realizar una correcta administración.
- Obtener más habilidades.
- Incremento de la práctica administrativa.
- Cumplimiento de metas de la empresa.

7.18.2. Cambios que dañan la organización

Se contemplan muchos inconvenientes que dañan al administrador y su organización, estos inconvenientes pueden tener origen en la misma empresa, siendo sus trabajadores y del entorno de la empresa. Algunos ejemplos pueden ser la utilización de equipos sofisticados que requieren de estudios avanzados, adquirir conocimientos de diseño y conceptos con base en experiencias, intercambios entre sector privado y público. (Koontz, et al., 2012).

7.18.3. Teoría de fuerza de campo

Es una herramienta utilizada para reducir los daños a la organización producidos por cambios internos y externos de la empresa, a través de un

equilibrio de fuerzas impulsoras y resistivas. Hay 3 etapas para el proceso de cambio. (Koontz, et al., 2012).

La primer etapa es descongelar, que se refiere a motivar al personal para realizar el cambio, la segunda etapa es aplicar el cambio en el personal para que sea asimilado, la tercera etapa es volver a congelar, que consiste en que la nueva información sea racional o acorde con las actitudes y valores del personal para sentir comodidad y no optar por la búsqueda del antiguo sistema antes del cambio. (Koontz, et al., 2012).

La resistencia al cambio en la mayoría de las veces se inicia por desconocimiento del nuevo planteamiento que se desea realizar. El personal que desconoce lo que la empresa desea implementar puede ser tema de sospecha y genera incomodidad. Lo más conveniente es crear actividades en donde se promueva la participación del empleado, proponiendo las ideas de cambio y crear un lazo comunicativo que ayude a entender los motivos por los que se desea realizar. Esto debe ser centrado en los miembros que se vean más afectados por el cambio, ya que son los más resistentes al verse afectados en su área de trabajo. (Koontz, et al., 2012).

7.18.4. Conflicto organizacional

El conflicto es un evento que se presenta en todas las empresas y puede generarse entre 2 individuos, un grupo o diferentes grupos de una empresa. Se ha considerado en diversas ocasiones que los conflictos pueden ser de ayuda en la organización debido a que permiten obtener varios puntos de vista del problema y buscar una solución que englobe más de 2 puntos de mejora dentro de la organización. (Koontz, et al., 2012).

Existen diversos puntos de origen para los conflictos mayormente entre personas con metas diferentes o simplemente por tener diferentes valores y creencias. Un mal liderazgo, antecedentes personales y falta de comunicación son puertas para generar fricción entre los integrantes de una organización (Koontz, et al., 2012).

Los conflictos entre personas pueden resolverse de manera pacífica y con la aceptación de una o ambas partes. Pueden evadirse a través de un cambio estructural de la organización, suavizar el punto de conflicto resaltando las metas comunes dejando por debajo los puntos de fricción y siendo severos proponiendo una resolución impuesta. Las soluciones a los conflictos se inician confrontando abiertamente los problemas y analizando el origen de los mismos con la mayor objetividad posible. (Koontz, et al., 2012).

7.19. Elementos humanos en la administración

El recurso humano es de suma importancia para las empresas ya que los trabajadores son quienes realizan las actividades y procedimientos para cumplir las metas de estas, y de igual manera tienen metas y deseos propios importantes en su vida personal. Un buen administrador debe entender que el trabajador conforma una parte de la empresa y debe apoyar al mismo incentivando que realice sus deseos y a la vez que utilice sus habilidades para cumplir con los impuestos por la empresa. (Koontz, et al., 2012).

Los integrantes de una organización, incluyendo los gerentes, conforman un cuerpo social, ya que cada uno posee actividades propias relacionadas a la familia y el desarrollo personal. Esto indica que ninguna persona es igual a otra aunque en los puestos de trabajo se tenga un estándar por el tipo de actividad a desarrollar. El administrador debe ser consciente de esta situación y debe

encontrar diferentes maneras de aplicar sus habilidades para comunicar, liderar y motivar a su personal, teniendo acuerdos aceptables con cada uno para beneficio de ambas partes (Koontz, et al., 2012).

Otro elemento importante es la dignidad de cada trabajador, sin importar su puesto ni el tiempo que lleve dentro de la organización. Cada trabajador posee cualidades especiales con diferentes criterios y por derecho merece ser tratado con respeto. (Koontz, et al., 2012).

7.20. Comunicación en la organización

Es un tema que ha tomado alta importancia en la organización, ya que permite que los involucrados en un evento conozcan los motivos de este y estar preparados ante cualquier situación que se presente. La información debe ser clara y relevante para que el receptor comprenda la situación y pueda actuar de la mejor manera posible. La comunicación debe darse en todos los niveles jerárquicos de la organización.

El exceso de comunicación para una persona puede sobrecargar la percepción del problema y causar la toma de una decisión incorrecta y de igual manera en el extremo de no recibir la suficiente información se puede proceder con una decisión incorrecta afectando igualmente la actividad a intervenir. La comunicación debe tener prioridades que establezcan la información necesaria a compartir para tomar la mejor decisión. El administrador debe ser capaz de identificar el punto más crítico de la información recibida y compartir a sus trabajadores la información necesaria para que se resuelva el problema indicado. (Koontz, et al., 2012).

7.20.1. Obstáculos en la comunicación

De manera continua se ha considerado que los obstáculos en la comunicación de una organización son por interrupciones, sin embargo, buscando la raíz de esas interrupciones, se sabe pueden ser ocasionadas por una planificación errónea, una organización incorrecta y la falta de percepción en la búsqueda del origen de la mala comunicación.

Los errores más comunes son hablar y escribir sin haber pensado el propósito del mensaje. El uso de vocabularios complejos genera una mala comprensión del receptor. El administrador debe tener la capacidad de buscar el mejor momento y el canal de comunicación más efectivo para que el receptor comprenda lo que le están pidiendo y lo realice correctamente. (Koontz, et al., 2012).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO DE INFORME FINAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. El banano

1.1.1. Industria del banano en Guatemala

1.2. Líneas de producción

1.2.1. Líneas de producción asépticas

1.2.2. Tecnologías para el procesamiento aséptico

1.2.3. Líneas de producción de congelados

1.3. Mantenimiento industrial

1.3.1. Clasificación del mantenimiento

1.3.2. Políticas de mantenimiento

1.3.3. Plan de operaciones

1.3.4. Programación del mantenimiento

1.3.5. Orden de trabajo

1.3.6. Mano de obra disponible

- 1.3.7. Informes de mantenimiento
- 1.3.8. Gestión de repuestos
- 1.3.9. Clasificación de los repuestos
 - 1.3.9.1. Responsabilidad dentro del equipo
 - 1.3.9.2. Necesidad de *stock* en planta
 - 1.3.9.3. Clasificación por tipo de aprovisionamiento
- 1.4. Norma SAE JA1011: mantenimiento basado en confiabilidad
 - 1.4.1. RCM
 - 1.4.2. Norma Sae JA1011:1999
 - 1.4.3. Índices de mantenimiento de clase mundial
 - 1.4.3.1. Período medio entre averías
 - 1.4.3.2. Período medio para restauración
 - 1.4.3.3. Período medio para la avería
 - 1.4.3.4. Utilización de máquinas
- 1.5. Rutinas de mantenimiento preventivo
- 1.6. Esquema para el manejo de los indicadores de mantenimiento
- 1.7. Administración industrial
- 1.8. Tipos de administraciones
 - 1.8.1. Administraciones públicas
 - 1.8.2. Administraciones privadas
 - 1.8.3. Administraciones mixtas
- 1.9. Ambiente de trabajo tecnológico y ecológico
- 1.10. Administración de confianza
- 1.11. Tipos de planes
- 1.12. Proceso de la planeación
 - 1.12.1. Elementos para una planeación estratégica
- 1.13. Matriz FODA
 - 1.13.1. Estrategias FODA

- 1.14. Matriz de portafolio
- 1.15. Rangos de estrategias
- 1.16. Pronósticos de planeación
 - 1.16.1. Herramienta de pronóstico Delphi
- 1.17. Reingeniería de la organización
 - 1.17.1. Estructura y proceso de organizar
- 1.18. Cultura organizacional
 - 1.18.1. Programas de capacitación y desarrollo
 - 1.18.2. Cambios que dañan la organización
 - 1.18.3. Teoría de fuerza de campo
 - 1.18.4. Conflicto organizacional
- 1.19. Elementos humanos en la administración
- 1.20. Comunicación en la organización
 - 1.20.1. Obstáculos en la comunicación

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

Las técnicas, métodos y procedimientos que se emplearán para alcanzar los objetivos que se proponen en este diseño de investigación se describen a continuación.

9.1. Enfoque

El enfoque de la investigación es mixto, ya que se manejarán variables cuantitativas y cualitativas.

9.2. Diseño

El diseño de investigación a realizar será del tipo no experimental, con variables cualitativas y cuantitativas, debido a que no serán manipuladas o modificadas por condiciones fuera del funcionamiento estándar de los equipos, solo serán analizadas para generar un seguimiento estadístico que establezca los tiempos de operación y las condiciones que reducen la eficiencia del funcionamiento de los equipos.

9.3. Tipo de estudio

Debido a la naturaleza de la investigación, el tipo de estudio será correlacional, puesto que se harán comparaciones entre los resultados estadísticos obtenidos en la observación del tipo de daño en las piezas durante la operación de los equipos y el dato proporcionado por el manual del

fabricante, dando como resultado un diagrama de Pareto con el cual se establecerá la prioridad de mantenimiento de los equipos.

9.4. Alcance

El alcance del diseño de investigación es de tipo descriptivo, ya que se identificarán los elementos de operación crítica del departamento de mantenimiento para reducir los paros no programados asegurando una producción continua con la máxima disponibilidad de los equipos, lo cual se llevará a cabo a través de un historial de fallas que permita predecir el estado y condiciones de los componentes para futuros mantenimientos.

9.5. Variables

A continuación se describe el grupo de variables propuestas con base en los objetivos establecidos para asegurar la sostenibilidad de los resultados.

- Disponibilidad de equipos: es la variable más importante ya que proporciona información concreta sobre el tiempo de operación normal de los equipos en la planta.
- Paros no programados: esta variable identifica los elementos críticos necesarios para evitar el paro de producción en la empresa.
- Operación de equipos: comprende la identificación de eventos que afectan la operación normal de los equipos evitando que cumplan con sus actividades de producción.

Tabla IV. **Variables e indicadores**

	Objetivo	Variable	Tipo	Indicador	Herramienta
General	Proponer la organización del departamento de mantenimiento en una empresa procesadora de puré de banano	Propuesta de reorganización de departamento de mantenimiento	Cualitativa nominal independiente	No aplica	Diagrama de Pareto para establecer prioridad de mantenimiento de los equipos
Específicos	Identificar los elementos de operación crítica del departamento de mantenimiento de la empresa procesadora de banano	Paros no programados	Cuantitativa independiente	Horas de tiempo perdido semanal por paro de equipos	Sumatoria de las horas de tiempo perdido relacionado a equipos y paros de la línea de producción
	Analizar los factores que contribuyen al desarrollo de operaciones críticas en el departamento de mantenimiento de la empresa procesadora de banano	Operación de equipos	Cuantitativa dependiente	Eventos que afectan la operación normal de los equipos; errores de operación, tipo de fallas	Media y moda de eventos que generan el paro de equipos y tipos de fallas % de cumplimiento de mantenimientos preventivos
	Determinar los beneficios resultantes del desarrollo de la investigación de factores y elementos críticos en la operación del departamento de mantenimiento	Disponibilidad de equipos	Cuantitativa independiente	Tiempo de operación normal de los equipos	Sumatoria de los tiempos de operación y comparación con los tiempos de operación nominal

Fuente: elaboración propia.

9.6. Fases

El procedimiento para lograr los objetivos planteados se describe en las siguientes fases:

- Fase 1: revisión documental para los antecedentes y marco teórico.
 - Revisión de bibliografía.
 - Revisión de trabajos de investigación previos.
 - Entrevista y recolección de la información.

- Fase 2: identificar los elementos de operación crítica del departamento de mantenimiento de la empresa procesadora de banano.
 - Revisión de solicitudes de mantenimiento.
 - Revisión de tiempos de operación de los equipos.
 - Revisión de tiempos perdidos.
 - Revisión de paros de línea de producción.

- Fase 3: analizar los factores que contribuyen al desarrollo de operaciones críticas en el departamento de mantenimiento de la empresa procesadora de banano.
 - Análisis de los errores de operación de los equipos.
 - Análisis de tipo de fallas en los equipos.
 - Análisis de cumplimiento de mantenimientos preventivos.

- Fase 4: determinar los beneficios resultantes del desarrollo de la investigación de factores y elementos críticos en la operación del departamento de mantenimiento de la empresa procesadora de banano.
 - Comparar tiempos de producción.
 - Verificar cantidad de fallas presentes en los equipos.
 - Comparar disponibilidad de equipos.
 - Revisar cumplimiento de órdenes de producción.

9.7. Población y muestra

La población definida para esta investigación serán los equipos utilizados en las líneas de producción aséptica y congelados durante el período abril-agosto de 2019. Para el plan estadístico la muestra será igual a la población ya que se tomará el análisis de todos los equipos involucrados.

9.8. Resultados esperados

El diseño de investigación ensayado obtendrá como resultados relevantes la disminución de tiempos perdidos y la mejora en la disponibilidad de equipos para mejorar la operación del departamento de mantenimiento, los cuales se verán reflejados en mantenimientos efectivos que proporcionarán el mayor rendimiento y disponibilidad de los equipos para el cumplimiento del programa de producción establecido.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

En esta sección se especifica, para cada fase metodológica de la investigación, las técnicas de la estadística descriptiva utilizadas para tratar los datos recolectados que permitirán analizar y obtener los resultados esperados, para la mejora del plan de mantenimiento de una empresa procesadora de puré de banano aséptico.

En la primera fase, por medio de uso de la estadística descriptiva, se recopilará información bibliográfica, entrevistas al personal operativo y tabulación de historiales de datos para sustentar el diseño de investigación y determinar la metodología a utilizar.

En la segunda fase, empleando la estadística correlacional, se realizará una tabulación de mantenimientos correctivos y preventivos realizados para obtener una media de operación de los equipos y de paros no programados, para con ello encontrar la frecuencia de fallas de los equipos, que será dada a conocer utilizando un diagrama de sectores, para identificar los elementos de operación crítica del departamento de mantenimiento.

En la tercera fase, aplicando la estadística descriptiva, se utilizará el diagrama de barras que registrará los tiempos de operación de los equipos y el tipo de fallas por equipo, se determinará la media aritmética de los valores más altos y la capacidad de operación. A continuación se utilizará una tabla de frecuencias para agrupar los tipos de fallas de cada equipo. Esta información se organizará en un diagrama de Pareto, determinando cuáles son las fallas más significativas y su tiempo de reparación para obtener un punto de referencia que

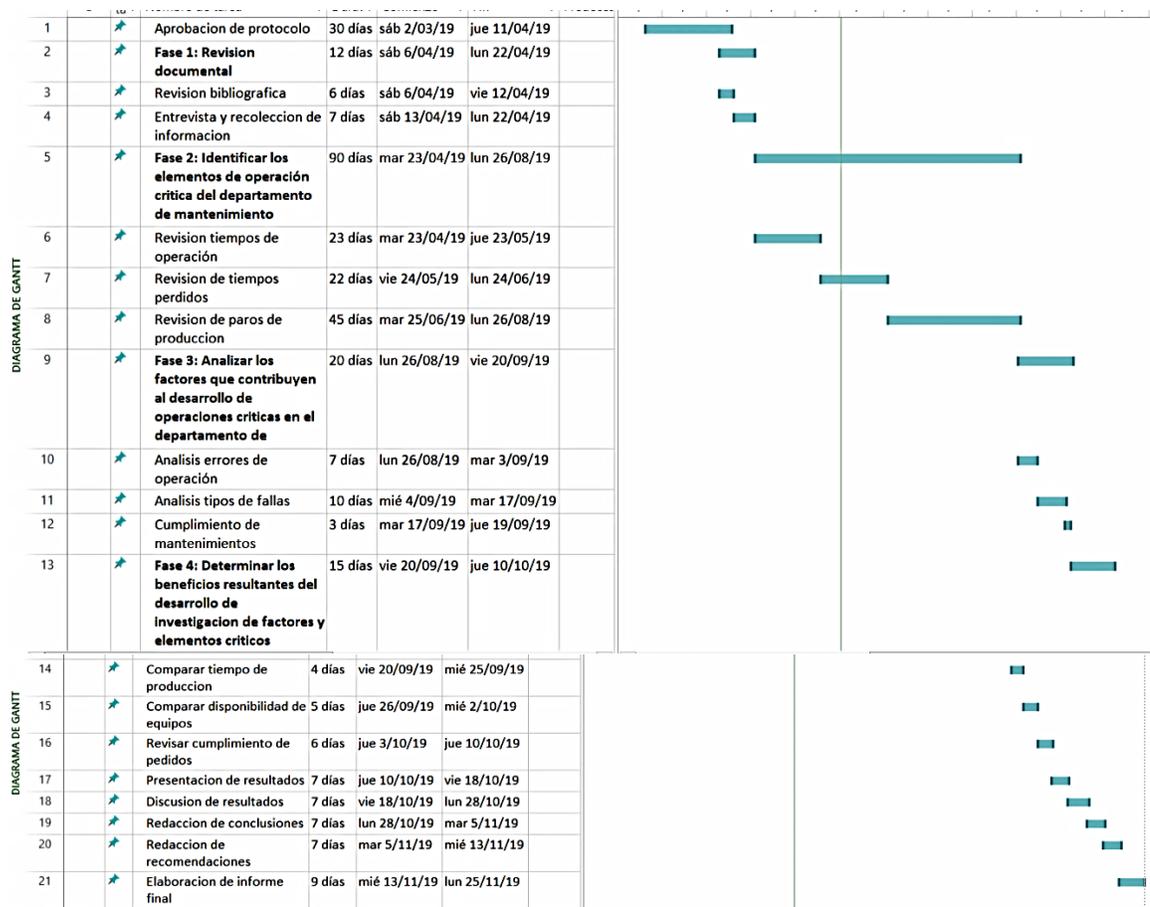
indique mayor impacto en la operación de los equipos, tomando en cuenta el entorno de trabajo y las diversas condiciones provocadas por el operador y las propiedades del producto fabricado.

En la última fase, por medio de la estadística correlacional, se procederá a diseñar el plan modelo de operaciones y actividades de mantenimiento necesarias para mitigar las fallas más recurrentes y establecer un sistema de compra de repuestos eficiente para mantener el *stock* necesario evitando mantener el equipo sin disponibilidad por falta de repuestos.

11. CRONOGRAMA

Se presenta la organización cronológica del proceso de la investigación, establecido por semanas con una duración total de 41 semanas, desde el inicio hasta la presentación del informe final.

Figura 9. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Los recursos necesarios para el desarrollo de esta investigación son humanos, materiales y tecnológicos, los cuales brindarán una ayuda importante en el cumplimiento completo del estudio. Se detallan en la siguiente tabla:

Tabla V. **Recursos necesarios para la investigación**

Tipo	Descripción	Cantidad	Costo total
Humano	Investigador	1	Q3,500.00
	Asesor	1	Q8,000.00
Subtotal			Q1,1500.00
Material y equipo	Resma de papel	1	Q35.00
	Impresión/tinta	100	Q250.00
	Computadora	1	Q5,000.00
	Software para diseño de historiales y diagramas	1	Q3,000.00
	Repuestos por equipo	17	Q23,000.00
Subtotal			Q42,785.00

Fuente: elaboración propia.

El estudio propuesto será cubierto por la empresa. Se toma como factible debido a que se cuenta con el apoyo de la planta procesadora de banano para el acceso a la información de los repuestos adquiridos por equipo. La computadora y los programas para realizar los diseños de historiales y diagramas serán brindados por el departamento de calidad y, de igual manera, se tendrá el apoyo de la jefatura de calidad para evaluar los análisis estadísticos con base en tiempos de producción y producto terminado listo para su despacho.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar Guzmán, L. (2014). *Análisis de modos y efectos de falla para mejorar la disponibilidad operacional en la línea de gaseosas No. 3*. (Tesis de Licenciatura en Ingeniería Mecánica). Universidad libre de Colombia. Bogotá, Colombia.
2. AV Ingeniería. (2016). *El ciclo del mantenimiento: proceso de gestión de los trabajos*. Recuperado de: <https://www.avingeneria.net/single-post/2016/2/1/El-Ciclo-del-Mantenimiento-Proceso-de-Gesti%C3%B3n-de-los-Trabajos>
3. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). (2010). *Información sobre inocuidad de alimentos*. Recuperado de: https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/931068e4-c4c3-4f00-8222-19d40fcd034d/Freezing_and_Food_Safety_SP.pdf?MOD=AJPERES
4. E. Matos, Cecil. (Abril de 2016). *Tipos de administración*. Recuperado de: <https://www.tiposde.com/administracion.html>
5. Energiza. (2013). *Mantenimiento de plantas. Políticas de mantenimiento*. Recuperado de: http://www.energiza.org/index.php?option=com_content&view=article&id=581&catid=19&Itemid=348
6. Escuela de Gestión Empresarial. (2018) *Gestión y planificación del mantenimiento industrial*. México: IntegraMarkets,

7. Fayol, H. (1987). *Administración Industrial y general*. Recuperado de: https://isabelportoperez.files.wordpress.com/2011/11/admc3b3n_ind_y_general001.pdf
8. Fundación Cideter. (2014). *Programa de gestión de mantenimiento para mandos medios, análisis de fallas. Módulo IV*. Santa Fe, Argentina. Recuperado de: <http://www.cecma.com.ar/biblioteca>
9. Fundación Cideter. (2014). *Programa de gestión de mantenimiento. Módulo III. Incorporación de tecnología y su gestión*. Santa Fe, Argentina. Recuperado de: <http://www.cecma.com.ar/biblioteca>
10. García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Recuperado de: https://datospdf.com/download/organizacion-y-gestion-integral-de-mantenimiento-_5a4b6e9cb7d7bcb74faeb8cd_pdf
11. Gaytán, A. (2000). *Administración del mantenimiento*. (Tesis de Postgrado en Ciencias de la Administración). Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
12. Grupo Hame. (2016). *El banano. Industria bananera en Guatemala*. Recuperado de: <http://grupohame.com/banano/>
13. Industria Alimenticia. (2013). *Tecnologías para el procesamiento aséptico*. Recuperado de: <https://www.industriaalimenticia.com/articles/86728-tecnologas-para-el-procesamiento-aseptico>

14. Izamorar. (2017). *Los pilares de la administración*. Recuperado de: <https://izamorar.com/los-pilares-de-la-administracion/>
15. Jiménez, S. & Valencia, H. (2012). *Sistema de gestión para mantenimiento de equipos eléctricos mediante indicadores de confiabilidad*. *Revista en Telecomunicaciones e Informática*, Vol. 2, semana (4), p. 11-23.
16. Koontz, H.; Wehrich, H. & Cannice, M. (2012). *Administración: una perspectiva global y empresarial*. México DF, México: Editorial McGraw-Hill.
17. Laska. (2018). *Líneas de producción*. Recuperado de: <https://www.laska.at/es/productos/lineas-de-produccion.html>
18. Leal, Sandra. (2007). *Índices e indicadores de gestión de mantenimiento en las pymes del Estado Táchira*. Recuperado de: https://www.uruman.org/sites/default/files/articulos/indices_indicadores_gestion_mantenimiento_pymes_estado_tachira_0.pdf
19. Navas, C; Costa, A. (s. f.). *Diseño de la línea de producción de compotas de banano*. Recuperado de: https://www.academia.edu/13620936/Dise%C3%B1o_de_la_L%C3%ADnea_de_Producci%C3%B3n_de_Compotas_de_Banano?auto=download
20. PDM Tech. (2017). *Norma SAE JA1011- Criterios de evaluación para procesos de mantenimiento centrado en confiabilidad*.

Recuperado de: <http://www.pdmtechusa.com/criterios-evaluacion-rcm/>

21. R Costoya. (2014). *Catálogo Deltalab*. Recuperado de: http://rcostoya.com/uploads/contenidos_usrs/originales/21_fungible_fascos_para_muestras_20160711092747.pdf
22. RCM3. (2016). *Sobre RCM*. Recuperado de: <http://rcm3.org/>
23. Tavares, L. (2000). *Administración moderna de mantenimiento*. Brasil: Editorial Novo Polo Brasil.
24. Universidad Industrial de Santander (UIS). (2008). *Guía de almacenamiento seco, refrigerado y congelado*. Recuperado de: https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/bienestar_estudiantil/guias/GBE.27.pdf
24. Verdesoto, N. (2010). *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la metodología de tablas de control de mando para una empresa constructora de vías lastradas y asfálticas*. (Tesis de Licenciatura en Ingeniería Mecánica). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
25. Vidal, J. (2004). *Establecimiento de rutinas de mantenimiento preventivo para el proyecto de ampliación de la planta*. (Informe de práctica para Licenciatura en Ingeniería Electromecánica). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.