

Julio Fernando Tejax Elías

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA
DEL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR,
EN INGENIO PANTALEÓN, SIQUINALÁ, ESCUINTLA.



Asesor General Metodológico:

MSc. Daniel Humberto González Pereira

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2021

Informe final de graduación

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA
DEL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR,
EN INGENIO PANTALEÓN, SIQUINALÁ, ESCUINTLA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Julio Fernando Tejax Elías

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciatura en Ingeniería
Industrial al con énfasis en recursos naturales renovables.

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2021

Informe final de graduación

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA
DEL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR,
EN INGENIO PANTALEÓN, SIQUINALÁ, ESCUINTLA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2021

Esta tesis fue presentada por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciatura en Ingeniería Industrial con
Énfasis en Recursos Naturales Renovables.

F-14-04-2020-15
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
PROGRAMA DE GRADUACIÓN
Experto Metodológico
ACUERDO DE ASIGNACIÓN DE PUNTEO
17.11.2020.165



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

CONSIDERANDO:

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

POR TANTO:

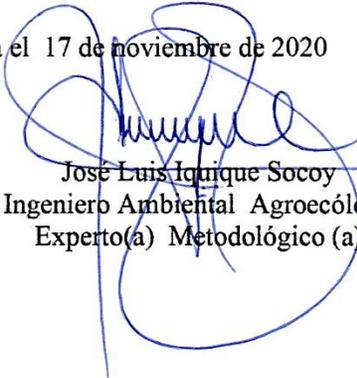
Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

ACUERDA:

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

1. Asignar **Setenta y uno (71)** sobre la base de aprobación de puntos sobre la base de cien sobre cien (100/100) al trabajo de graduación denominado: **“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA DEL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR, EN INGENIO PANTALEÓN, SIQUINALÁ, ESCUINTLA.”** formulado por **Julio Fernando Tejax Elías**, titular del carné **14-029-0010**; inscrito en la **Facultad Ingeniería de ésta universidad**.
2. Trasladar tres copias físicas y un archivo digital del trabajo de graduación a la Presidencia del Consejo Académico, para los efectos subsiguientes.
3. Notifíquese.

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


José Luis Iquique Socoy
Ingeniero Ambiental Agroecólogo
Experto(a) Metodológico (a)

José Luis Iquique Socoy
INGENIERO AMBIENTAL
COLEGIADO No. 8.707

F-14-04-2020-14
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA
PROGRAMA DE GRADUACIÓN
ASESORÍA DE TESIS
ACUERDO DE APROBACIÓN PRELIMINAR DE TESIS



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

CONSIDERANDO:

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

POR TANTO:

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

ACUERDA:

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

1. Aprobar en forma preliminar el trabajo graduación denominado: “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA DEL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR, EN INGENIO PANTALEÓN, SIQUINALÁ, ESCUINTLA.”, formulado por: Julio Fernando Tejax Elías, titular del carné: 14-029-0010; inscrito en la Facultad de Ingeniería, de ésta Universidad.
2. Trasladar el expediente al Experto Metodólogo designado para que le confiera la calificación que de acuerdo a los criterios técnicos considere conveniente.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 24 de agosto de 2020.

MSc. Daniel Humberto González Pereira
Metodólogo





F-18-06-2018-01
Universidad Rural de Guatemala
Programa de Graduación
Carta de aprobación
Asesor General Metodológico
Escuintla, 07 de enero de 2019

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

Señor Coordinador General:

Tengo a honra dirigirme a usted, con la finalidad de informarle que, como Asesor General Metodológico del trabajo denominado: "Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.", a cargo del estudiante: Julio Fernando Tejax Elías; Carné: 14-029-0010; perteneciente al grupo: 02-071-018-19; apruebo el informe final de graduación y solicito que se integre El Tribunal Examinador de esta tesis.

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

MSc. Daniel Humberto González Pereira
Asesor General Metodológico



C.C. Archivo personal

Señor
Coordinador General
Programa de Graduación
Universidad Rural de Guatemala
Presente

Dedicatoria

- A Dios:** Divino creador, por darme la vida, sabiduría, fuerza, bendiciones y entendimiento.
- A mis padres:** Julio René Tejax Villalta y Neyda Judith Elías Lima. Por ser la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mí meta, por sus sabios e invaluable consejos y por enseñarme a caminar por el camino correcto.
- A mi esposa:** Shannen Estrellita Rodas Morales, por su apoyo y comprensión en los momentos que más la he necesitado.
- A mis hijos:** Julian Fernando Tejax Rodas. Espero que este triunfo les sirva como ejemplo de perseverancia para un futuro exitoso.
- A mis hermanos:** Diana Tejax, Angel Tejax, Nataly Tejax. Por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.
- A mis familiares:** Por todo su cariño demostrado hacia mi persona.
- A mis amigos, vecinos y futuros colegas:** Que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.
- A Universidad Rural de Guatemala:** Por darme la oportunidad de alcanzar este logro académico.
- A Guatemala:** Mi patria querida. En especial al municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.
- A los docentes:** De la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Rural de Guatemala, por guiar este proceso educativo y formar parte de otro objetivo alcanzado.
- A mi Asesor Metodológico:** MSc. Daniel Humberto González Pereira. Por su paciencia, dedicación y apoyo profesional.

Julio Fernando Tejax Elías.

Prólogo

De acuerdo al reglamento del programa de graduación de Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título universitario en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, se llevó a cabo el estudio denominado: “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla”, se llevó a cabo para proponer las posibles soluciones a la problemática en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, por Fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Esta investigación tiene como finalidad ser útil a futuros estudiantes de diferentes universidades del país como fuente de consulta, incluyendo los resultados obtenidos en la investigación y que puedan aplicarse en diferentes áreas de trabajo similares a los que se realizan en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte a dicha solución, tres resultados que son: Se cuenta con una Unidad Ejecutora; Se cuenta con un Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla; Programa de capacitación.

Estos resultados permitirán disminuir el tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.

Presentación

Estudio de tesis titulado, “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla”, fue realizada durante los meses de febrero a diciembre del año dos mil diecinueve, como requisito previo a optar el título universitario de Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Se determinó que el problema central son las fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

En la investigación surgió una propuesta para solucionar el problema, formada por tres resultados que son: a) Se cuenta con una Unidad Ejecutora. b) Se cuenta con un Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla; c) Programa de capacitación.

Índice general

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	01
I.1.	Planteamiento del problema.....	02
I.2.	Hipótesis.....	02
I.3.	Objetivos.....	03
I.3.1	Objetivo general.....	03
I.3.2	Objetivo específico.....	03
I.4.	Justificación.....	03
I.5.	Metodología.....	04
I.5.1	Métodos.....	04
I.5.1	Técnicas.....	06
II.	MARCO TEÓRICO.....	08
II.1.	Aspectos doctrinarios.....	08
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	69
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
IV.1	Conclusiones.....	76
IV.2	Recomendaciones.....	77
	Bibliografía	
	Anexos	

Índice de cuadros

No.	Contenido	Página
1	Existencia de pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.....	70
2	Pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio se reducen proporcionando mantenimiento a las mismas.....	71
3	Plan de mantenimiento preventivo se reduce la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio.....	72
4	Las fallas en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, son frecuentes.....	73
5	El reducimiento de la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, se debe de capacitar al personal.....	74
6	Falta de un Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.....	75

Índice de figuras

No.	Contenido	Página
1	Caña de azúcar.....	16
2	Tallo de Caña de Azúcar.....	16
3	Características de la caña de buena calidad.....	20
4	Etapas del Proceso de Extracción de Jugo de Caña.....	22
5	Pantalla de interface sistema de control molienda de caña.....	26
6	Torre de sulfitación.....	29
7	Clarificador de jugo.....	30
8	Evolución del mantenimiento.....	37
9	Pirámide de Bird.....	49
10	Condiciones de trabajo que interactúa en la ergonomía.....	55
11	Conceptos principales de la técnica 5'S.....	59

Índice de gráficas

No.	Contenido	Página
1	Existencia de pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.....	70
2	Pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio se reducen proporcionando mantenimiento a las mismas.....	71
3	Plan de mantenimiento preventivo se reduce la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio.....	72
4	Las fallas en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, son frecuentes.....	73
5	El reducimiento de la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, se debe de capacitar al personal.....	74
6	Falta de un Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.....	75

Índice de fotografías

No.	Contenido	Página
1	Lavado de caña en mesa recibidora.....	21
2	Vista panorámica de molinos tándem A.....	24
3	Caldera acuotubular para bagazo de caña.....	28

Índice de tablas

No.	Contenido	Página
1	Asociación de Ingenios azucareros de Guatemala (ASAZGUA).....	10
2	Composición química de la caña de azúcar.....	18
3	Ventajas del mantenimiento preventivo.....	42
4	Niveles mínimo de iluminación para sitios de trabajos.....	52
5	Técnicas de seguridad utilizadas para la prevención de accidentes...	56

I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se elaboró como uno de los requisitos establecidos por la Universidad Rural de Guatemala, previo a obtener el título universitario en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, que es llevar a cabo una investigación, por lo tanto, se optó el estudio de “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla”.

El estudio identifica la problemática existente, la cual consiste en Fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

El estudio fue realizado durante los meses de febrero a diciembre del año dos mil diecinueve.

Al terminar el trabajo de graduación, se comprobó la hipótesis: “La pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años., por fallas frecuentes en maquinaria, es debido a la falta de Plan de mantenimiento preventivo”. El informe final de graduación o tesis está integrado de la siguiente forma: Prólogo y Presentación, además los siguientes capítulos:

I: Compuesto por: Introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y objetivos específicos, justificación, metodología conformada por métodos y técnicas tanto para la formulación como para la comprobación de la hipótesis.

II: Compuesto por: Marco teórico, que comprende aspectos conceptuales formados por aspectos doctrinarios y legales.

III: Compuesto por: Comprobación de la hipótesis. Formado por cuadros y gráficas de los resultados obtenidos de las encuestas relacionados a la variable dependiente “Y” e independiente “X” con su respectivo análisis.

IV: Compuesto por: Conclusiones y recomendaciones, luego bibliografía y anexos principales.

La propuesta la conforman tres resultados que son los siguientes:

Resultado uno: Se cuenta con una Unidad Ejecutora. Resultado dos: Se cuenta con un Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla. Resultado tres: Programa de capacitación. Los tres resultados juntos forman la propuesta para proporcionar una solución integral al problema.

I.1. Planteamiento del problema

Para el año 2019 se ha logrado determinar que siempre existirá pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.

El problema principal de la investigación son las fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla. El efecto son las pérdidas de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en los últimos cinco años, y su causa principal es la falta de Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Al resolver el problema con esta propuesta, los trabajadores del Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, estarán más seguros al realizar su trabajo y regresar a casa sin ningún tipo de lesión.

I.2. Hipótesis

A través del Método del Marco Lógico, se elaboró el árbol de problemas, y se determinó la Variable Dependiente: Pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años. Además, la Variable Independiente:

Falta de Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Con estas variables se elaboró la hipótesis es la siguiente: “La pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años., por fallas frecuentes en maquinaria, es debido a la falta de Plan de mantenimiento preventivo”.

I.3. Objetivos

Con la finalidad de poder darle una solución a la problemática estudiada y contribuir a la solución de los problemas encontrados, se trazaron los siguientes objetivos:

I.3.1. Objetivo general

Reducir la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

I.3.2. Objetivo específico

Evitar las fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

I.4. Justificación

El desarrollo de la presente investigación y estudio que se realizó refleja la necesidad de implementar medidas para reducir las Pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, ante la falta de un Manual de plan de mantenimiento preventivo en el área de extracción de jugo, ingenio Pantaleón.

La investigación se realizó basada en fuentes de información primaria que ofrecen datos fidedignos; así mismo de otras fuentes constituyentes, el trabajo de campo que se desarrolló con las personas que se encuentran dentro de Ingenio Pantaleón,

Siquinalá, Escuintla, sin dejar de tomar en cuenta la documentación existente sobre el tema.

La razón por la cual se realizó la investigación es porque en los últimos 5 años han existido pérdidas financieras, por la falta de un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar.

Como aproximación y solución del problema expuesto, se hace necesario realizar un “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla”.

Si se aplica la propuesta se evitará las fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar. Por lo contrario, si no se aplica la propuesta continuará las fallas en las maquinas, ya que no hay un plan de mantenimiento preventivo.

I.5. Metodología

Según Pérez (2008): “La metodología es una pieza esencial de toda investigación (método científico) que sigue a la propedéutica ya que permite sistematizar los procedimientos y técnicas que se requieren para concretar el desafío”.

Para poder comprobar la hipótesis planteada se elaboró la siguiente metodología:

I.5.1. Métodos

Se dividen en utilizados para la formulación de la hipótesis y para la comprobación de la hipótesis.

La metodología utilizada para la elaboración de la hipótesis y su comprobación se compone de métodos y técnicas.

I.5.1.1. Métodos utilizados en la formulación de la hipótesis

Los métodos utilizados en la formulación de la hipótesis fueron: El Método Deductivo y el Método del Marco Lógico.

a) Método Deductivo

Este se utilizó para identificar la problemática, que inicia con la observación de fenómenos naturales y de esta manera definir la investigación planteada, por lo que fue necesario visitar Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

b) Método del Marco Lógico o la Estructura Lógica

Es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas.

El Método del Marco Lógico o la Estructura Lógica, sirvió para la estructura y elaboración de los árboles de problemas y objetivos, para establecer los resultados deseados y esperados dentro de la investigación, así mismo para fijar y establecer los insumos y tiempos por cada resultado. También para comprobar la hipótesis.

I.5.1.2. Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

Los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis fueron los siguientes: Inductivo, de Síntesis y Estadístico.

a) Método Inductivo

Se estudian los fenómenos particulares, que darán soluciones generales.

Con este método se obtuvieron los resultados de la problemática, se utilizó para realizar encuestas y para diseñar conclusiones, de esta forma poder llegar a la hipótesis planteada.

b) Método de Síntesis

Una vez interpretada la información, se utilizó la síntesis para obtener conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; la que sirvió para hacer congruente la totalidad de la investigación.

c) Método Estadístico

Con este método se determinaron los parámetros necesarios, que ayudaron a la comprobación de la hipótesis.

Haciendo uso de este método, se tabularon los resultados de la encuesta, en los cuadros y gráficas, para comprobar la variable “Y” y la variable “X”, así mismo para comprobar el problema.

I.5.2. Técnicas

Las técnicas empleadas en la formulación y comprobación de la hipótesis fueron las siguientes:

I.5.2.1. Técnicas de investigación para la formulación de hipótesis

Las técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis, son las herramientas que se detallan a continuación:

a) Lluvia de Ideas

Se utilizó esta técnica para recopilar ideas de la problemática de todos los colaboradores de Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

b) Observación Directa

Por medio de esta técnica se observa el problema directo que se encontraba en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, y se recolectó dicha información.

c) Investigación Documental

Se utilizó, con el fin de no duplicar documentos, así mismo para obtener aportes y puntos de vista de otros investigadores sobre la problemática

I.5.2.2. Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis se aplicaron las siguientes herramientas:

a) Cuestionario

Se elaboró un cuestionario para investigar el efecto (variable dependiente “Y”) y otro cuestionario para investigar la causa (variable independiente “X”), y para el problema, se distribuyó el mismo a la muestra.

b) Encuesta

Para la encuesta se diseñaron boletas de investigación, para comprobar la variable dependiente “Y” (efecto) e independiente “X” (causa) de la hipótesis, esto fue realizado con el mismo personal que trabaja dentro de Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

c) Análisis

Esta técnica se aplicó al interpretar los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, “Y” y “X”, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis.

II. MARCO TEÓRICO

El marco teórico está compuesto por los siguientes temas: Historia de la industria azucarera de Guatemala, Caña de Azúcar, Extracción de jugo de caña, Tipos de mantenimiento, Fundamentos y Gestión de mantenimiento Preventivo, Seguridad industrial, Legislación nacional y Legislación internacional.

II.1. Historia de la industria azucarera de Guatemala

La caña de azúcar comenzó a cultivarse en Guatemala, en el año de 1536 sobre todo en la región de lo que actualmente es Amatitlán que era una de las principales áreas de producción, luego de la conquista de los españoles, en 1587 existía un considerable número de trapiches en el valle de Guatemala y en el valle de Salamá

Según (Sunún, 2017, p. 1), durante el siglo XVI, por lo que el ayuntamiento de Santiago de los caballeros de Guatemala, consideró oportuno promulgar las ordenanzas del gremio de hacedores de azúcar y establecer el puesto de vendedor de trapiches quien tendría a su cargo velar por la fijación del precio máximo, las medidas del cubo de azúcar y el valor de los jornales

En el Siglo XVIII, muchas de las familias que con el tiempo asumieron buena posición en la época colonial empezaron a hacerse de terrenos para el cultivo de la caña, principalmente en San Andrés Cuilco y Colotenango en Huehuetenango, San Agustín Acasaguastlán y Guastatoya, en el Progreso, transformándolos con el paso del tiempo en los ingenios productores que hoy se conoce.

Según Sunún, (2017), En Guatemala, el primer consorcio azucarero se estableció en 1932 formado por los ingenios Pantaleón, Concepción, el Baúl, el Salto, Mirandilla, San Diego, Santa Teresa, los Cerritos, Santa Cecilia, Mauricio, Palo Gordo y Tzululá, Para esos años, este consorcio llegó a producir una media de 500,000 quintales anuales de azúcar, Además, se efectuaban exportaciones de panela y azúcar en amarillo a mercados de Estados Unidos y Europa. Este consorcio dejó de existir en el año 1947 (p. 1).

Así como también busca desarrollar políticas, programas y proyectos en este sector, altamente competitivo, sobre todo tomando en cuenta que la agroindustria azucarera carece de apoyo del estado como sucede en otros países productores.

Esta entidad se formó por la necesidad de brindar lineamientos estratégicos que permitan incrementar la producción de los cultivos, por medio de la tecnificación, la investigación en nuevas áreas de desarrollo y proyectos que incrementen la capacidad de los sistemas de producción, la distribución, la comercialización del producto y de los sistemas de embarque;

Así como la formación del recurso humano del campo y de la fábrica a través de programas que permitan obtener mano de obra calificada y mejorar las condiciones de vida de los trabajadores de la industria azucarera, que tenían antes de la formación de dicha asociación.

También, busca coordinar a todas las organizaciones de la agroindustria azucarera a través de los principios de responsabilidad social empresarial que permitan el crecimiento integral de sus colaboradores, de las empresas y de la comunidad.

Según (Sunún, 2017, p. 2), En la primera mitad de la década de los años 60, Estados Unidos reasignó la cuota preferencial para importar azúcar, quitándole a Cuba su cuota y otorgándoles una cuota global a los países centroamericanos.

Fue así como la industria guatemalteca se introdujo a la exportación formal de azúcar, haciendo sus primeros embarques en 1963, el hecho de haber tenido una cuota global, les permitió a los ingenios formar un grupo para efectuar sus embarques (Vila, 2003, p. 2).

La Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA) se fundó el 10 de junio de 1957 siendo una entidad autónoma, apolítica y no lucrativa, integrada por los productores de azúcar de la República que deseen pertenecer a la misma promoviendo la unidad, crecimiento y desarrollo de los ingenios asociados y las entidades gremiales (Sunún, 2017, p. 3).

Tabla 1

Asociación de Ingenios azucareros de Guatemala (ASAZGUA)

A	Ingenio Pantaleón y Concepción
B	Ingenio Palo Gordo.
C	Ingenio Madre Tierra.
D	Ingenio Trinidad - Corporación San Diego
E	Ingenio Santa Teresa
F	Ingenio la Sonrisa
G	Ingenio La Unión
H	Ingenio Santa Ana
I	Ingenio Magdalena
J	Ingenio el Pilar.
K	Ingenio Tzulá

Fuente: de investigación Sunún (2017).

En estos últimos años, la producción azucarera de Guatemala ha tomado más importancia, debido a que en las cosechas recientes se han alcanzado niveles récord de producción, ocupando en el último año el tercer lugar como exportador más grande de Latinoamérica y el Caribe, y el sexto en importancia a nivel mundial.

Este hecho representa significativos beneficios económicos para el país, sobre todo, por la generación de divisas y por el empleo que la industria azucarera provee.

La agroindustria azucarera se ha convertido en una de las principales fuentes de

divisas para el país y generadora de abundantes empleos en la Economía Guatemalteca.

Sus doce ingenios y las cinco organizaciones que la integran contribuyen decisivamente al desarrollo de medio centenar de municipios del país y de más de un millón de personas, con lo que se constituye en un factor determinante para el progreso de Guatemala (Sunún, 2017, p. 3)

II.1.1. Historia de los principales ingenios azucareros de Guatemala

Para hablar sobre la historia de los principales ingenios azucareros de Guatemala, es necesario remontarse casi dos siglos atrás en la economía guatemalteca, ya que, según los documentos encontrados, el primer ingenio constituido como tal, surge a mediados del Siglo XIX, de lo que hasta entonces fueran terrenos dedicados a la crianza de ganado pasando a ser una finca productora de caña de azúcar y establecerse como ingenio propiamente dicho a finales del tercer cuarto de dicho siglo.

Para mediados del siglo XX la industria azucarera se concentraba geográficamente en el 'cordón cañero' en los departamentos de Escuintla (80.12%), Suchitepéquez (14%), Retalhuleu (3.44%) y Guatemala (2.44%), (Sunún, 2017, p. 2).

De los 11 ingenios que existían, los de mayor capacidad de producción eran: Pantaleón, Concepción, El Baúl, El Salto y Palo Gordo; los más pequeños eran San Antonio Tzululá, Mirandilla, Santa Cecilia, Santa Teresa, Mauricio y San Diego.

II.1.2. Principales ingenios

II.1.2.1. Ingenio Pantaleón

Inició operaciones en 1849, dejando de ser una finca ganadera para convertirse en una finca de caña de azúcar y productora de panela, para finalmente ser un ingenio azucarero.

II.1.2.2. Ingenio Palo Gordo

Es una hacienda de diecisiete caballerías ubicada en el kilómetro 142.5 de la Carretera al Pacífico, cerca del municipio de San Antonio Suchitepéquez, departamento de Suchitepéquez, fue adquirida en 1929 por la entidad Central American Plantations Corporation (CAPCO).

Inició operaciones en 1930, contando las instalaciones del ingenio con una capacidad de moler mil toneladas diarias de caña de azúcar. Fue adquirido por el Estado de Guatemala y estuvo bajo administración del departamento de Fincas Rústicas Nacionales e Intervenidas (Sunún, 2017, p. 6).

II.1.2.3. Ingenio Magdalena

Se encuentra ubicado en el kilómetro 99.5 carretera al Parcelamiento los Ángeles interiores las Baganvilias, municipio de la Democracia, departamento de Escuintla, Guatemala, en donde inicialmente se dedicaba a la producción de mieles como materia prima para fabricación de licor.

Según menciona, (Sunún, 2017, p. 7), A comienzos de los años 80 se produce un cambio de administración, con lo cual se inicia en la producción de azúcar, con la adquisición de molinos, en los años 90 se innovan los sistemas de corte, alojamiento de cortadores, sistemas de transporte completando la instalación de molinos, comenzando con la inversión en un programa de cogeneración de energía.

II.1.2.4. Ingenio La Unión

El Ingenio La Unión comenzó operaciones el 20 de enero de 1970 en la Finca Belén, situada en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla y en su primera zafra produjo 160 mil quintales de azúcar.

A comienzos de los años 90, cuando existía un déficit en la producción de energía eléctrica en el país y acababa de promulgarse una ley que permitía a empresas privadas participar en la generación de electricidad, para lo cual debido al potencial

de este nuevo negocio firman un contrato con la Empresa Eléctrica de Guatemala para la venta de energía eléctrica y se empezó de esta forma a cogenerar, usando como combustible el bagazo de la caña de azúcar Según (Sunún, 2017, p. 8)

II.1.3. Importancia de la caña de azúcar en Guatemala y su distribución geográfica

II.1.3.1. Importancia

La importancia de la agroindustria azucarera en el sector económico y laboral la ha convertido en una de las principales fuentes de ingreso y aporte para el país, esto en la actualidad motivó a los productores a buscar el desarrollo en las áreas de tecnificación, investigación de nuevas clases de caña con mayor capacidad de producción y la inversión en nuevas tecnologías.

La caña de azúcar, juega un papel relevante en la economía nacional, en donde se cuenta con un área sembrada de 250,000 hectáreas.

La agroindustria contribuye sustancialmente dentro de la economía del país.

Por medio de exportaciones de azúcar según zafra 2012 - 2013 represento el 10.25% del PIB de las exportaciones totales del país; 20.80% de las exportaciones agrícolas y generó US\$ 493 millones de divisas, las cuales son la base para el intercambio económico del país que incluyen alimentos, contribuyendo a las seguridades alimentarias.

Así mismo, es una fuente importante de la generación de 75,000 empleos directos y 350,000 indirectos.

El impacto social de la Agroindustria Azucarera se refleja en el nivel de desarrollo regional, principalmente del departamento de Escuintla, el cual lo posiciona como el tercer departamento con mejores indicadores de desarrollo en Guatemala (mejores condiciones de vida, menores índices de pobreza y de desnutrición) (Melgar, 2012, p. 22).

II.1.4. Información biofísica de la zona cañera

De acuerdo a (Villatoro y Pérez 2012, p. 34), la caña de azúcar presenta la siguiente descripción geográfica: Ubicación, Fisiografía y relieve, Suelos. Hidrología y clima

II.1.4.1. Ubicación

La zona cañera de la costa sur de Guatemala se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas 91° 50' 00''- 90° 10' 00' Longitud Oeste y 14° 33' 00'- 13° 50' 00' Latitud Norte. Geopolíticamente está localizada en los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa y actualmente se está expandiendo hacia el departamento de Jutiapa (Villatoro y Pérez 2012, p. 34).

II.1.4.2. Fisiografía y relieve

La zona cañera de la costa sur de Guatemala se localiza en la región fisiográfica; paisaje natural de planicie de pie de monte y forma un plano inclinado, que se inicia con pendientes de 7 a 25 por ciento cerca de la cadena montañosa, con relieve ondulado o de lomerío y va descendiendo suavemente hacia la costa del pacifico con relieve plano.

II.1.4.3. Suelos

En la región existen seis órdenes de suelos, nueve subórdenes, 13 grandes grupos, 25 subgrupos y 37 familias.

En orden de importancia por el área que ocupan los órdenes de suelos son: Mollisoles, Andisoles, Entisoles, Inceptisoles, Alfisoles y Vertisoles.

II.1.4.4. Hidrología

Dada su posición en la costa sur de Guatemala, la zona cañera se encuentra localizada en las cuencas de los ríos: Ocosito, Salamá, Sis-Icán, Nahualate, Madre Vieja, Coyolate, Acomé, Achiguate, María Linda, Paso Hondo, Los Esclavos y la Paz; las cuales se originan en la parte alta de la zona y desembocan en el océano

pacífico (Villatoro y Pérez 2012, p. 35).

II.1.4.5. Clima

La zona cañera de Guatemala se ha dividido en cuatro estratos, con base en su posición altitudinal expresada en metros sobre el nivel del mar (msnm).

El estrato alto está localizado en zona superior a los 300 msnm; el estrato medio entre 100 y 300 msnm; el estrato bajo entre 40 y 100 msnm y el estrato litoral se localiza entre 0 y 40 msnm.

II.2. La Caña de Azúcar

Su nombre común es Caña de Azúcar y el nombre científico es *Sacharum officinarum*. En un principio se pensó que la caña de azúcar procedía de la India, pero probablemente venga de Nueva Guinea, donde hace mucho tiempo ya se utilizaba como planta de adorno en los jardines. También se cortaba y masticaba por su sabor agradable (Toro, 1983, p.54).

La caña de azúcar pertenece a la familia de las gramíneas. Las gramíneas son plantas monocotiledóneas que tienen tallos cilíndricos interrumpidos de trecho por nudos, hojas alternas que abrazan el tallo.

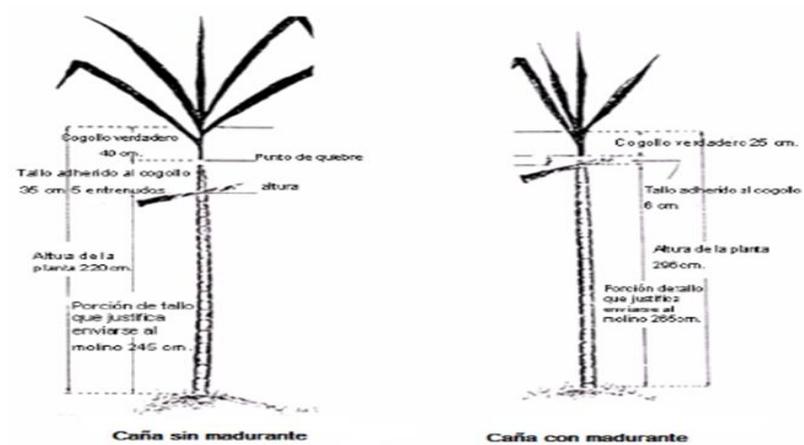
Es una vigorosa planta perenne de crecimiento rápido que alcanza de tres a seis metros de altura y unos siete centímetros de diámetro.

El cultivo de la caña de azúcar muestra un incremento diario en el área cultivada por ser una agroindustria de gran importancia en el país.

La caña de azúcar contiene entre 8 y 15% de sacarosa. La caña se somete a un proceso de molienda de donde se obtiene el jugo de la caña, el cual se concentra y cristaliza al evaporarse el agua por calentamiento, dependiendo del tratamiento químico al que es sometido, los cristales formados pueden ser: azúcar crudo, blanco directo o refinado (Rein, 2012).

Figura 1

Caña de azúcar

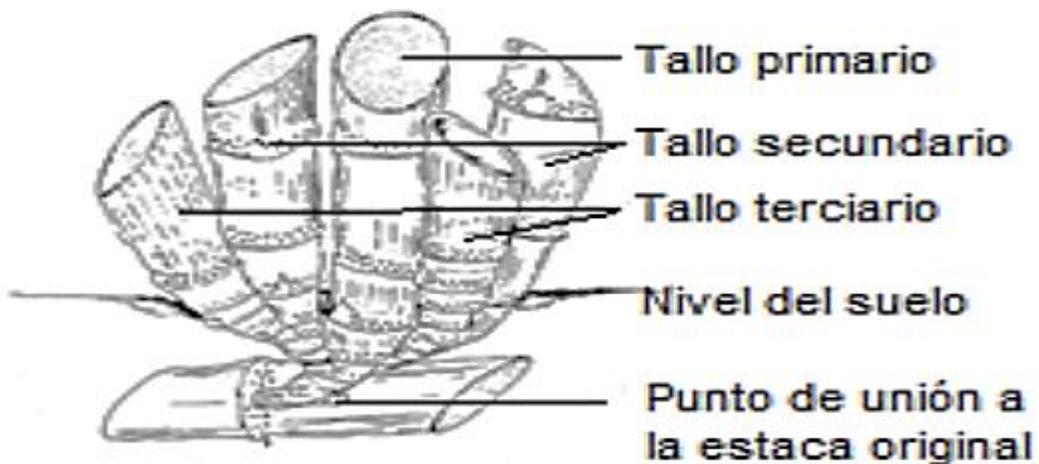


Fuente: Chávez (1981).

Los tallos son nudosos, como los de toda caña y salen cepas robustas subterráneas formando ases.

Figura 2

Tallo de Caña de Azúcar



Fuente: Humbert, (1974).

Todo el tallo posee una corteza dura y fibrosa que envuelve en la parte interior una médula esponjosa y dulce rica en sacarosa.

La caña de azúcar es una planta vegetal conocida como gramínea tropical perenne con tallos gruesos y fibrosos donde se obtiene un jugo de su tronco, una vez cosechada la caña extraemos la sacarosa conocida como guarapo, que al ser evaporizado logramos la miel de caña, la caña de azúcar su tallo está formado por pequeños trozos duros pero flexibles, almacena energía en forma de sacarosa disuelta en la savia, posee de 2 a 5 metros de altura con 5 o 6 cm de grosor.

Esta planta necesita para su desarrollo un clima cálido con temperaturas no inferior a los 20 ° C. Su rendimiento en sacarosa es mayor a medida que aumenta la temperatura, en las zonas donde se cosecha, también se masca la caña fresca, por su jugo.

Un cultivo comercial de caña de azúcar, que se pretende aprovechar durante varios años, con buen desarrollo y buenos rendimientos, requiere de un manejo adecuado, el cual inicia con una buena preparación de suelos.

Dentro de las labores para una buena preparación de suelos se recomienda el paso de subsolador a 50 cm de profundidad para romper estratos o capas compactas del suelo, situadas por debajo del nivel de corte del arado y para que la planta desarrolle un sistema radicular más profundo, y más extenso que ayude a un mejor desarrollo y producción (Melgar y Orosco, 2012, p. 107).

II.2.1. Composición de la Caña de azúcar

El tronco de la caña de azúcar está compuesto por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida, el jugo, que contiene agua y sacarosa, en ambas partes también se encuentran otras sustancias en cantidades muy pequeñas.

Las proporciones de los componentes varían de acuerdo con la variedad (familia) de la caña, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos.

La composición de la caña de azúcar varía de acuerdo a factores de cultivo y variedades. Por lo general el agua representa entre 73 y 76%. Los sólidos totales

solubles (Brix, % caña) varían entre 10 y 16%, y la fibra (% de caña) oscila entre 11 y 16%. Entre los azúcares más sencillos se encuentran la glucosa y la fructosa (azúcares reductores), que existen en el jugo de cañas maduras en una concentración entre 1 y 5 %.

Tabla 2

Composición química de la caña de azúcar

Componentes	Cantidad %	Componentes	Cantidad %
Fibra	10.00	Agua	74.50
Azucares		Total de azúcares	14.00
Sacarosa	12.50	Cenizas	0.50
Glucosa	0.90	Compuestos nitrogenados	0.40
Fructosa	0.60	Ácidos y grasas	0.60

Fuente: de elaboración Chen, (1991)

II.2.2. Usos de la Caña de azúcar

Según Ruiz y Subiros, (2000), consideran que la caña de azúcar se utiliza preferentemente para la producción de Azúcar, adicionalmente se puede utilizar como fuente de materias primas para una amplia gama de derivados, algunos de los cuales constituyen alternativas de sustitución de otros productos con impacto ecológico adverso, cemento, papel obtenido a partir de pulpa de madera, y otros (p.78).

Los residuales y subproductos de esta industria, especialmente los mostos de las destilerías contienen una gran cantidad de nutrientes orgánicos e inorgánicos que permiten su reciclaje en forma de abono, alimento animal. En este sentido es importante señalar el empleo de la cachaza como fertilizante, las mieles finales y los jugos del proceso de producción de azúcar pueden emplearse para la producción de alcohol, lo que permite disponer de un combustible líquido de forma renovable y la incorporación de los derivados tradicionales (tableros aglomerados, papel y cartón, cultivos alternativos para alimento animal y mieles finales).

Una pequeña parte la producción de Caña de Azúcar tiene fines de producción de piloncillo, el cual se obtiene de la concentración y evaporación libre del jugo de la

caña, también es conocido como panela (Ruiz y Subiros, 2000, p.80).

Las partes básicas de la estructura de la planta, que determinan su forma son: la raíz, el tallo, las hojas y la flor, siendo el tallo una de las principales partes ya que es donde se almacenan los azúcares. (Hernández, 2014, p. 6)

Para crecer, la caña de azúcar requiere un mínimo de temperaturas de 14 a 16 °C. La temperatura óptima de crecimiento se sitúa alrededor de los 30 °C, con humedad relativa alta y buen aporte de agua. Se adapta casi a todos los tipos de suelo, vegetando mejor y dando más azúcar en los ligeros.

Para Hernández, (2014), La caña de azúcar está constituida por jugo y fibra. La fibra es la parte insoluble en agua y está formada principalmente por celulosa, la cual, a su vez está constituida por azúcares sencillos como glucosa (dextrosa), (p. 6).

El contenido porcentual de sólidos (sacarosa, azúcares reductores y otros constituyentes) solubles en agua se denominan comúnmente Brix. La razón porcentual entre la sacarosa en el jugo y el Brix se conoce como pureza del jugo.

El contenido aparente de sacarosa, expresado como un porcentaje en peso y determinado mediante un método polarimétrico, se denomina “pol”. Los sólidos solubles diferentes de la sacarosa, que incluyen los azúcares reductores como glucosa y otras sustancias orgánicas e inorgánicas resultan de la diferencia entre el brix y el pol

II.2.3. Características básicas

Para (Hernández, 2014, p. 8), Son aquellos caracteres distintivos o notables que se consideran fundamentales como básicos son los siguientes:

- a. Altos tonelajes de caña por unidad de superficie.
- b. Resistencia a plagas y enfermedades de importancia económica.
- c. Amplio rango de adaptación a diferentes agro ecosistemas
- d. Jugos con alto contenido de sacarosa, fáciles de clarificar y que den panela de

buena calidad (Grados Brix).

e. Alto porcentaje de extracción de jugos en el molino (% de extracción).

II.2.4. Características secundarias

Según (Hernández, 2014, p. 9) que las características secundarias Son aquellos caracteres que, sin ser relevantes, se consideran complementarios.

a. Baja o nula floración (% de floración).

b. Resistencia a sequía (desarrollo vegetativo).

c. Eficiencia en el corte, alce manual y transporte (rendimiento en el corte, alce y transporte).

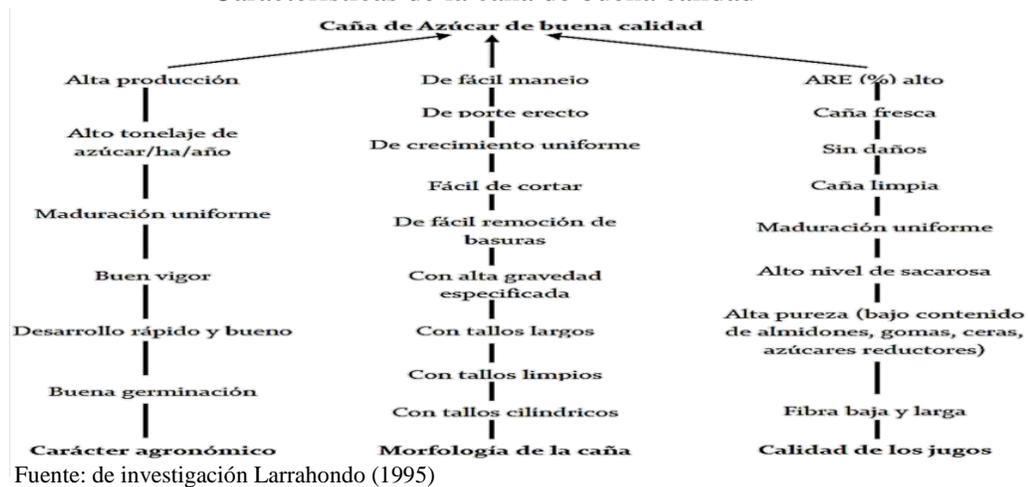
d. Resistencia a la inversión de sacarosa después del corte (% de azúcares reductores).

II.2.5. Calidad de la caña

La calidad de la caña de azúcar se reconoce en el momento de la molienda por la cantidad de azúcar recuperable que se obtiene por tonelada de caña molida, lo cual depende de características como: alto contenido de sacarosa, bajo contenido de materiales extraños y bajos niveles de fibra.

Figura 3

Características de la caña de buena calidad



En Guatemala el método de digestor de caña para determinar la calidad de la caña de azúcar es un método alternativo que se quiere evaluar para poderlo introducir como una herramienta de control de calidad en los laboratorios de los ingenios, además el creciente uso de los sistemas de gestión ha producido un aumento de la necesidad de asegurar que los laboratorios que forman parte de organizaciones o que ofrecen otros servicios, puedan funcionar de acuerdo con un sistema de gestión de calidad.

II.3. Extracción de jugo de caña

La extracción de jugo de caña en la industria azucarera consta de diversas etapas y se mencionan a continuación. (Chen, 1991)

II.3.1. Peso de caña

Según (Chen, 1991) menciona que el pesaje se efectúa en grandes básculas de plataforma, junto con el medio de transporte en la que se recepción en el ingenio (camión, remolque o carretas). Normalmente en la industria azucarera del país el exceso de caña se saca mediante grúas.

II.3.2. Mesa alimentadora

Mesa de la recepción de caña que viene a campo, esta recepción se hace con ayuda de la grúa hilo, en esta mesa se tiene tuberías donde cae agua para iniciar el lavado de la caña.

Fotografía 1

Lavado de caña en mesa recibidora



Fuente: De Investigación Ingenio Pantaleón 2018

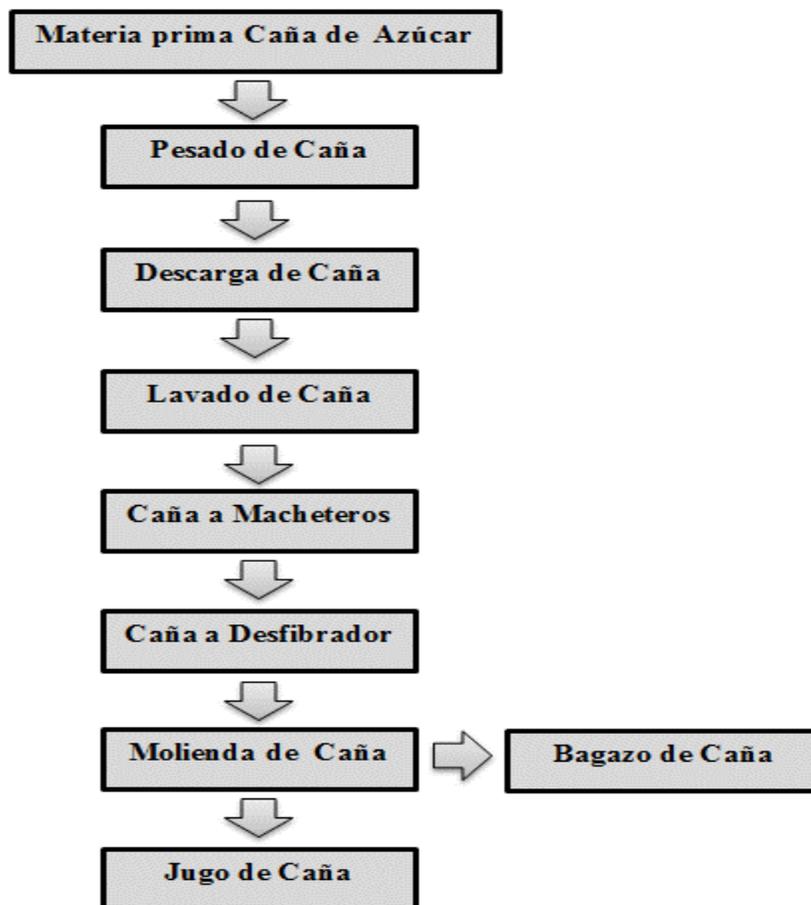
II.3.3. Dispositivos de descarga

En los ingenios modernos usan descargadores mecánicos, las grandes grúas de pluma que cubren un radio de 30,5 metros para apilar la caña dan caña al ingenio todo el día. Esta misma pluma levanta la caña de las pilas y la deposita directamente en el transportador,

Los camiones se posesionan a lado de la mesa y la grúa hilo con su brazo mecánico sujeta la plataforma del camión y con la otra parte del brazo levanta un lado del camión y lo voltea la caña hacia la mesa (Chen 1991).

Figura 4

Etapas del Proceso de Extracción de Jugo de Caña



Fuente de elaboración propia (2018)

II.3.4. Equipos para la limpieza de la caña

El proceso de limpieza de la caña forma parte del equipo transportador, o constituye un proceso auxiliar del mismo, y es necesario en aquellas regiones donde predominan los métodos mecánicos de recolección de caña.

En algunas empresas azucareras se utiliza mesas alimentadoras con una inclinación de 45° donde se les agrega agua caliente proveniente de la condensación del proceso de elaboración de azúcar, para eliminar las cenizas, piedras, pajas, tierra.

Esta agua de lavado se retorna al campo. Una limpieza minuciosa de la caña da por resultado un menor desgaste del equipo de molienda y del sistema de bombeo de jugo y permite que el ingenio opere a plena capacidad. Reduce al mínimo las pérdidas de sacarosa en la cachaza.

II.3.4.1. Limpieza en seco

Es más eficiente en la ganancia de azúcar con respecto a la limpieza con agua o húmeda es de 5,3%. Consta de una mesa alimentadora inclina con 45° la cual es perforada donde cae la tierra y cenizas, también en algunos casos es necesario utilizar ventiladores para sacar la ceniza y la tierra.

Para (Chen, 1991) la mesa alimentadora utiliza rodillos para transportar la caña, debajo de estos se encuentran las fajas transportadoras que separan la tierra, cenizas y piedras.

II.3.5. Preparación de caña a molienda

La caña antes de la molienda se prepara en dos partes: el rompimiento de las estructuras duras y las células, y la verdadera molienda de la caña esta preparación se da mediante cuchillas giratorias, que cortan la caña en trozos, pero no extraen el jugo.

Fotografía 2

Vista panorámica de molinos tándem A



Fuente: De Investigación Ingenio Pantaleón 2018

Se utilizan desfibradoras que reducen la caña a tiras, acá no se extrae el jugo la aplicación de desmenuzadoras que quiebran y aplastan la caña y extraen una gran parte de jugo. Mediante combinaciones de algunos de los dos métodos mencionados anteriormente.

II.3.6. Cuchillas corta cañas giratorias

Según (Chen, 1991) menciona que se utilizan cuchillas en pares que giran a velocidades que oscilan entre 450 y 750 RPM. Actualmente se han patentado varios diseños de cuchillas que han sido desarrollados en el transcurso de los años y facilitan la sustitución y el afilado, además de reducir la ruptura de las hojas también se utilizan hojas de filo curvo, se indica que varios informes determinan que la potencia requerida para operar un juego de cuchillas varía entre 1 a 2 caballos de fuerza por tonelada de caña por hora.

Se aceptan generalmente que la velocidad óptima de rotación de cuchillas oscila entre los 500 y 600rpm. Algunos autores recomiendan 500rpm para el primer juego de cuchillas y 600rpm para el segundo juego de cuchillas.

II.3.7. Desfibradores

La función del desfibrador es desgarrar los pedazos de caña provenientes de las cuchillas convirtiéndolos en tiras sin extraer jugo alguno. Los desfibradores modernos son del tipo martillo oscilante (1200rpm).

En la mayoría de las industrias azucareras, las desfibradoras proceden a la desmenuzadora o trituradora, no es capaz de manejar tallos grandes o enteros, pero en una serie las cuchillas han cortado la caña en astillas, la desfibradora puede sustituir a la desmenuzadora.

La caña presenta la apariencia esponjosa, tiene una densidad de 40% mayor que la caña suelta y entera, debido a la ausencia de espacios vacíos, esto permite una alimentación más uniforme de los molinos.

II.3.8. Desmenuzadoras o trituradoras

En general las desmenuzadoras se colocan una batería de tres desmenuzadoras, con muescas profundas que desmenuzan o pican la caña, exprimiendo en un 40% a un 70% de jugo. Las cuchillas giratorias, ya descritas, son suplementarias a las desmenuzadoras. Todos los rodillos de desmenuzadora tienen dos tipos de ranuras, en forma de zigzag o en v dispuestos en espiral con una separación de 2 a 3 pulgadas, (Chen 1991).

II.3.9. Maquinaria de molienda

En este tipo de industria es clásica de tres rodillos o mazas, que están dispuestas en forma triangular es la unidad estándar de molienda en la industria azucarera.

Actualmente, se usan de tres a siete juegos de dichas unidades, llamados respectivamente molinos de nueve y veintiún rodillos, si bien los de nueve rodillos se aprecian en los ingenios antiguos o pequeños.

Las combinaciones de quince a dieciocho rodillos son los que predominan mundialmente en la actualidad. Los rodillos tienen de 24 a 36 pulgadas de diámetro

y de 48 a 84 pulgadas de largo. Las dimensiones estándar son incrementos de 6 pulgadas en la longitud y 2 pulgadas en el diámetro.

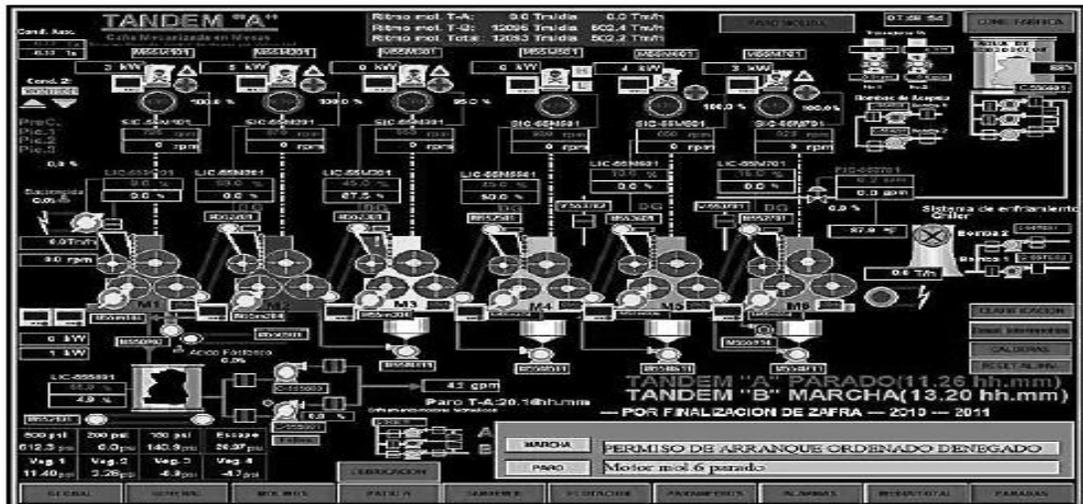
Los molinos son movidos por una motriz individual que puede ser una máquina de vapor, un motor eléctrico o una turbina de vapor. Un tándem de molinos de servicio pesado, con una matriz, barcazas, mecanismos de impulsión, engranajes y otros accesorios constituyen una de las combinaciones de maquinaria más pesada y grandes utilizadas en la industria.

Los molinos que presenta tres rodillos, se les conocen respectivamente como rodillo superior o mayor, rodillo cañero (por donde entra la caña) o de alimentación y rodillo bagacero o de descarga (por donde se descarga la caña molida).

Los dos rodillos inferiores tienen una posición fija: el rodillo superior, controlado por un émbolo hidráulico, puede subir o bajar o flotar, según las variaciones en la alimentación de la caña.

Figura 5

Pantalla de interface sistema de control molienda de caña



Fuente: De Investigación Ingenio Pantaleón 2018

La caña triturada llamada ahora bagazo, es conducida desde la abertura del rodillo superior y el rodillo de descarga por medio de una lámina o placa curva que se le conoce como cuchilla central, la cual esta soportada en una barra de acero maciza.

Según (Chen, 1991), considera que la impulsión mediante turbinas de vapor, introducidas a finales de la década del 40, combinan las mejores características de las máquinas de vapor y las de los motores eléctricos, y casi todos los trapiches nuevos son movidos con esta clase de equipos.

El vapor se utiliza directamente en vez de ser transformado en energía eléctrica.

II.3.10. Coladores de jugo

Son enviados por medio de las bombas que recirculan el jugo mezclado hacia zarandas vibratorias o separadores de túneles con vapor.

II.3.11. Transportadores intermedios de bagazo

Para llevar la caña parcialmente exprimida de un molino al siguiente, se utilizan transportadores intermedios. Quizás el modelo más antiguo sea el transportador de cadena sin fin y tablillas de madera.

Estos transportadores han sido sustituidos por unidades de listones de acero que se traslapan ya que los primeros se ensuciaban demasiado por el deterioro del jugo que era absorbido por las tablillas, los transportadores arrastran el bagazo a lo largo de un canal sólido de acero, lo que evita el derrame de este y la acumulación en los conductores de bagazo.

Una modificación, en el caso de distancias cortas entre los molinos, consiste en instalar un transportador de arrastre o uno de listones de acero tipo horizontal.

II.3.12. Alimentadores de bagazo

Los atascamientos de los molinos son la causa principal de las demoras en las operaciones de molienda.

Para evitar o minimizar los atascamientos se ha generalizado el uso de alimentadores forzados, El alimentador no empuja el bagazo hacia el molino, sino que sólo lo hace accesible a la abertura de los rodillos.

Fotografía 3

Caldera acuotubular para bagazo de caña



Fuente: De Investigación Ingenio Pantaleón 2018

Los rodillos alimentadores, del tipo más común, poseen ranuras o barras longitudinales y suben y bajan con los cambios en el grueso del colchón de caña. También se utilizan rodillos alimentadores de bagazo en los primeros molinos. Los alimentadores de empuje presentan un movimiento recíprocante impulsado por una excéntrica (Chen 1991).

II.3.13. Imbibición

Es el proceso en el que se aplica agua o jugo a un bagazo para aumentar la extracción de jugo en el siguiente molino, la práctica general de la imbibición se conoce como imbibición compuesta, aplicable a trenes de cuatro a más molinos.

Según (Chen, 1991) considera que la imbibición corriente consiste en enviar el jugo proveniente de la desmenuzadora y del primer y segundo molinos al proceso, pero el jugo del segundo molino puede manejarse por separado. La aplicación del agua y jugos tanto a la superficie superior como inferior del colchón de bagazo resulta más efectiva. Se aplica el agua al último molino, el jugo es devuelto al molino anterior y así sucesivamente a cada uno de los molinos.

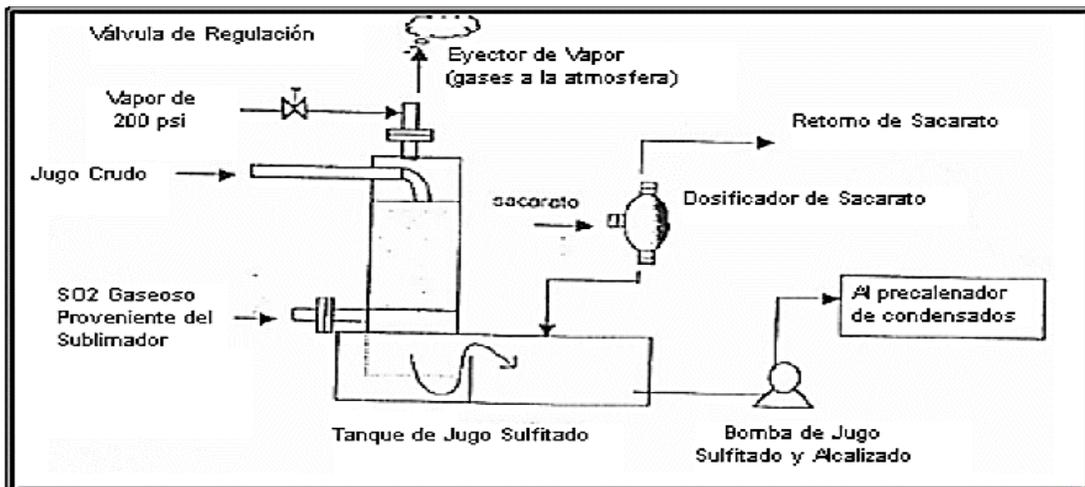
II.3.14. Sulfitación y alcalinización

El jugo proveniente de los molinos contiene lodo, impurezas y agentes colorantes. La primera etapa del tratamiento de jugo consiste en pasar el jugo en contracorriente con dióxido de azufre gaseoso para reducir químicamente agentes colorantes, a esto se llama sulfitación y se lleva a cabo en las torres de sulfitación

Un factor de mucha importancia a controlar es el pH del jugo, una medición de la acidez, debido a que bajo pH o jugo ácido provoca partición de la molécula de sacarosa en azúcares simples que no son cristalizables. Por este motivo, luego que el jugo fue sulfitado, se agrega una solución de jugo y cal para neutralizar la acidez, procedimiento conocido como alcalización.

Figura 6

Torre de sulfitación



Fuente: De Investigación Ingenio Pantaleón 2018

II.3.15. Clarificación del jugo

Luego que se alcalizó el jugo, las reacciones envueltas a partir de este punto, son de mucha importancia porque de ellas dependerá la buena calidad del jugo y del azúcar.

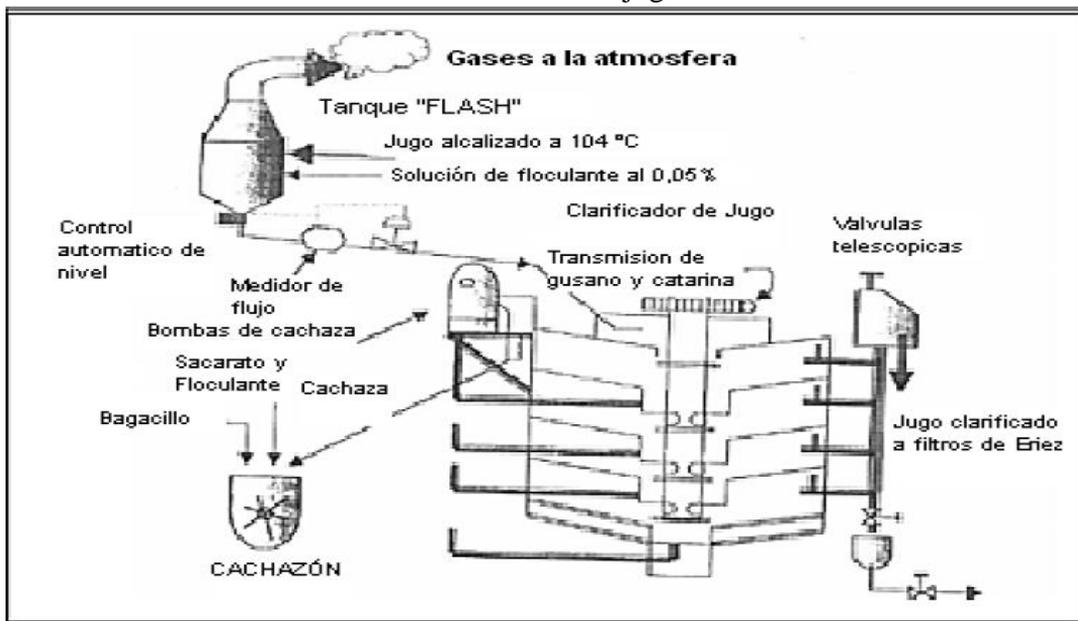
El jugo se calienta en calentadores de placas en 5 etapas de calentamiento, el vapor proviene de los evaporadores, el calcio agregado en forma de cal en conjunto con los

fosfatos e impurezas provenientes con la caña, con las condiciones de temperatura y pH permiten la floculación, que es la aglomeración de partículas finas llamadas floculó, que son partículas de lodo que sedimentan en los clarificadores de jugo.

En estos equipos se separan el jugo limpio sobrenadante llamado jugo claro y los lodos con impurezas que se envían a los filtros de cachaza. El jugo claro es colado en coladores rotatorios y vibratorios para eliminar bagacillo e impedir que afecte la calidad del azúcar.

Figura 7

Clarificador de jugo



Fuente: De Investigación Ingenio Pantaleón 2018

II.4. Tipos de mantenimiento

En el departamento de mantenimiento de un taller de maquinaria se cuenta con un presupuesto, del cual se busca sacar el máximo provecho posible para que el ingenio tenga equipo con alta disponibilidad a precios competitivos, de este modo se busca llegar al punto de poder contar con un nivel mínimo de personal de mantenimiento y gastos de materiales de mantenimiento que sean suficientes para llegar al nivel en el cual se dará una producción y disponibilidad consistentes.

Para Moubray, (2004), el mantenimiento lo define como la disciplina cuya finalidad consiste en mantener las máquinas y el equipo en un estado de operación, lo que incluye servicio, pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción.

Principalmente se basa en el desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento.

Para lograrlo se presentan las siguientes estrategias o tipos de mantenimientos que, si se aplican y combinan de forma correcta, pueden dar grandes resultados dentro del taller de servicios.

II.4.1. Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento solo se realiza cuando la maquinaria en cuestión es incapaz de continuar operando de manera constante y segura para el personal de operación, existen dos tipos de mantenimientos correctivos, los cuales son el no programado y el programado.

Para el mantenimiento correctivo no programado no se cuenta con elemento de planeación; se da al momento de una avería, a la cual se le debe encontrar solución en el momento con el personal y la herramienta disponible para seguir con la operación del equipo, si bien no es lo ideal que ocurra este tipo de eventos, hay ciertas empresas que lo ven como una estrategia: operar una máquina hasta que falle y simplemente cambiar las partes involucradas por nuevas.

Ahora bien, el mantenimiento correctivo programado o planificado se da en los casos en los cuales, por observación del operario o bien de una rutina de inspección de un mantenimiento preventivo, se detecta una avería o pieza defectuosa que debe ser cambiada o reparada.

Según Coronado (2018) considera que aquí se cuenta con la ventaja de que se evita

el deterioro de piezas cercanas que se pudiera haber producido si se ponía en marcha la máquina sin haber solucionado este defecto, también tiene la ventaja de que puede hacerse con el equipo y personal necesario para la reparación, sin la necesidad de soluciones poco eficaces resultantes de no tener previsto un error, al cual se le quiere dar una solución rápida (p. 11).

II.4.2. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo, también conocido como mantenimiento según estado o según condición, surge como respuesta a la necesidad de reducir los costes de los métodos tradicionales correctivo y preventivo de mantenimiento

Este tipo de mantenimiento se empezó a aplicar desde mediados de los ochenta. En la actualidad esta estrategia para la prolongación de la vida útil de la maquinaria se aplica en equipos críticos de plantas o talleres que optimizan al máximo el uso de sus activos (Coronado, 2018, p. 12)

A diferencia del preventivo, este mantenimiento determina el momento exacto en el cual se debe hacer un servicio en la maquinaria, es un conjunto de técnicas de medida y análisis de variables que utilizan diversos instrumentos para obtener el dato más preciso de cualquier fallo potencial en el equipo que se pueda prevenir.

Según (Coronado, 2018, p. 12), Menciona que dentro de sus ventajas más mencionadas son que reduce la cantidad de intervenciones al año en el equipo, reduce el riesgo de deterioro prematuro por una menor intervención humana, reduce el gasto en repuestos y hay un aumento en la seguridad por la reducción de accidentes imprevistos debido a la constante monitorización.

II.4.3. Mantenimiento productivo total

Este tipo de mantenimiento industrial es un sistema japonés que se desarrolló basado en el concepto del mantenimiento preventivo, en este se trata de evitar todo tipo de pérdida durante toda la vida útil del sistema de producción mediante el

involucramiento de todos los departamentos y de todo el personal, sin importar su rango, desde los operadores hasta la gerencia, en un taller ideal la maquinaria debe operar al cien por ciento de su capacidad el cien por ciento del tiempo.

El mantenimiento productivo total es un concepto que se acerca al ideal en el cual no hay averías, defectos ni problemas de seguridad. Esta estrategia incrementa los conocimientos del personal operativo y de mantenimiento, de tal forma que cooperen entre sí para lograr los objetivos planteados (Coronado, 2018, p. 13).

Una de las principales innovaciones radica en que cada operador se hace cargo del servicio básico de su equipo, y desarrolla en ellos la capacidad de detectar potenciales fallas.

Este mantenimiento ayuda en la construcción de competitividad desde las operaciones dentro del taller de maquinaria, gracias a que mejora la eficiencia de los sistemas de producción, la capacidad de respuesta y la reducción de los costos de operación, lo cual ayuda a utilizar por completo la capacidad instalada.

Algunos beneficios orientados a la productividad que se pueden mencionar son la mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos, la reducción de los costos de mantenimiento, un gasto menor en piezas de recambio, mejoramiento de la tecnología utilizada dentro de la empresa y un aumento en la capacidad de respuesta.

II.4.4. Mantenimiento rutinario

Comprende las actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración y otras: su frecuencia de ejecución es hasta períodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los equipos y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de los mismos evitando su desgaste. (Villegas, 2016, p. 23).

II.4.5. Mantenimiento por avería o reparación

Según (Villegas, 2016, p. 24). El mantenimiento por avería o reparación se define

como la atención de un equipo cuando aparece una falla. Su objetivo es mantener en servicio adecuadamente dichos equipos, minimizando sus tiempos de parada. Es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento. La atención a las fallas debe ser inmediata y por tanto no da tiempo a ser programada pues implica el aumento en costos de paradas innecesarias de personal y equipo.

II.4.6. Mantenimiento circunstancial

Es una mezcla entre rutinario, programado, avería y correctivo ya que por su intermedio se ejecutan acciones de rutina, pero no tienen un punto fijo en el tiempo para iniciar su ejecución, porque los sistemas atendidos funcionan de manera alterna; se ejecutan acciones que están programadas en un calendario anual pero que tampoco tienen un punto fijo de inicio por la razón anterior.

Se detienen averías cuando el sistema se detiene, existiendo por supuesto otro sistema que cumpla su función, y el estudio de la falla permite la programación de su corrección eliminando dicha avería a mediano plazo.

Para Villegas, (2016), La atención de los equipos bajo este tipo de mantenimiento depende no de la organización del mantenimiento que tiene a dichos equipos dentro de sus planes y programas, sino de otros entes de la organización, los cuales sugieren aumento en la capacidad de producción, cambios de procesos, disminución de ventas, reducción de personal y/o turnos de trabajo (p. 25).

II.4.7. Mantenimiento proactivo

Mantenimiento Proactivo es una técnica enfocada en la identificación y corrección de las causas que originan las fallas en equipos, componentes e instalaciones industriales, esta técnica implementa soluciones que atacan la causa de los problemas no los efectos

Según Torres (2005), menciona que es encargado de reunir un conjunto de tareas de mantenimiento preventivo y predictivo, que tienen por objeto lograr que los activos

cumplan con las funciones requeridas dentro del contexto operacional donde se ubican, disminuir las acciones de mantenimiento correctivo, alargar sus ciclos de funcionamiento, obtener mejoras operacionales y aumentar la eficiencia de los procesos. Forma parte de la filosofía de la mejora continua.

II.4.8. Mantenimiento diario

Son actividades de mantenimiento preventivo llevadas a cabo día a día a los equipos para mantener y realizar mediciones del estado de los equipos.

II.5. Fundamentos y gestión de mantenimiento preventivo.

La modernización y el aumento de la competitividad de la industria, trae consigo que ésta se halla visto en la tarea de realizar procesos cada día más eficaces, de tal manera que se mejore la calidad de los productos, reduciendo los costos, en un tiempo de elaboración cada vez más cortos (Torres 2005).

II.5.1. Fundamentos del mantenimiento preventivo

Durante los últimos años, el mantenimiento ha evolucionado considerablemente debido al aumento en cantidad y variedad de equipos, el mantenimiento ha seguido una serie de etapas progresivas, que se han caracterizado por un conjunto de métodos específicos.

Para una mejor comprensión de la evolución y desarrollo del mantenimiento desde sus inicios y hasta nuestros días, se distingue tres generaciones:

II.5.2. Evolución del mantenimiento

a) Primera generación.

Desde la década del '30 se puede ver la evolución del cambio del mantenimiento. Abarca este período hasta la segunda guerra mundial, en ésta época las industrias tenían pocas máquinas, eran muy simples, fáciles de reparar y normalmente sobredimensionadas.

Los volúmenes de producción eran bajos, por lo que los tiempos de parada no eran importantes. La prevención de fallas en los equipos no era de alta prioridad gerencial, y solo se aplicaba el mantenimiento simple (limpieza, servicios y rutinas de lubricación). Tampoco se necesitaba personal calificado (Moubray, 1997).

b) Segunda generación.

Esta etapa cubre el período desde la segunda guerra mundial hasta los años 1970, durante la II guerra mundial las cosas cambiaron drásticamente, hacia el año 1950 se hacía evidente el tiempo improductivo de una máquina y cada vez se notaba más la dependencia de las fábricas industriales hacia los procesos mecanizados por lo cual se habían construido equipos con mayor complejidad.

Entonces nació el concepto de mantenimiento programado que tuvo como principio, que las fallas se podrían y debían de prevenir, llevando a cabo una revisión completa en intervalos fijos. El costo del mantenimiento se tornó representativo y para su efecto se comenzó con sistemas de control y planeación del mantenimiento. Esta etapa se caracterizó entonces por el uso extensivo de la estrategia de mantenimiento preventivo

c) Tercera generación.

Se inicia a mediados de la década de los setenta como consecuencia de los cambios, a raíz del avance tecnológico y de nuevas investigaciones. Aparecen nuevas expectativas: condición de máquina, calidad del producto; se incorporan los conceptos de seguridad, salud y cuidado del medio ambiente. La competitividad obliga a enfocarse en los costos. Se desarrollan nuevas estrategias de mantenimiento como son: el mantenimiento predictivo y proactivo.

Según (Moubray, 1997) considera que a su vez se desarrollan métodos estadísticos como gestión de riesgo, modos de fallo, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikahua, análisis de causa raíz, y en esta generación aparecen: el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).

Figura 8

Evolución del mantenimiento

		Segunda Generación		Tercera Generación		
		- Mayor disponibilidad de la máquina		- Mayor disponibilidad y confiabilidad		
		- Mayor duración de los equipos		- Mayor seguridad		
		- Menores Costos		- Mejor calidad del producto		
				- Armonía con el medio ambiente		
				- Mayor duración de los equipos		
				- Menores costos		
Primera Generación						
Reparación en caso de Avería						
1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000

Fuente: Elaboración propia (2018)

II.5.3. Gestión del mantenimiento preventivo

La gestión de mantenimiento puede ser definida como la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento.

Una buena gestión de mantenimiento trae consigo:

- a) Maximizar la productividad
- b) Poseer una línea de producción libre de fallas
- c) Mejorar la calidad del producto y del servicio
- d) Optimizar los costos y emplear eficientemente los recursos
- e) Aumentar la seguridad industrial
- f) Control sobre la contaminación

Si bien el mantenimiento y la gestión de mantenimiento poseen objetivos y metas similares; se tiene que, el mantenimiento es una función analítica, cuyo desarrollo debe ser metódico y dotado de una alta premeditación.

Para (Torres, 2005) por el contrario, la gestión de mantenimiento se realiza normalmente en circunstancias adversas y con alto nivel de estrés, teniendo como

objetivo prioritario la inmediata restitución de los equipos a sus condiciones de operación, utilizando para ello los recursos disponibles.

II.5.4. Definición del mantenimiento preventivo

Es el conjunto de actividades, que permiten mantener un equipo, sistema o instalación en condición operativa, de tal forma que cumplan con las funciones para las cuales fueron diseñados y asignados o restablecer dicha condición cuando esta se pierde (Bravo y Suárez, 2008)

Actividades y responsabilidades del mantenimiento

A continuación, se relacionan las principales actividades y responsabilidades del departamento de mantenimiento:

- a) Dar la máxima seguridad para que no se presenten paros en la producción.
- b) Mantener el equipo en su máxima eficiencia de operación.
- c) Reducir al mínimo el tiempo de paro.
- d) Reducir al mínimo los costos de mantenimiento.
- e) Investigar las causas y soluciones de los paros de emergencia.
- f) Planear y coordinar la distribución del trabajo acorde con la fuerza laboral disponible.
- g) Proporcionar y mantener el equipo de taller requerido.
- h) Preparar anualmente un presupuesto, con justificación adecuada que cubra el costo de mantenimiento.

II.5.5. Mantenimiento preventivo

Es un mantenimiento planeado cuya función es conocer el estado de la maquinaria para planificar, en los puntos de menos impacto para la producción, las acciones que tratan de corregir los fallos.

Según Coronado (2018), Considera que el mantenimiento preventivo fue creado con la finalidad de prever y anticiparse a las averías de la maquinaria mediante una serie de acciones que, en conjunto, permiten brindar un servicio óptimo al equipo (p. 13).

Las acciones de mayor importancia, que posiblemente son las más simples y básicas, son las revisiones y la lubricación periódica, existen más operaciones que se pueden realizar; todo dependerá de la criticidad del equipo en cuestión, así como del presupuesto asignado con el cual se cuente.

Generalmente se habla de dos mantenimientos preventivos: el que está basado en el tiempo o en el uso, y el que se basa en las condiciones del equipo, este último se lleva a cabo a partir de las condiciones conocidas del equipo, este estado de la maquinaria se obtiene al observar constantemente los parámetros claves del equipo, cuyos valores variarán de acuerdo a la condición de este.

El mantenimiento preventivo por su definición y atributos, es tomado en ocasiones como un mantenimiento predictivo, por las similitudes en las acciones que llevan a cabo (Coronado, 2018, p. 13).

Ahora bien, la categoría más propia de este tipo de mantenimiento es el basado en tiempo o en uso, este se hace tomando como base el uso, las horas de funcionamiento o un calendario establecido, y se necesita de un alto nivel de planeación.

En esta estrategia de conservación, las rutinas específicas que hace el personal ya han sido establecidas de la misma forma que la frecuencia con las que se realizarán, para determinar dicha frecuencia se necesita conocer la distribución de las fallas y la confiabilidad del equipo con base en la experiencia de uso y estudios específicos para cada máquina

II.5.6. Objetivos del mantenimiento preventivo

Los principales objetivos del mantenimiento, preventivo manejados con criterio

económico y encausado a un ahorro en los costos generales de producción son:

- a) Llevar a cabo una inspección sistemática de todas las instalaciones, con intervalos de control para detectar adecuados.
- b) Mantener permanentemente los equipos e instalaciones, en su mejor estado para evitar los tiempos de parada que aumentan los costos.
- c) Efectuar las reparaciones de emergencia lo más pronto, empleando métodos más fáciles de reparación.
- d) Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y equipos para disminuir las posibilidades de daño y rotura. Oportunamente cualquier desgaste o rotura, manteniendo los registros
- e) Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiencia del tiempo, materiales, hombres y servicio.

II.5.7. Funciones del mantenimiento preventivo

II.5.7.1. Las funciones del mantenimiento cubren dos dimensiones que son primarias y secundarias

1) La primera son las funciones primarias y son las que justifican al sistema de mantenimiento en la empresa, ya que su objetivo es asegurar la mayor disponibilidad de los equipos y al menor costo posible, dentro de las recomendaciones de uso y garantía de los fabricantes y normas de seguridad, que resguarden a la empresa de los fallos y a su afectación en los procesos productivos

Según (Sebastián, 2011, p. 12) considera que las funciones primarias del mantenimiento preventivo son las siguientes

- a) Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones
- b) Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones
- c) Nuevas instalaciones de equipos y edificios

d) Desarrollo de programas de mantenimiento preventivo y programado

e) Selección y entrenamiento de personal

2) La segunda son las funciones secundarias y son consecuencias de las características particulares de la empresa u organización, que requieran acciones específicas en diferentes áreas, como por ejemplo los inventarios de materiales y herramientas, la capacitación de los recursos humanos y el desarrollo de los programas de mantenimiento con la finalidad de reducir las restricciones que optimizan la gestión.

Según (Sebastián, 2011, p. 13) menciona que las funciones secundarias del mantenimiento preventivo son las siguientes:

a) Asesorar la compra de nuevos equipos.

b) Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros.

c) Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros.

d) Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección.

e) Llevar la contabilidad e inventario de los equipos.

Esta serie de trabajos, generalmente, se toma de las instrucciones que dan los fabricantes al respecto, experiencias propias y aportaciones que puedan hacer los técnicos de mantenimiento en cada especialidad.

Una buena organización que aplica el mantenimiento preventivo, logra experiencia en determinar la causa de fallas respectivas o el tiempo de operación segura de algunos componentes o bien, llega a conocer puntos débiles de las instalaciones, equipos, máquinas y otros.

La ejecución del mantenimiento preventivo, ya sea ligero o a fondo, debe llevarse a cabo por medio de programas, debe planearse; por eso éste es más barato que el mantenimiento correctivo, ya que tanto el material como la mano de obra y el

momento de la labor están adecuados en cantidad, calidad y precio.

II.5.8. A continuación se mencionan algunas ventajas del mantenimiento preventivo

Tabla 3

Ventajas del mantenimiento preventivo

<p>a) Mayor vida útil: Los equipos e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo tendrán mayor vida útil que la que tendrían sujetos a mantenimiento correctivo</p>	<p>b) Disminución del tiempo muerto: El tiempo fuera de servicio llega a ser menor que los equipos e instalaciones permanecen menor cuando se aplica el mantenimiento preventivo, en comparación con el correspondiente a mantenimiento correctivo</p>
<p>c) Uniformidad en la carga de trabajo: La carga de trabajo para el personal de mantenimiento en un programa preventivo es más uniforme que en un programa de mantenimiento correctivo.</p>	<p>d) Confiabilidad: Las instalaciones y equipos operan en mejores condiciones de seguridad sujetos a este tipo de mantenimiento puesto que se conoce su estado físico y sus condiciones de funcionamiento.</p>
<p>e) Costo de reparación: Se puede reducir el costo de reparación de los equipos cambiando el sistema de mantenimiento correctivo a otro de mantenimiento preventivo</p>	<p>f) Organización de bodega: Tener un inventario muy elevado de materiales y repuestos no es bueno, debe existir un sistema de inventarios bien organizado para un nivel óptimo de inventario total y, así, surtir en forma rápida las requisiciones incluidas en un cierto período</p>

Fuente: De elaboración Propia (2018)

II.5.9. El mantenimiento preventivo clásico

Prevé fallas a través de sus cuatro áreas básicas las cuales se mencionan a continuación: limpieza, inspección, lubricación y ajustes.

a) Limpieza

Las máquinas limpias son más fáciles de mantener operan mejor y reducen la contaminación. La limpieza constituye la actividad más sencilla y eficaz para reducir

desgastes, deterioros y roturas.

b) Inspección

Se realizan para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y equipo, el personal de mantenimiento deberá reconocer la importancia de una inspección objetiva para determinar las condiciones del equipo, con las informaciones obtenidas por medio de las inspecciones, se toman las decisiones a fin de llevar a cabo el mantenimiento adecuado y oportuno (Villegas, 2016, p.28)

c) Lubricación

Un lubricante es toda sustancia que, al ser introducida entre dos partes móviles, reduce el frotamiento, calentamiento y desgaste, debido a la formación de una capa resbalante entre ellas. La lubricación es la acción realizada por el lubricante.

Según (Villegas, 2016, p. 28) considera que esta operación es normalmente realizada de acuerdo con las especificaciones del fabricante, la ubicación física y geográfica del equipo y maquinaria; además de la experiencia, puede alterar las recomendaciones.

d) Ajuste

Según Romero, (2010) considera que es una consecuencia directa de la inspección; ya que es a través de ellas que se detectan las condiciones inadecuadas de los equipos y maquinarias, evitándose así posibles fallas.

II.5.10. Planes de mantenimiento preventivo

Se trata de la descripción detallada de las tareas de mantenimiento preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar; en general, hablamos de tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas.

Mediante una correcta utilización de los planes de mantenimiento se logrará llevar

un mantenimiento preventivo adecuado, de no existir planes de mantenimiento se les asignará uno a cada equipo que lo requiera.

Se implementará un programa de mantenimiento por equipo y un programa de mantenimiento generalizado.

De no contar con los planes de mantenimiento de los equipos en mención se construirá el plan requerido por cada equipo

Según Villegas, (2016), Debido a que toda avería tiene carácter estocástico, es bastante improbable que las labores de mantenimiento preventivo realicen la sustitución de los elementos justo antes de que ésta se produzca, causando de este modo un evidente desaprovechamiento de la reserva de uso de los equipos (p. 28).

En cualquier caso, es evidente que, para la planificación de actividades del mantenimiento preventivo, es necesaria una correcta aplicación de criterios estadísticos para determinar los tiempos óptimos de intervención, ya que si estos no son los adecuados podrían generarse importantes pérdidas

II.6. Seguridad Industrial

En relación a la seguridad e higiene industrial, se encuentran las siguientes definiciones:

Chiavenato (2006) menciona que la seguridad en el trabajo es el conjunto de medidas técnicas, educativas, médicas y psicológicas empleadas para prevenir accidentes y eliminar condiciones inseguras del ambiente, y para instruir o convencer a las personas acerca de la necesidad de implantar practicas preventivas.

Según Cortés (2007) menciona que la seguridad industrial tiene por objeto eliminar o reducir riesgos de distintos centros de trabajo, estimular y desarrollar en los trabajadores una actitud constructiva y positiva respecto a la prevención de los accidentes y enfermedades profesionales y así también lograr individual y colectivamente un óptimo estado sanitario.

II.6.1. Objetivos de la seguridad industrial

Los objetivos de la seguridad industrial, van dirigidos a la salud, el bienestar y la estabilidad laboral del trabajador con el fin de evitar el ausentismo ya sea temporal o permanente, así mismo para que el trabajador se encuentre cómodo dentro del lugar de oficio y esto permita alcanzar rápidamente un nivel alto de productividad, donde las dos partes de la relación laboral salgan ganando.

Chiavenato (2006) “reconoce como objetivos de la seguridad e higiene industrial los siguientes:

- a) La eliminación de las causas de enfermedades profesionales.
- b) Reducción de los efectos perjudiciales provocados por el trabajo.
- c) Prevención de empeoramiento de enfermedades y lesiones laborales.
- d) Mantenimiento de la salud de los trabajadores y aumento de la productividad por medio del control del ambiente de trabajo.

Estos objetivos se pueden lograr mediante la educación de absolutamente todos los miembros de la empresa, indicándoles los peligros existentes y enseñándoles cómo evitarlos (p. 481).

II.6.2. Plan de seguridad industrial

Chiavenato, (2006) indica un plan de seguridad en el trabajo con el siguiente contenido, con las siguientes características

- a) La seguridad en sí misma es una responsabilidad de línea y una función de staff frente a su especialización.
- b) Las condiciones de trabajo, el ramo de actividad, el tamaño, la localización de empresas, determina los medios materiales preventivos.
- c) La seguridad no debe limitarse sólo al área de producción. Las oficinas y los depósitos también ofrecen riesgos, cuyas implicaciones afectan a toda la empresa.

d) El plan de seguridad implica la adaptación del hombre al trabajo (selección de personal), adaptación del trabajo al hombre (racionalización del trabajo) además de los factores socio psicológicos, razón por la cual ciertas organizaciones vinculan la seguridad al órgano de recursos humanos.

La seguridad en el trabajo en ciertas organizaciones puede llegar a movilizar todos los elementos del entrenamiento y preparación de técnicos y operarios, control de cumplimiento de normas de seguridad, simulación de accidentes, inspección periódica de los equipos de control de incendios, primeros auxilios, y para elección adquisición y distribución de una serie de elementos de vestuario del personal (anteojos de seguridad, guantes, cascos, botas y otros.) en determinadas áreas de la organización.

Chiavenato (2006) sugiere la aplicación de los siguientes principios:

- a) Apoyo activo de la administración, que comprende: mantenimiento de un programa de seguridad completo e intensivo; discusión con la supervisión, en reuniones periódicas, de los resultados alcanzados por los supervisores; toma de medidas exigidas para mejorar las condiciones de trabajo. Con base en este apoyo, los supervisores deben colaborar para que los subordinados trabajen con seguridad y produzcan sin accidentes.
- b) Mantenimiento del personal dedicado exclusivamente a la seguridad.
- c) Instrucciones de seguridad para cada trabajo
- d) Instrucciones de seguridad a los empleados nuevos. Estas deben darlas los supervisores, que pueden hacerlo en el sitio de trabajo con perfecto conocimiento de causa. Las instrucciones generales quedan a cargo de la sección de seguridad.
- e) Ejecución del programa de seguridad por intermedio de supervisión. Aunque todos tienen responsabilidad definidas en el programa, los supervisores asumen responsabilidad especial. Son las personas clave en prevención de accidentes.

f) Integración de todos los empleados en espíritu de seguridad. La prevención de accidentes es trabajo de equipo, sobre todo en lo que corresponde a la difusión del espíritu de prevención. Deben emplearse y desarrollarse todos los medios de divulgación para que los empleados lo acepten y asimilen.

II.6.3. Terminología utilizada en seguridad industrial

II.6.3.1. Condiciones de trabajo

Para Cortez (2007) las condiciones de trabajo no solo los factores de naturaleza física, química o técnica (materias utilizadas o producidas, equipos empleados y métodos de producción aplicados), que pueden existir en el puesto de trabajo, sino que también deberán considerarse aquellos otros factores de carácter psicológico o social que puedan afectar la salud del trabajador.

Por lo anterior las condiciones de trabajo pueden ser físicas, psicológicas y sociales.

- a) Las primeras incluyen factores mecánicos, físicos, químicos y biológicos.
- b) Las condiciones psicológicas están compuestas principalmente por factores debidos a sistemas organizativos y de desarrollo tecnológico.
- c) Las condiciones sociales internas y externas a la empresa relacionada con valores, políticas, sueldos, entre otras

II.6.3.2. Accidente

Puede describirse, como un suceso no deseado que ocasiona pérdidas a las personas, a la propiedad o a los procesos laborales, el accidente es el resultado del contacto con una sustancia o fuente de energía superior al umbral límite del cuerpo o estructura con la que se realiza el contacto (Rodellar, 1988, p.23).

Los accidentes afectan negativamente la eficiencia de las operaciones de la empresa, todos los accidentes pueden evitarse ya que su origen se encuentra en una mala práctica o condición que pueden ser corregidas.

II.6.3.3. Incidente

Según (Rodellar, 1988, p.23) considera que incidente es todo suceso no deseado, o no intencionado, que bajo circunstancias muy poco diferentes podría ocasionar pérdidas para las personas, la propiedad o los procesos. Los incidentes pueden degenerar en accidentes, enfermedades a largo plazo, problemas con la producción, equipos. Al igual que los accidentes, afectan la eficiencia de los procesos y son completamente evitables.

II.6.3.4. Acto inseguro

Es una acción u omisión que implica el incumplimiento de una norma, procedimiento o método de seguridad de forma consciente o inconsciente que puede provocar un accidente o incidente, no todos los actos inseguros provocan accidentes, pero la repetición constante de un acto inseguro puede provocar accidentes. Está relacionada con las personas (Ramírez, 2005, p.198).

II.6.3.5. Condición insegura

Según (Cortéz, 2007, p.378), considera que la condición insegura es una posibilidad peligrosa que puede conllevar a accidentes. No todas las condiciones inseguras terminan en accidentes, pero la permanencia de ellas en el lugar de trabajo puede producir accidentes. Está relacionado con instalaciones, equipos de trabajo, maquinaria y herramientas que no están en condiciones adecuadas para realizar las actividades correctamente o que no son utilizadas para el fin creado y por lo tanto implican un riesgo para las personas que las utilizan.

II.6.3.6. Enfermedad ocupacional

Son las enfermedades contraídas o agravadas como consecuencia de las actividades, del trabajo realizado o la exposición al medio en que se realiza el trabajo, en el cual la persona se ve obligada a trabajar. Pueden ocurrir por la acción de agentes físicos, químicos, biológicos, mecánicos o ergonómicos. Se manifiestan por medio de lesiones en el cuerpo, trastornos funcionales que pueden ser permanentes o temporales.

II.6.3.7. Enfermedad profesional

La enfermedad profesional es aquella enfermedad adquirida en el puesto de trabajo de un colaborador de manera ajena a su voluntad.

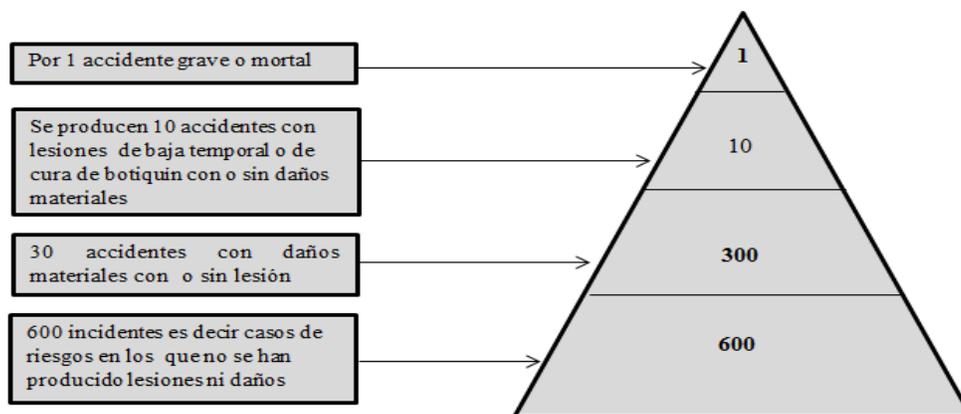
II.6.3.8. Costo de los accidentes

Es poco frecuente que se disponga de datos que permitan conocer el costo de los accidentes y enfermedades ocupacionales en las empresas. Los estudios de control de costos tienen su origen en los estudios realizados a principio del siglo XX por H. W. Heinrich, quien desarrolló una filosofía de costos llamada pirámide de Heinrich que permitió contabilizar costos que con anterioridad no se tomaban en cuenta (Cortéz, 2007, p.106).

Este modelo fue posteriormente mejorado por F.E. Bird. Estos estudios han permitido visualizar la magnitud de los costos del accidente que ocurren en las industrias y considerar que se incurre en días perdidos, disminución de la productividad, etc. que invariablemente afectan negativamente los costos de la empresa. Con la información que se presenta en la siguiente figura se puede afirmar que mientras más medidas se tomen para prevenir los incidentes, mayor será la reducción de la base de la pirámide y por consiguiente se reducirá la cantidad de accidentes menores y graves.

Figura 9

Pirámide de Bird



Fuente: Cortéz (2007)

Según (Cortéz, 2007, p.106), menciona que el costo de implementación de estas medidas preventivas es generalmente mucho más económico que cubrir el costo de lesiones o accidentes graves, el costo de la prevención se compone de los costos del diseño, operación y planificación de un sistema de seguridad industrial.

II.6.4. Los riesgos laborales

La evaluación de riesgos constituye la base de partida de la acción preventiva, ya que a partir de la información obtenida con la valoración podrán adoptarse las decisiones precisas sobre la necesidad o no de acometer acciones preventivas. Estando considerada como un instrumento esencial del sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales.

Se considera evaluación de riesgos el proceso dirigido a valorar la magnitud de los riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores derivados de las actividades o del entorno en el que realizan las actividades

II.6.4.1. Factores Físicos

Dentro del denominado “ambiente físico de trabajo” existen una serie de riesgos, cuyas causas vienen provocadas por agentes agresivos presentes en la naturaleza física como: el ruido, las vibraciones, las radiaciones, la iluminación, el calor y frío, la electricidad, los incendios y las explosiones (Díaz, Gallego, Márquez y Viñas, 2008, p.64).

II.6.4.2. El ruido

El ruido es el resultado de vibraciones mecánicas, cuyas ondas se mueven hasta el oído, y este transmite la información al cerebro, su unidad de medida son los decibeles (dB). Cabe destacar que el ruido son sonidos molestos y no deseados. Por su duración, pueden existir diferentes ruidos: continuo, discontinuo y de impacto; a veces aparece en forma encubierta que impide oír otros sonidos

Los efectos del ruido dependen de tres factores importantes: 1) la intensidad, fuerza

de la vibración y alteraciones que produce en las ondas; 2) frecuencia, tono de los sonidos y pueden ser de alta o baja frecuencia; 3) molestia, son sonidos irritantes que pueden ser de baja o alta intensidad.

El ruido puede producir lesiones físicas como rotura de tímpano, sordera temporal o definitiva, aumento del ritmo cardiaco. Además de lesiones físicas puede provocar lesiones psicológicas que trastorna el comportamiento de las personas que están sometidas al ruido, provocando agresividad, ansiedad, pérdida de la atención y de la memoria y degenerar en accidentes que pueden conllevar a otras lesiones (Díaz y otros, 2008, 64).

II.6.4.3. Las vibraciones

Se producen al oscilar las partículas alrededor de un punto, de un medio físico cualquiera y transferirse dicha energía al cuerpo humano, el cual experimenta una sensación de movimiento por sus efectos en el cuerpo las vibraciones pueden clasificarse por su frecuencia en muy baja, baja y alta.

El efecto que tengan las vibraciones en las personas, depende mucho de la constitución física de la persona que esté sometida a la vibración, la zona del cuerpo que se vea afectada, el tiempo de exposición y la magnitud de la vibración (Díaz y otros, 2008,65).

El manejo de máquinas vibratoras de alta frecuencia afecta el aparato circulatorio y la columna vertebral (desplazamiento de discos, deformaciones óseas), además, produce hinchazón y dolor en las articulaciones.

II.6.4.4. La iluminación

La luz es una radiación que percibe el ojo humano, cada tipo de trabajo requiere condiciones de iluminación específicas que van desde trabajos en espacios abiertos que utilizan iluminación natural, hasta trabajos en locales cerrados que necesitan luz artificial.

Según (Díaz y otros, 2008, 67) considera que la luz puede regularse por medio de distribución adecuada lámparas, colocar ventanas o láminas transparentes, para mantener ambientes bien iluminados y evitar accidentes por falta de visión, especialmente donde se utilizan herramientas, por otro lado, el exceso de iluminación produce deslumbramiento, reflejos que también pueden ocasionar lesiones.

Las lesiones típicas ocasionadas por la iluminación deficiente o excesiva son oculares y van desde la irritación, fatiga visual y dolor de cabeza hasta pérdida temporal o permanente de la vista

Tabla 4

Niveles mínimos de iluminación para sitios de trabajos

Niveles de iluminación mínimos para los sitios de trabajo específicos y similares			
E- Mínimo	Oficinas	Comercio	Industriales
200 Lux	Recibos Pasillos Sanitarios	Despachos Mercancías Depósitos Sanitarios	Embalaje Depósitos Sanitarios
300 Lux	Conferencias Archivos Bibliotecas	Áreas de Circulación Estanterías	Fundición y corte Carpintería Herrería
400 Lux	Contabilidad Taquiografía Trabajos finos	Salones de Ventas	Fabricación Montaje Costura Pintura a pistola Tipografía
700 Lux	Dibujo Maquinas Contabilidad		Corrección de pruebas Prensado y torneado Inspección
1500 Lux	Trabajos en colores		Inspección delicada Montaje preciso

Fuente: de elaboración propia (2018)

II.6.4.5. Calor y frío

El trabajo físico aumenta la temperatura del cuerpo, lo que hace que la temperatura de este se autorregule a través de la transpiración; si por el tipo de trabajo, la temperatura disminuye, el cuerpo se autorregula aumentando la combustión de grasas, buscando siempre un confort térmico, dicho confort viene determinado por cuatro factores: los intercambios de calor, las condiciones ambientales, la intensidad física de cada trabajo y el vestido que utilicemos (Díaz y otros, 2008, 68).

A pesar de esa capacidad de adaptación, si la temperatura externa es cercana al punto de equilibrio térmico “veintiún grados” mejora la sensación de confort. Ese equilibrio que permite mantener la temperatura corporal casi constante se mantiene gracias a que la generación de calor se compensa con unas pérdidas controladas y adaptadas a las necesidades del organismo.

II.6.4.6. Incendios

Los incendios consisten en la existencia de fuego incontrolado. Para que exista fuego han de concurrir cuatro factores: combustible, comburente, foco de calor y reacción en cadena. Aparte, las explosiones se orinan por explosivos comerciales o por la concentración de ciertos vapores o polvos que entran en contacto con fuentes de ignición (Díaz y otros, 2008, 70).

Los incendios y explosiones pueden originar efectos devastadores en personas, bienes o el medio ambiente, incluso pueden desencadenarse otros incendios en estructuras cercanas debido a la onda expansiva. Entre los daños que pueden ocasionar a las personas son intoxicaciones, asfixia, quemadura de diversos grados, heridas o la muerte; ya sea por los efectos del fuego o por las condiciones que rodean a los incendios o explosiones.

Los contaminantes químicos están constituidos por materia inerte que se encuentra presente en el aire en forma de polvo fino, gases, vapores, aerosoles o nieblas. Éstos pueden penetrar al cuerpo por diferentes vías: respiratoria, dérmica, digestiva o

parenteral (a través de lesiones).

Es toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvo, humo, gas o vapor, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas” (Hernández, 2005, 73).

Los factores químicos, dependiendo de su composición, propiedades y tiempo de exposición pueden provocar diferentes efectos en las personas que tuvieron contacto con ellos:

- 1) Corrosivo: destruye tejidos expuestos al contacto.
- 2) Irritante: Irrita piel y mucosas.
- 3) Neumoconióticos: Afecta tejido pulmonar sobre el que se deposita, pueden ser polvos, nieblas.
- 4) Asfixiantes: Dificultando y alterando la respiración al desplazar oxígeno.
- 5) Anestésicos y narcóticos: Afectando el sistema nervioso central.
- 6) Sensibilizantes: causantes de alergias, asma, dermatitis.
- 7) Cancerígenos y mutágenos: produciendo cáncer y alteraciones hereditarias.
- 8) Sistémicos: alteraciones en órganos o sistemas específicos como hígado, estómago, riñón.

II.6.5. Agentes ergonómicos

Los agentes ergonómicos están relacionados con el medio de trabajo y afectan el entorno y la carga de trabajo, generalmente cuando se habla de carga de trabajo, se piensa en cantidad de trabajo, pero hay otros factores que participan como la edad, sexo, actividad física o intelectual, confort en el puesto de trabajo. Ciertos trabajos físicos son imposibles de ejecutar a determinada edad o requieren sobreesfuerzos

físicos o mentales que sobrepasan la capacidad del trabajador.

En otros casos, el trabajo se realiza en jornadas extensas en posiciones incómodas o utilizando mobiliario adecuado.

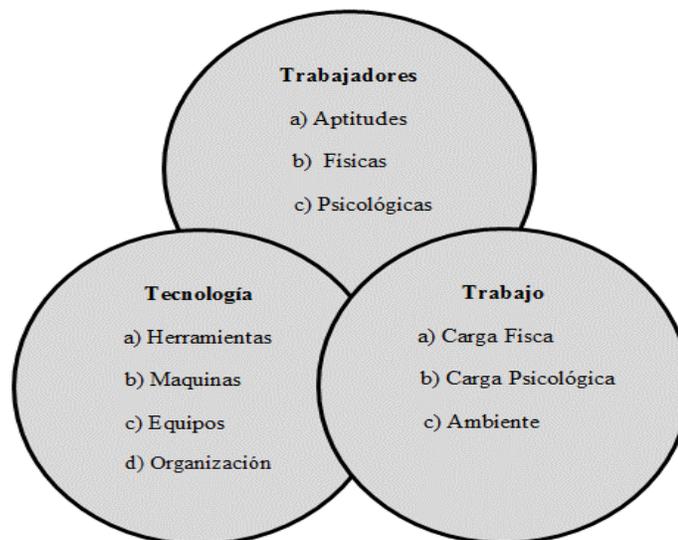
Las posiciones incómodas de trabajo, movimientos o esfuerzos físicos y la manipulación de cargas suelen provocar lesiones en huesos y músculos que acarrearán diferentes dolencias a la persona como várices, lesiones en la espalda, trastornos digestivos o cardiovasculares.

Cuando la actividad laboral requiere un esfuerzo mental (análisis de datos, toma de decisiones) muy fuerte para la persona, se pueden ocasionar trastornos del comportamiento y diferentes estados de fatiga nervios (Díaz y otros, 2008, 73).

A continuación, se muestran los diferentes aspectos que interactúan en la ergonomía

Figura 10

Condiciones de trabajo que interactúa en la ergonomía



Fuente: de elaboración propia (2018)

II.6.6. Técnicas para la prevención de accidentes

La seguridad industrial se ocupa de analizar los riesgos de los accidentes, detectando las causas que los originan para determinar la mejor forma de reducirlos o

eliminarlos. Para conseguir este objetivo, la seguridad se vale de algunos métodos, sistemas o técnicas de forma de actuación definidas.

Para (Cortés, 2007, 117) considera que incluyen técnicas analíticas, de prevención y de protección, cuya finalidad consiste en: eliminar el peligro, reducir el riesgo y proteger al operario o equipo para evitar accidentes y sus consecuencias.

Clasificación de las diferentes técnicas de seguridad utilizadas para la prevención de accidentes.

Tabla 5

Técnicas de seguridad utilizadas para la prevención de accidentes

Tipos de técnicas y formas de actuación			Análisis y valoración de riesgos	Control de riesgos	
				Prevención	Protección
Técnicas Generales	Técnicas Analíticas	Anteriores al accidente	<ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones de seguridad • Análisis de trabajo • Análisis estadístico 	-	-
		Posteriores al accidente	<ul style="list-style-type: none"> • Notificación • Registro • Investigación 		
	Técnicas Operativas	Factor técnico: concepción	-	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y proyecto de instalaciones • Diseño de equipos • Estudio y mejora de métodos • Normalización 	
		Factor técnico: corrección	-	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de seguridad • Señalización • Mantenimiento preventivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Defensas y resguardos • Protección individual
				Normalización	
		Factor humano	-	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de personal • Cambio de comportamiento <ul style="list-style-type: none"> ○ Formación ○ Adiestramiento ○ Propaganda ○ Acción de grupo ○ Incentivos ○ Disciplina 	
TÉCNICAS ESPECÍFICAS	Son las que resultan de la aplicación de Técnicas Generales a la detección y corrección de peligros concretos o específicos				

Fuente: De elaboración Cortés, (2007)

II.6.7. Evaluación de riesgos

Constituye el punto de partida de la acción preventiva ya que a partir de la, información obtenida con la evaluación, podrán tomarse las medidas necesarias o determinar si aplican estas medidas es esencial en la prevención de riesgos laborales, ya que facilita la toma de acciones adecuadas para poder cumplir con la obligación de mantener la seguridad de los trabajadores.

Con la evaluación de riesgos es posible indicar los peligros existentes en el lugar de trabajo y evaluar los riesgos asociados, poder efectuar una elección adecuada sobre los equipos, materiales y lugar de trabajo; también es posible comprobar si las medidas existentes son adecuadas y establecer prioridades en caso de adoptar nuevas medidas; finalmente es posible comprobar las medidas preventivas adoptadas y garantizar mayor protección a los trabajadores.

Según (Díaz y otros, 2008, p.124) considera que este proceso requiere de dos etapas: análisis de riesgo y valoración del riesgo, la primera permite identificar los peligros y estimar los riesgos, identifica a los trabajadores expuestos.

La segunda etapa permite evaluar los riesgos y pueden ser eliminados, prevenido o reducido.

II.6.8. Orden y limpieza

Entre los factores de riesgo relacionados con la seguridad, el orden y la limpieza de las instalaciones son especialmente importantes debido a que el orden facilita la utilización de los elementos, conforme el diseño del proceso.

El desorden genera improvisación que puede dar lugar a accidentes.

Por otro lado, la limpieza permite apreciar las cosas como son, evitando enmascarar situaciones riesgosas, además, las suciedades en el suelo o superficies por donde se manejan elementos puede dar lugar a resbalones o movimientos incontrolados que pueden terminar en accidentes (González, Mateo, González, 2006, p.214).

Las consecuencias negativas debido al desorden y falta de limpieza tenemos: golpes, caídas por tropiezos o resbalones, caos y desorganización, pérdida de tiempo en búsqueda de objetos, deterioro de instalaciones, ambiente de trabajo desagradable, fallos en la calidad, dificultad en el control de residuos.

La participación de todos los trabajadores es imprescindible para lograr un adecuado orden y limpieza, para mantener el orden es necesaria una correcta distribución de espacios, tanto de trabajo como de almacenamiento, señalización e identificación. En cuanto a la limpieza, es necesario contar con los medios y modos operativos necesarios como contenedores, equipos de limpieza, procedimientos que indiquen frecuencia y responsabilidad de la limpieza de instalaciones y equipos (González, Mateo, González, 2006, p.214).

Para (Ramírez, 2005, p.180) según el orden y la limpieza producen sensación de bienestar el trabajador se siente seguro, trabaja responsablemente, se concentra mejor en sus tareas y armoniza mejor con el ambiente, piezas que faltan en los equipos, agujeros en los pisos o paredes, cables caídos, herramientas tiradas, derrames, son deficiencias que en cualquier momento pueden provocar accidentes, es necesario que todo el personal sienta la necesidad de mantener limpias y ordenadas las instalaciones, debe inculcarse a todos.

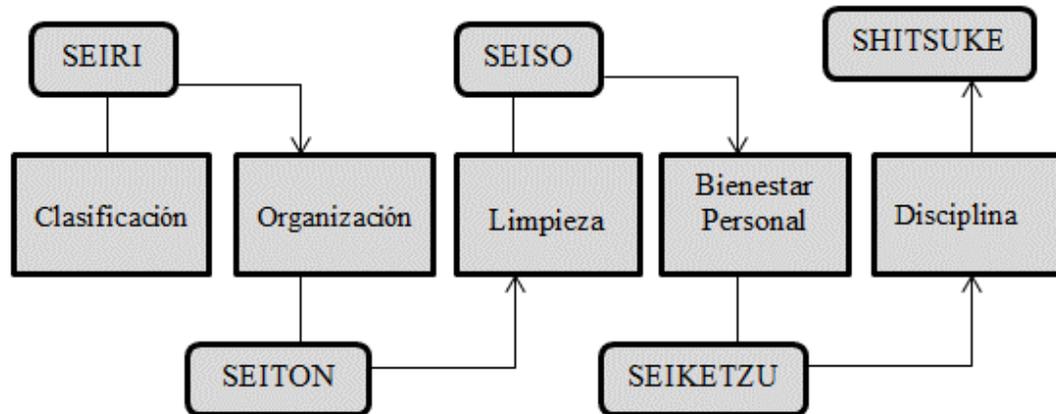
II.6.9. Técnica de las cinco eses (5's)

Tienen su origen en Japón hace más de treinta años y ha sido introducido en muchas compañías de todo el mundo. Es un método para mantener el lugar de trabajo limpio y bien organizado, dando como consecuencia que todas las operaciones que se realizan son más fáciles y seguras. Se ha observado que provoca cambios favorables en el ambiente físico, social y organizacional de la empresa, además, que incrementa los niveles de calidad y productividad.

Como se muestra en esta técnica recibe su nombre de los 5 principales conceptos que maneja, ya que, en japonés, todos los nombres principian con la letra S (BorgWarner Morse Tec, 2009).

Figura 11

Conceptos principales de la técnica 5'S



Fuente: De elaboración propia (2018)

a) El primer concepto a trabajar es la “clasificación”, la cual se refiere a identificar, separar y eliminar objetos, instalaciones, equipos, maquinarias innecesarias de las áreas de trabajo, es una limpieza a fondo de materiales obsoletos para permitir el mejor aprovechamiento de los espacios y dejar solo las cosas necesarias para los procesos. Permite la mejor realización de actividades a través de definir los lugares para cada cosa de acuerdo a la frecuencia de su uso (Rey, 2005, p.18).

b) El segundo concepto se refiere a la “organización”, significa nombrar las cosas seleccionadas como necesarias en el paso anterior, colocarlas ordenadamente para que sean accesibles, definir los lugares adecuados para cada artículo y establecer un orden en función del proceso.

Su objetivo es eliminar tiempos de búsqueda y agilizar la velocidad de respuesta. Seiton es el componente que permite tener un “control visual” adecuado en la planta para identificar fácilmente herramientas, materiales e indicar la posición de cada objeto (Rey, 2005, p.18).

c) El tercer término se refiere a la limpieza, tener las áreas de trabajo impecables y libres de suciedad, ya que un lugar sucio y desordenado, atenta contra la seguridad

física y mental de los trabajadores ya que puede provocar accidentes. No significa limpiar siempre, se refiere a limpiar lo sucio pero lo más importante es hacer todo lo posible por evitar ensuciar nuevamente.

La aplicación de “seiso”, reduce accidentes, disminuye costos en mantenimientos, facilita las actividades, mantiene los lugares agradables y mejora la imagen de la empresa (Rey, 2005, p.19).

d) El cuarto término se refiere al bienestar personal, es conservar el lugar de trabajo libre de contaminación, seguro y organizado. Busca estandarizar, fijar especificaciones para asegurar que se mantengan y mejoren los cambios realizados, desarrollar sistemas donde se puedan detectar errores y corregirlos. Como resultado de lo anterior, se mantiene un clima organizacional favorable al desarrollo de los trabajadores que incrementa la satisfacción en el trabajo, a nivel social y emocional (Rey, 2005, p.20).

e) Finalmente, el quinto y último elemento se refiere a la disciplina, es decir, hacer todo lo necesario para asegurar el cumplimiento de las 5's y su mejora continua, motivar a los trabajadores en el cumplimiento. Consiste en cumplir estándares establecidos, investigar raíz de los problemas, buscar las mejores soluciones, implementarlas y verificarlas.

Con su correcta aplicación se logra que mejorar el cumplimiento de la planeación de la organización, generar confianza entre el personal, los proveedores y los clientes, lo que reduce conflictos. Busca establecer sistemas de motivación y capacitación constante para el personal, identificar desviaciones de estándares y analizar las causas raíces de los problemas para corregirlas y evitar que vuelvan a suceder (Rey, 2005, p.21).

II.6.10. Inspecciones de seguridad

También llamadas auditorías de seguridad, son herramientas de control que ayudan a descubrir mediante una evaluación sistemática, periódica y documentada si el

sistema de seguridad está cumpliendo los objetivos y en qué grado. A través de la auditoría se puede establecer acciones para corregir las desviaciones existentes (González, Mateo, González, 2009, p. 506.).

Las auditorías pueden ser desarrolladas por personal externo o interno a la empresa, ya sea con fines de certificaciones, requisitos legales o como mantenimiento del sistema de seguridad industrial que se maneje en la empresa.

Permiten detectar problemas, verificar cumplimiento de normativa legal, mejorar la seguridad en las instalaciones reducir riesgos de accidentes, proporcionar datos para fines estadísticos y para generar planes de acción preventiva y ver el grado de cumplimiento actual de la empresa.

Antes de realizar una auditoría debe tenerse claro ciertos elementos como: las áreas que serán sujetos de auditoría, las personas que intervendrán en su desarrollo, el lugar y orden de realizar la auditoría, procedimiento que se seguirá; finalmente debe realizarse un informe final con el resultado de la auditoría y debe estar al alcance de todos los involucrados (González, Mateo, González, 2009, p. 506.).

II.7. Legislación nacional

II.7.1. Constitución Política de la República de Guatemala

Artículo 43. Libertad de industria, comercio y trabajo. Se reconoce la libertad de comercio, industria y trabajo, salvo las limitaciones que por motivos sociales o de interés nacional impongan las leyes (Constitución Política de la República de Guatemala 1985).

Artículo 93. Derecho a la salud. El goce de la salud es derecho fundamental del ser humano, sin discriminación alguna (Constitución Política de Guatemala 1985).

Artículo 119. Obligaciones del Estado, menciona: Son obligaciones fundamentales del Estado: Promover el desarrollo económico de la nación estimulando las iniciativas en las actividades agrícolas (producción de caña de azúcar), pecuarias,

industriales, turísticas y de otra naturaleza (Constitución Política de la República de Guatemala 1985).

II.7.2. Código de comercio, de Guatemala Decreto No. 2-70 Congreso de la República de Guatemala

Artículo 14. De la Personalidad jurídica. menciona que para la constitución de sociedades, la persona o personas que comparezcan como socios fundadores, deberán hacerlo por si o en representación de los otros socios, debiendo en este caso acreditar tal calidad en la forma legal establecida (Código de Comercio de Guatemala Decreto No. 2-70).

II.7.3. Código de Trabajo de Guatemala Decreto No. 1441 Congreso de la República de Guatemala

Artículo 197. Todo patrono está obligado a adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la salud y la moralidad de los trabajadores en la prestación de sus servicios. Para ello, deberá adoptar las medidas necesarias que vayan dirigidas a:

- a) Prevenir accidentes de trabajo, velando porque la maquinaria, el equipo y las operaciones de proceso tengan el mayor grado de seguridad y se mantengan en buen estado de conservación, funcionamiento y uso, para lo cual deberán estar sujetas a inspecciones y mantenimiento permanente;
- b) Prevenir enfermedades profesionales y eliminar las causas que las provocan;
- c) Prevenir incendios;
- d) Proveer un ambiente sano de trabajo;
- e) Suministrar, cuando sea necesario, ropa y equipo de protección apropiados destinados a evitar accidentes y riesgos de trabajo;
- f) Colocar y mantener los resguardos y protecciones a las máquinas y a las

instalaciones, para evitar que de las mismas pueda derivarse riesgo para los trabajadores;

g) Advertir al trabajador de los peligros que para su salud e integridad se deriven del trabajo;

h) Efectuar constantes actividades de capacitación de los trabajadores sobre seguridad e higiene en el trabajo;

i) Cuidar que el número de instalaciones sanitarias para hombres estén en proporción al número de trabajadores, se mantengan en condiciones de higiene apropiadas y estén, además, dotados de lavamanos;

j) Cuando sea necesario, habilitar locales para el cambio de ropa, separados para mujeres y hombres;

k) Mantener un botiquín provisto de los elementos indispensables para proporcionar primero auxilios.

II.7.4. Reglamento De Salud Y Seguridad Ocupacional Acuerdo Gubernativo No. 229-2014. Guatemala

Artículo 182. Se consideran lugares de trabajos ruidosos aquellos que empleen para el desarrollo de su actividad, fuentes generadoras de ruidos, ya sean continuos cuyos niveles de presión sonora sean superiores a los ochenta y cinco decibeles (85 dB) (A) o de pico superiores a los noventa decibeles (90 dB) ciento cuarenta dB (C).”

Artículo 419. Toda maquinaria que se emplee en las obras, debe tener siempre a disposición del maquinista o del trabajador que la utilice, las instrucciones en idioma español con el fin de que la manipulación de la misma se ajuste a lo establecido en dichas instrucciones

Artículo 434. Será deber del empleador o de quien haga sus veces, del operario y la persona especialmente designada, inspeccionar periódicamente y mantener las máquinas en perfecto estado de funcionamiento.

Artículo 435. La persona sobre quien descansa la responsabilidad del mantenimiento del equipo, o la especialmente designada para el efecto, debe realizar la limpieza y engrase de los motores, transmisiones y máquinas, durante la parada de los mismos siempre que cuente con dispositivos de seguridad.

Artículo 436. Trabajos especiales de reparación, recambio de piezas, ajustes, y otras actividades, deben efectuarse cuando las máquinas hayan parado y el operario encargado de esta labor, esté absolutamente seguro de contar con las debidas protecciones.

Artículo 437. Es obligación de los empleadores o de quienes hagan sus veces, instalar guardas en todo sitio en que fueran requeridas.

Si por motivos de operaciones especiales hubiere que remover una guarda, ésta debe ser restituida a su lugar inmediatamente y luego de haberse terminado el trabajo que diera motivo a tal remoción.

Artículo 438. La persona responsable del mantenimiento y funcionamiento de la maquinaria no permitirá que trabajador o persona alguna sin autorización, remueva ninguna guarda o haga funcionar las máquinas desprovistas de su guarda o artefacto de protección.

Artículo 439. Todos los trabajadores encargados del manejo de motores, transmisiones y máquinas en general, y de aquellos que por índole de sus trabajos estén expuestos a riesgos, deben llevar el equipo de protección personal.

El equipo de protección personal debe ser suministrado por el empleador, y en conformidad a las disposiciones especiales sobre equipos de protección personal.

Artículo 457. Las operaciones de mantenimiento, reparación, engrasado y limpieza se deben de efectuar durante la detención de los motores, transmisiones y máquinas, salvo en sus partes totalmente protegidas.

II.7.5. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental Acuerdo Gubernativo Número. 137-2016. Guatemala

Artículo 1. Contenido y objeto. El presente Reglamento contiene los lineamientos, estructura y procedimientos necesarios para apoyar el desarrollo sostenible del país en el tema ambiental, estableciendo reglas para el uso de instrumentos y guías que faciliten la evaluación, control y seguimiento ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades, que se desarrollan y los que se pretenden desarrollar en el país.

Lo anterior facilitará la determinación de las características y los posibles impactos ambientales, para orientar su desarrollo en armonía con la protección del ambiente y los recursos naturales (Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental Acuerdo Gubernativo Número. 137-2016).

II.8. Legislación internacional

Se compone con los siguientes temas: Convenio Internacional sobre las horas de trabajo (industria), Convenio Internacional del Azúcar,

II.8.1. C001 – Convenio Internacional sobre las horas de trabajo (industria), 1919 (núm. 1)

La Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo; Convocada en Washington por el Gobierno de los Estados Unidos de América el 29 de octubre de 1919; Después de haber decidido adoptar diversas proposiciones relativas a la aplicación del principio de la jornada de ocho horas o de la semana de cuarenta y ocho horas, cuestión que constituye el primer punto del orden del día de la reunión.

Adopta el siguiente Convenio, que podrá ser citado como el Convenio sobre las horas de trabajo (industria), 1919, y que será sometido a la ratificación de los Miembros de la Organización Internacional del Trabajo de acuerdo con las disposiciones de la Constitución de la Organización Internacional del Trabajo

Artículo 1. A los efectos del presente Convenio, se consideran empresas industriales, principalmente:

(a) las minas, canteras e industrias extractivas de cualquier clase;

(b) las industrias en las cuales se manufacturen, modifiquen, limpien, reparen, adornen, terminen o preparen productos para la venta, o en las cuales las materias sufran una transformación, comprendidas la construcción de buques, las industrias de demolición y la producción, transformación y transmisión de electricidad o de cualquier clase de fuerza motriz; (Convenio sobre las horas de trabajo (industria), 1919).

(c) la construcción, reconstrucción, conservación, reparación, modificación o demolición de edificios y construcciones de todas clases, los ferrocarriles, tranvías, puertos, muelles, canales, instalaciones para la navegación interior, caminos, túneles, puentes, viaductos, cloacas colectoras, cloacas ordinarias, pozos, instalaciones telegráficas o telefónicas, instalaciones eléctricas, fábricas de gas, distribución de agua u otros trabajos de construcción, así como las obras de preparación y cimentación que preceden a los trabajos antes mencionados; (Convenio sobre las horas de trabajo (industria), 1919).

(d) el transporte de personas o mercancías por carretera, ferrocarril o vía de agua, marítima o interior, comprendida la manipulación de mercancías en los muelles, embarcaderos y almacenes, con excepción del transporte a mano (Convenio sobre las horas de trabajo (industria), 1919).

2. Las prescripciones relativas al transporte por mar y por vía de agua interior serán fijadas por una conferencia especial sobre el trabajo en el mar y en vías de agua interiores (Convenio sobre las horas de trabajo (industria), 1919).

3. La autoridad competente determinará en cada país la línea de demarcación entre la industria, por una parte, y el comercio y la agricultura, por otra el Convenio por el que se limitan las horas de trabajo en las empresas industriales a ocho horas diarias y

cuarenta y ocho semanales Entrada en vigor: 13 junio 1921, (Convenio sobre las horas de trabajo (industria), 1919).

II.8.2. Convenio Internacional del Azúcar. Ginebra, 20 de marzo de 1992

Artículo 1. Objetivos. Los objetivos del Convenio internacional del azúcar, 1992 (en adelante denominado este Convenio), habida cuenta de los términos de la resolución 93 (IV) aprobada por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, son:

a) conseguir una mayor cooperación internacional en los asuntos azucareros y las cuestiones relacionadas con los mismos; b) proporcionar un foro para las consultas intergubernamentales sobre el azúcar y los medios de mejorar la economía azucarera mundial; c) facilitar el comercio de azúcar mediante la recopilación y publicación de información sobre el mercado mundial de azúcar y otros edulcorantes; d) promover el aumento de la demanda de azúcar, especialmente para usos no tradicionales (Convenio Internacional del Azúcar, Ginebra 1992)

Artículo 29. Normas laborales. Los miembros garantizarán el mantenimiento de normas laborales justas en sus respectivas industrias azucareras y, en la medida de lo posible, procurarán mejorar el nivel de vida de los trabajadores agrícolas e industriales en los distintos ramos de la producción azucarera y de los cultivadores de caña de azúcar y de remolacha azucarera (Convenio Internacional del Azúcar. Ginebra 1992).

Artículo 30. Aspectos ambientales. Los miembros tomarán debidamente en consideración los aspectos ambientales de todas las fases de la producción de azúcar (Convenio Internacional del Azúcar, Ginebra 1992).

Artículo 40 Entrada en vigor.

1. El presente Convenio entrará definitivamente en vigor el 1 de enero de 1993 o en cualquier otra fecha posterior, si para esa fecha se han depositado los

correspondientes instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión en nombre de varios Gobiernos que reúnan el 60 % de los votos conforme a la distribución establecida en el Anexo del presente Convenio (Convenio Internacional del Azúcar, Ginebra 1992).

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

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

Del cuadro y gráfica del 1 a la 5, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; del cuadro y grafica 6, se obtienen los datos para comprobar la variable independiente o causa principal.

Se hace la observación que con el cuadro y grafica 1 se comprueba la variable dependiente; y, con el cuadro y grafica 6 se comprueba la variable independiente contenida en la hipótesis de trabajo formulada

III.1. Cuadros y gráficas para la comprobación del efecto o variable dependiente (Y)

Cuadro 1

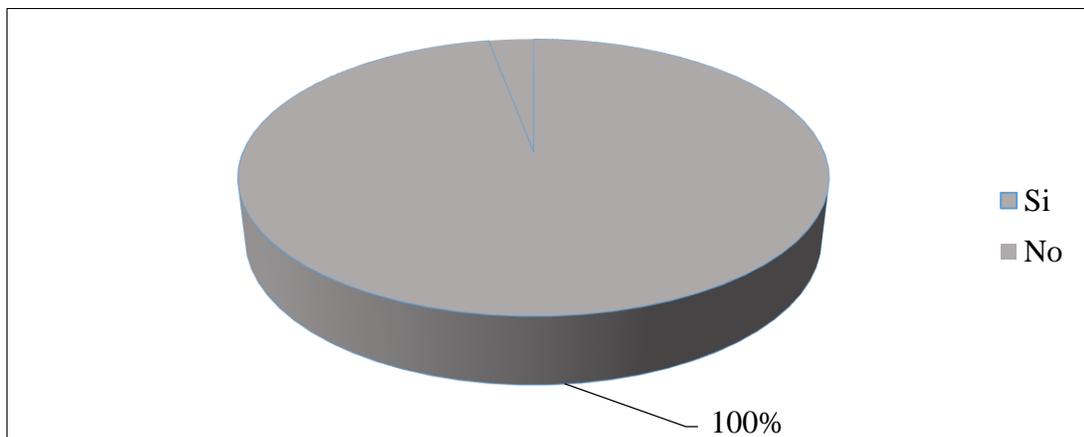
Existencia de pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	34	100%
No	0	0%
Totales	34	100%

Fuente: Encuesta dirigida a personal de área de extracción de jugo de caña, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Gráfica 1

Existencia de pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.



Fuente: Encuesta dirigida a personal de área de extracción de jugo de caña, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Análisis

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el 100 % de los encuestados consideran que existe pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años. Con esto se comprueba el efecto.

Cuadro 2

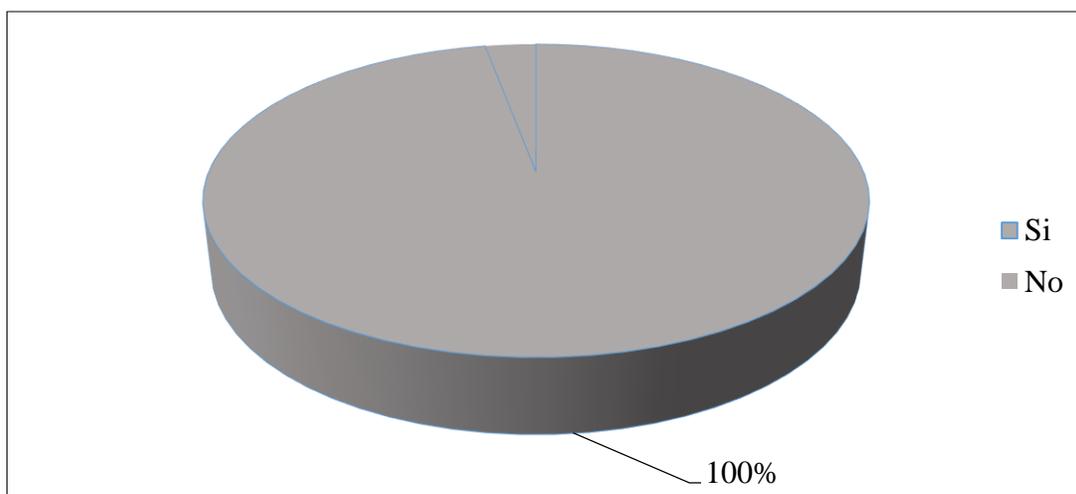
Pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio se reducen proporcionando mantenimiento a las mismas.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	34	100%
No	0	0%
Totales	34	100%

Fuente: Encuesta dirigida a personal de área de extracción de jugo de caña, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Gráfica 2

Pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio se reducen proporcionando mantenimiento a las mismas.



Fuente: Encuesta dirigida a personal de área de extracción de jugo de caña, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Análisis

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el 100 % de los encuestados consideran que la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio se reducen proporcionando mantenimiento a las mismas. Con esto se comprueba el efecto.

Cuadro 3

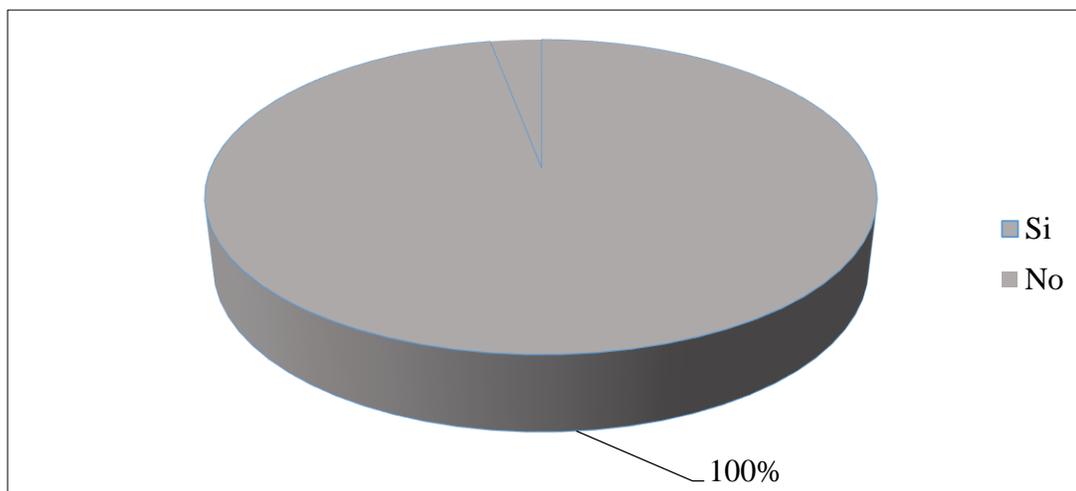
Plan de mantenimiento preventivo reduce la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	34	100%
No	0	0%
Totales	34	100%

Fuente: Encuesta dirigida a personal de área de extracción de jugo de caña, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Gráfica 3

Plan de mantenimiento preventivo reduce la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio.



Fuente: Encuesta dirigida a personal de área de extracción de jugo de caña, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Análisis

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el 100 % de los encuestados consideran que con un plan de mantenimiento preventivo reduce la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio. Con esto se comprueba el efecto.

Cuadro 4

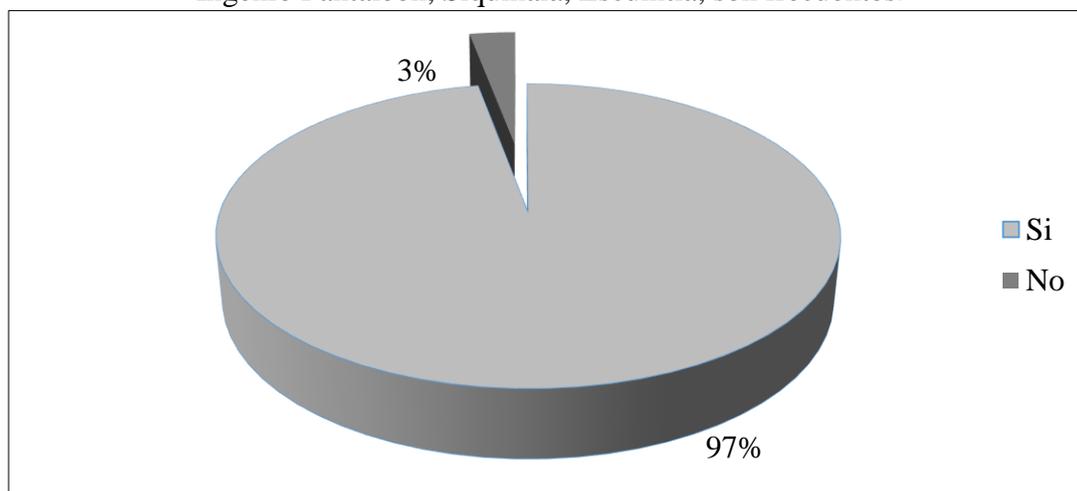
Las fallas en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, son frecuentes.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	33	97%
No	1	3%
Totales	34	100%

Fuente: Encuesta dirigida a personal de área de extracción de jugo de caña, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Gráfica 4

Las fallas en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, son frecuentes.



Fuente: Encuesta dirigida a personal de área de extracción de jugo de caña, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Análisis

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el 97 % de los encuestados consideran que las fallas en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, son frecuentes, a diferencia que el 3 % consideran que no. Con esto se comprueba el efecto.

Cuadro 5

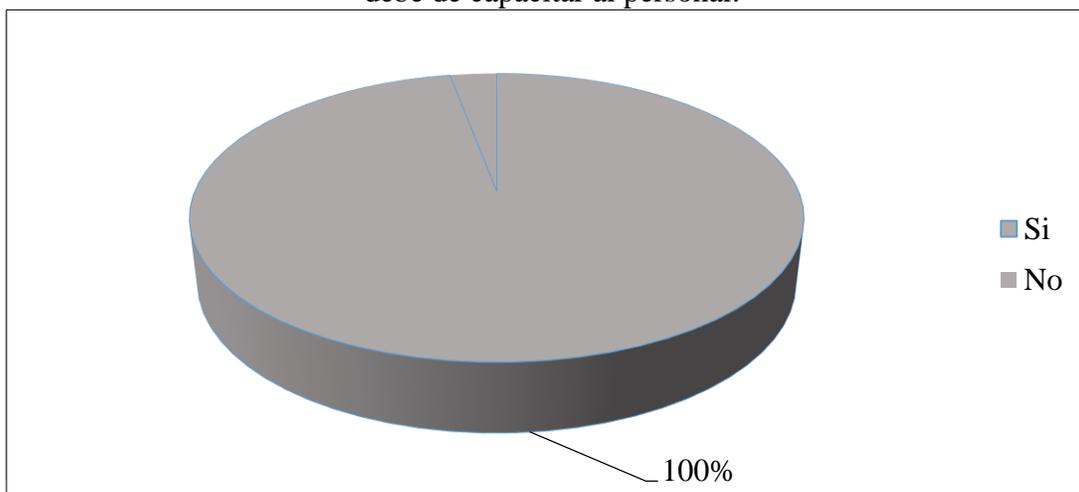
Para reducir la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, se debe de capacitar al personal.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	34	100%
No	0	0%
Totales	34	100%

Fuente: Encuesta dirigida a personal de área de extracción de jugo de caña, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Gráfica 5

Para reducir la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, se debe de capacitar al personal.



Fuente: Encuesta dirigida a personal de área de extracción de jugo de caña, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Análisis

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el 100 % de los encuestados consideran que para reducir la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, se debe de capacitar al personal. Con esto se comprueba el efecto.

III.2. Cuadros y gráficas para la comprobación de la causa o variable independiente (X)

Cuadro 6

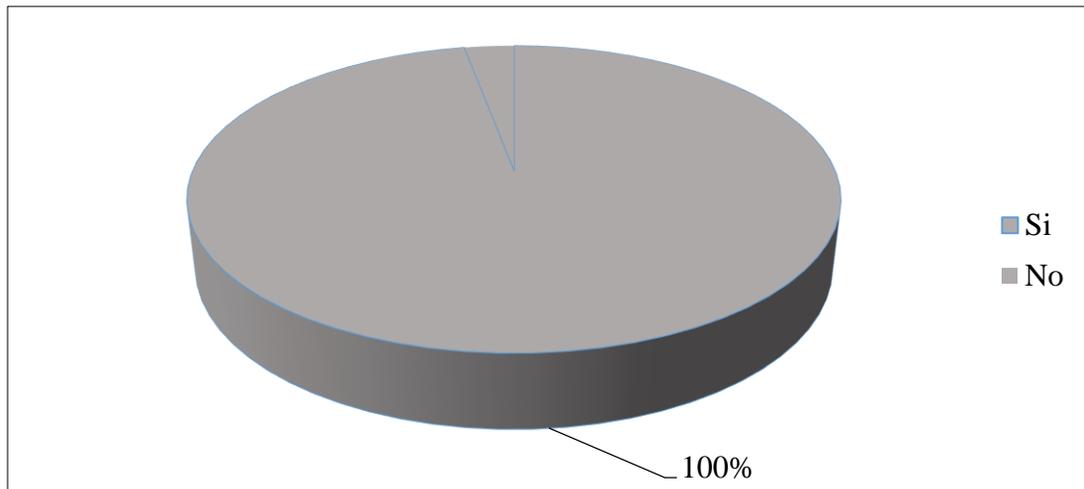
Falta de un Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100%
No	0	0%
Totales	5	100%

Fuente: Encuesta dirigida a Jefe de proceso, Coordinador de proceso y Supervisores, de Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Gráfica 6

Falta de un Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.



Fuente: Encuesta dirigida a Jefe de proceso, Coordinador de proceso y Supervisores, de Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Análisis

Se puede apreciar en el cuadro y grafica anteriores, que el 100 % de los encuestados consideran que no existe un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla. Con esto se comprueba la causa principal.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1. Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis: “La pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, por fallas frecuentes en maquinaria, es debido a la falta de Plan de mantenimiento preventivo”.
2. Existe pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio se reducen proporcionando mantenimiento a las mismas.
3. No existe plan de mantenimiento preventivo se reduce la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio.
4. Las fallas en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, son frecuentes.
5. Existe la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, por la falta de capacitación al personal.

IV.2. Recomendaciones

1. Implementar la propuesta: Un plan de mantenimiento preventivo en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.
2. Disminuir el tiempo de reparación maquinaria Programando mantenimiento adecuado para las mismas.
3. Crear un plan de mantenimiento preventivo en el ingenio ayudará a reducir las pérdidas de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar.
4. Programar el mantenimiento frecuente para las maquinarias para que esto ayude a disminuir las fallas.
5. Capacitar al personal para reducir las pérdidas de tiempo por reparación de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar en el Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Bibliografía

1. Bravo D. y Suárez D. (2008) *Guía teórico Práctica de Mantenimiento Mecánico*. Universidad de Oriente.
2. Chávez S. (1981) *La maduración su control y la cosecha de la caña de azúcar*. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar.
3. Chen, J. C. (1991) *Manual del azúcar de caña: para fabricantes de azúcar de caña y químicos especializados*. México: Limusa
4. Chiavenato, I. (2006) *Administración de Recursos Humanos*. (5ª. Ed.). Colombia: Mc Graw Hill
5. Cortés, J. (2007). *Seguridad e higiene en el trabajo, técnicas de prevención de riesgos laborales*. (9ª. Ed.). Madrid: Editorial Tébar, S.L.
6. Díaz, A., Gallego, A., Márquez, A., Millán, A., Moreno, J., Fernández, R. y Viñas, J. (2008) *Manual para la formación en prevención de riesgos laborales*. (5ª. ed.). España: Editorial Lex Nova
7. González, A., Mateo, P., González, D. (2006) *Manual para el técnico en prevención de riesgos laborales*. (5ª. ed.). Madrid, España. Editorial Fundación Confemetal.
8. Hernández, A. (2005) *Seguridad e higiene industrial*. México: Limusa
- Humbert, R. (1974) *El cultivo de la caña de azúcar*. México Compañía Editorial Continental S.A.
10. Larrahondo, E. (1995) *Calidad de la Caña de Azúcar*. En Cassalet, D., Torres, A.J., Isaacs, E. *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Cali, Colombia*: CENICANÑA Colombia
11. Melgar, M. y Orosco, H. (2012) *Cultivo de la caña de azúcar*. (Cengicaña,) Guatemala: Editorial Artemis edinter.

12. Moubray John (2004) *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Carolina del Norte: Aladon LLC
13. Moubray, J. Mantenimiento (1997) *Centrado en la Confiabilidad (RCM)*. Editorial Butterworth Heinemann, 2da Edición, Oxford.
14. Ramírez, C. (2005) *Seguridad Industrial: Un enfoque integral*. México: Editorial Limusa
15. Rey Sacristán, F. (2005) *Las 5s: Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. España: Fundación Confemetal
16. Rein, P. (2012) *Ingeniería de la caña de azúcar*, Berlín. Alemania: Elbe Druckerei Wittenberg, Bartens.
17. Rodellar, A. (1998) *Seguridad e higiene en el trabajo*. España: Marcombo S.A
18. Romero, C. (2010) *Evaluación de la gestión de mantenimiento y validación de correctivos*. Caracas.
19. Ruiz, y subiros, f. (2000) *El cultivo de la caña de azúcar*. Costa rica: Editorial EUNED.
- Torres, L. (2005) *Mantenimiento su Implementación y Gestión*; Buenos Aires Argentina: Editorial Qualitymark.
20. Toro (1983) *Botánica de la caña de azúcar*. La abana cuba: pueblo y educación.
21. Villatoro, B. y Pérez, O. (2012) *Caracterización de la zona cañera de Guatemala. El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala*. Guatemala.

Tesis

22. Coronado, J. (2018) *Propuesta de Optimización del Mantenimiento Preventivo Diario de la maquinaria Agrícola en Ingenio Pantaleón*. Guatemala (Tesis Inédita de Ingeniería) Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Mecánica

23. Hernández, Y. (2014) *Elaboración de Panela Blanca a Partir de Jugo de Caña Purificado con Carbón Activado de Bagazo y Ultrafiltración*. México: (Tesis Inédita de Ingeniería química) Universidad Veracruzana Facultad de Ciencias Químicas Zona Xalapa
24. Sebastián, J. (2011) *Propuesta Para la Planeación y Programación del Mantenimiento a Través de Indicadores en el Ingenio la Unión S.A Guatemala*: (Tesis Inédita de Ingeniería Industrial) Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
25. Sunún E. (2017) *La Promoción de una Iniciativa de Ley que Regule la Inclusión de la Actividad Productiva de Biocombustibles Derivados de la Agroindustria Azucarera de Guatemala Dentro del Tráfico Mercantil*. Guatemala (Tesis Inédita de Licenciatura) Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
26. Villegas, J. (2016), *Propuesta de Mejora en la Gestión del Área de Mantenimiento para la Optimización del Desempeño de la Empresa Manfer S.R.L. Contratistas Generales*. Arequipa, Perú (Tesis Inédita de Ingeniería) Universidad Católica San Pablo Facultad de Ingeniería y Computación Programa Profesional de Ingeniería Industrial
27. Vila, A. (2003) *El impacto social de la agroindustria azucarera en Guatemala* (Tesis inédita de Licenciatura en administración de empresas). Guatemala: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Francisco Marroquín

Leyes

28. Constitución Política de la República de Guatemala. Asamblea Nacional Constituyente. 1985.
29. Código de Comercio de Guatemala. Decreto No. 2-70 Congreso de la República

de Guatemala. 1970.

30. Código de Trabajo de Guatemala Decreto No. 1441 Congreso de la República de Guatemala
31. Reglamento De Salud Y Seguridad Ocupacional Acuerdo Gubernativo No. 229-2014. Guatemala
32. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental Acuerdo Gubernativo No. 137-2016 Congreso de la República de Guatemala. 2016.
33. Convenio Internacional del Azúcar. Ginebra, 20 de marzo de 1992 de las Naciones Unidas.
34. Convenio Internacional Sobre las Horas de Trabajo (industria), Wáshington Estados Unidos de América 29 de octubre de 1919.

e- grafías

35. BorgWarner Morse Tec México S. A. de C. V. (2009) 5 Eses: Cursó breve y Descripción de la metodología <http://www.slideshare.net/JavierMonroyPadilla/curso-5-eses> Fecha de Visita: 10/10/2019/ Hora: 10:30 A: M.

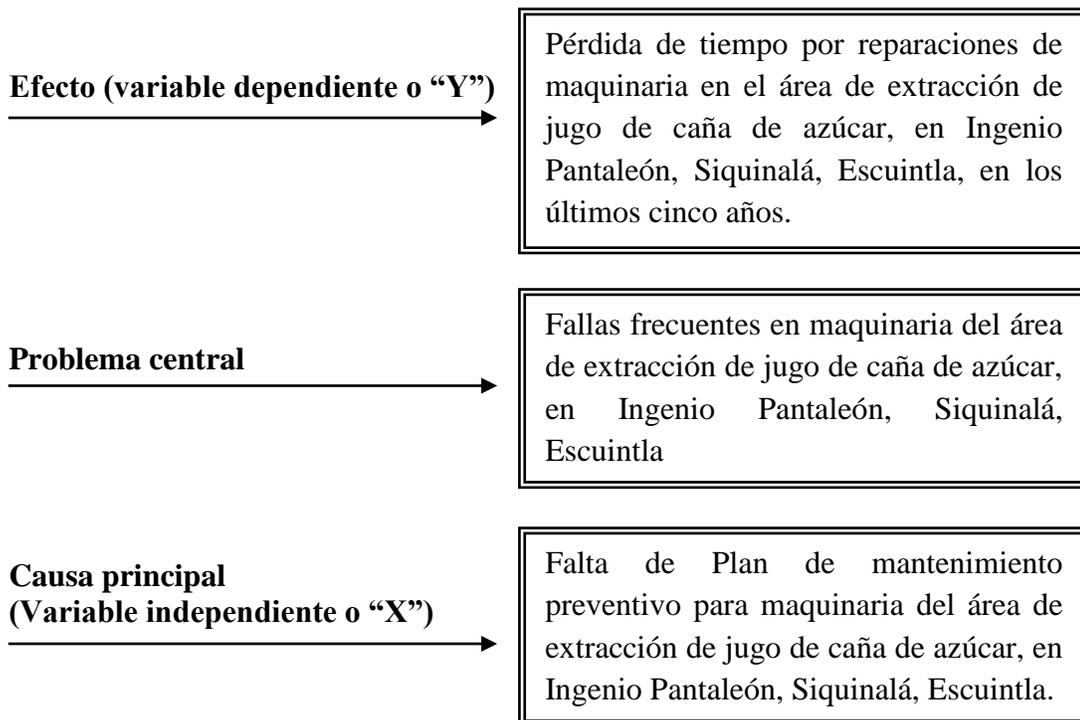
Anexos

Anexo 1: Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos

1.1.Árbol de problemas e hipótesis

Tópico: pérdida de tiempo por reparación de maquinaria.

De acuerdo con la investigación realizada en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, y con la aplicación del método científico y del marco lógico fue posible identificar el siguiente problema central, así como la causa y efecto general:



Hipótesis:

“La pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años., por fallas frecuentes en maquinaria, es debido a la falta de Plan de mantenimiento preventivo

¿Es la falta de plan de mantenimiento preventivo y las fallas frecuentes, las causas de la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años?

1.2. Árbol de objetivos

De acuerdo con la problemática, causa y efecto planteados en el árbol de problemas, fue posible la determinación y diagramación de los objetivos del trabajo de graduación.

Fin u objetivo general



Reducir la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Objetivo específico



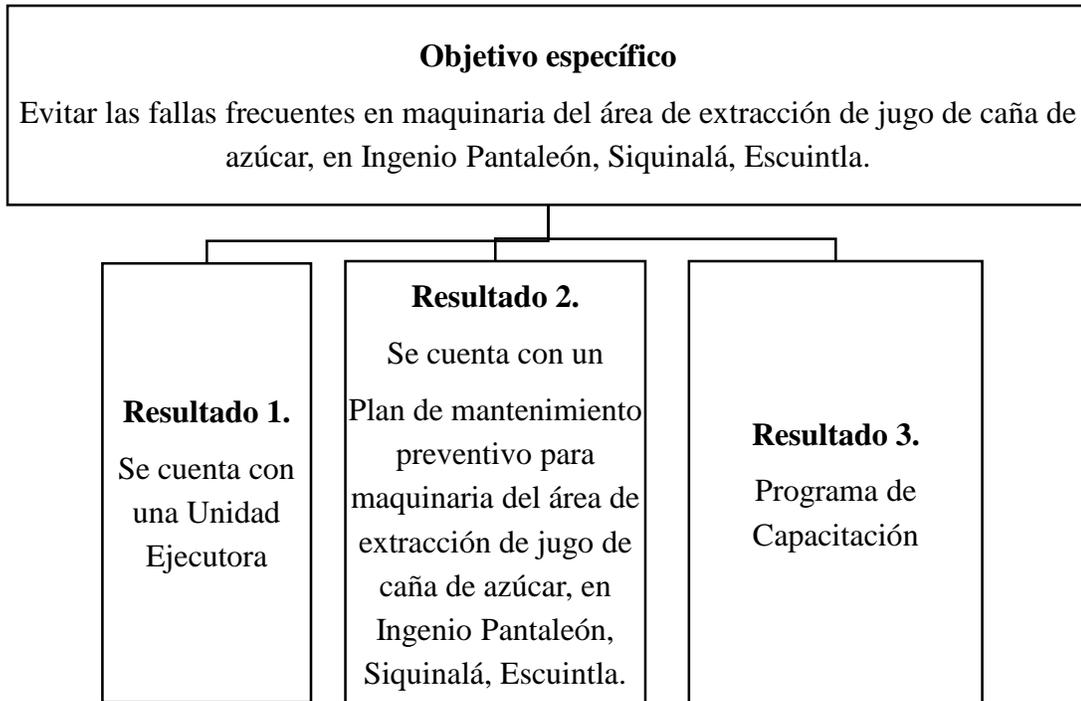
Evitar las fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Medio de solución



Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Anexo 2. Diagrama del medio de solución de la problemática



Anexo 3. Boleta de investigación para comprobación del efecto general

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Licenciatura

Boleta de investigación

Objetivo: Esta boleta tiene por objeto comprobar la variable dependiente: Pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.

Esta boleta está dirigida a 34 colaboradores (personal de área de extracción de jugo de caña), mediante un censo) resultado de una muestra de 69, cualitativa, con 90 % de Nivel de Confianza y 10 % de error muestral.

Instrucciones: a continuación, se les presentan varias preguntas a los que les deben responder y marcar con una “x” la respuesta que considere correcta.

1. ¿Considera que existe pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años?

SI_____ NO_____ ¿Por qué?_____

2. ¿Considera que la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio se reducen proporcionando mantenimiento a las mismas?

SI_____ NO_____ ¿Por qué?_____

3. ¿Considera que con un plan de mantenimiento preventivo se reduce la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, del ingenio?

SI_____ NO_____ ¿Por qué?_____

4. ¿Cree usted que las fallas en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, son frecuentes?

SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____

5. ¿Cree que para reducir la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, se debe de capacitar al personal?.

SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Licenciatura

Boleta de investigación

Objetivo: Esta boleta tiene por objeto comprobar la variable independiente: Falta de plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Esta boleta de censo, está dirigida a: 1 Jefe de proceso, 1 Coordinador de proceso y 3 Supervisores.

Instrucciones: A continuación, se les presentan varias preguntas a los que les deben responder y marcar con una “x” la respuesta que considere correcta.

1. ¿Sabe usted si existe un Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla?

SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 5. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Anexo metodológico para el cálculo de la muestra

Población finita y cualitativa

A continuación, se desarrolla el anexo del cálculo de la muestra al 90% del nivel de confianza y al 10 % de error de muestreo por el método aleatorio de población finita cualitativa, que fue dirigida a los colaboradores del ingenio Pantaleón, del área de extracción de jugo de caña de azúcar. El nivel de confianza considerado (Z) según la curva de Lorenz corresponde al valor de 1.645. Se aclara que se utilizó el 50% del valor “p”, debido a que no se contaban con investigaciones previas. Para recibir toda la información se tomó una muestra del total de los 69 colaboradores.

CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

CASO: POBLACIÓN FINITA CUALITATIVA.

$$n = \frac{N Z^2 pq}{N d^2 + Z^2 pq}$$

N=	69.00	N= Población
Z=	1.645	Z= Valor "Z" en tabla
Z ² =	2.70603	
p =	0.50	p= Probabilidad de éxito (Probabilidad que ocurra)
q =	0.50	q= Probabilidad de fracaso (Probabilidad que no ocurra)
d =	0.10	d= Margen de error permitido(determinado por el responsable de la investigación)
d ² =	0.01	
NZ ² pq =	46.68	
Nd ² =	0.69	
Z ² pq =	0.68	
Nd ² + Z ² pq =	1.37	
n =	34.16	n= Muestra

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.98, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y=a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $\geq \pm 0.80$ a $\pm \leq 1$;

A continuación, se presenta los cálculos y fórmulas utilizadas para obtener dicho coeficiente.

Calculo de coeficiente de correlación.

Año	X (años)	Y (Efecto) Pérdida de tiempo en reparación de maquinaria (en horas).	XY	X ²	Y ²
2015-2016	1	106	106.00	1	11236.00
2016-2017	2	107	214.00	4	11449.00
2017-2018	3	116	348.00	9	13456.00
2018-2019	4	120	480.00	16	14400.00
2019-2020	5	124	620.00	25	15376.00
Totales	15	573	1768.00	55	65917.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	1768
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	65917.00
$\sum Y=$	573
$n\sum XY=$	8840
$\sum X*\sum Y=$	8595
NUMERADOR	245

$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	329585.00
$(\sum Y)^2=$	328329.00
$n\sum X^2-(\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$	1256
$(n\sum X^2-(\sum X)^2)*($	62800.00
Denominador:	250.5992817
r=	0.977656433

FORMULA:

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

Análisis:

Al realizar el cálculo matemático estadístico se determinó un coeficiente de correlación equivalente a 0.97, este dato es estadísticamente aceptable por lo que se puede a realizar una proyección.

Anexo 7. Anexo metodológico de la proyección

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

Previo a ello se procedió determinar el comportamiento de la variable tiempo respecto a casos sujetos de estudio en el tiempo con forme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente $y=a+bx$. Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables el coeficiente de correlación debe oscilar de $\geq \pm 0.80$ a $\pm \leq 1$; cuyo cálculo es parte integrante de este documento

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

Proyección lineal $Y= a+ bx$

AÑO	X (años)	Y (Efecto) Pérdida de tiempo en reparación de maquinaria (en horas).	XY	X ²	Y ²
2015-2016	1	106	106	1	11236.00
2016-2017	2	107	214	4	11449.00
2017-2018	3	116	348	9	13456.00
2018-2019	4	120	480	16	14400.00
2019-2020	5	124	620	25	15376.00
Totales	15	573	1768	55	65917.00

n=	5		
$\sum X=$	15		
$\sum XY=$	1768		
$\sum X^2=$	55		
$\sum Y^2=$	65917.00		
$\sum Y=$	573		
$n\sum XY=$	8840		
$\sum X*\sum Y=$	8595		
NUMERADOR	245		
Denominador de b:			
$n\sum X^2=$	275		
$(\sum X)^2=$	225		
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50		
b=	4.9		
Numerador de a:			
$\sum Y=$	573		
$b * \sum X =$	73.5		
Numerador de			
a:	499.5		
a=	99.9		

FORMULAS:

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

FORMULAS:

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

ECUACION DE LA RECTA $Y= a+(b*x)$				
Y=	a	+	(b * X)	
Y=	99.9	+	4.9	X
Y=	99.9	+	4.9	6
Y=	129.3			

ECUACION DE LA RECTA $Y= a+(b*x)$				
Y=	a	+	(b * X)	
Y=	99.9	+	4.9	X
Y=	99.9	+	4.9	7
Y=	134.2			

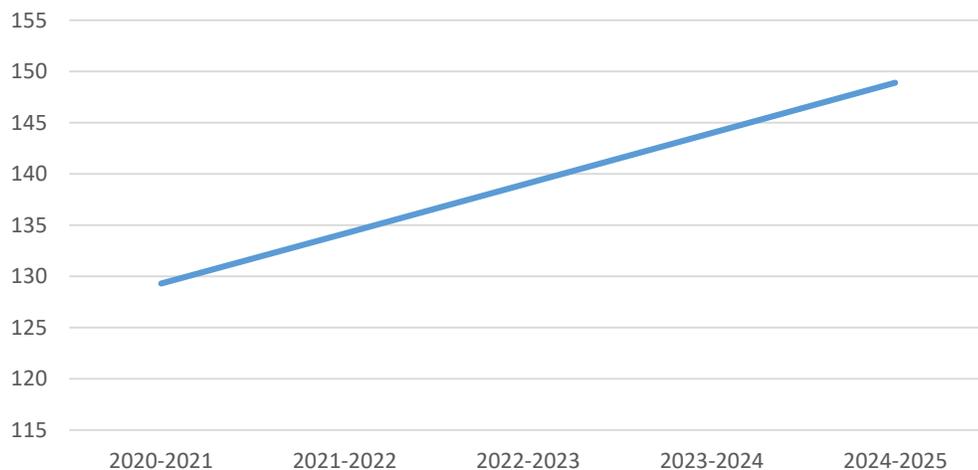
ECUACION DE LA RECTA $Y= a+(b*x)$				
Y=	a	+	(b * X)	
Y=	99.9	+	4.9	X
Y=	99.9	+	4.9	8
Y=	139.1			

ECUACION DE LA RECTA $Y= a+(b*x)$				
Y=	a	+	(b * X)	
Y=	99.9	+	4.9	X
Y=	99.9	+	4.9	9
Y=	144			

ECUACION DE LA RECTA $Y= a+(b*x)$				
Y=	a	+	(b * X)	
Y=	99.9	+	4.9	X
Y=	99.9	+	4.9	10
Y=	148.9			

Años	Y (Efecto) Pérdida de tiempo en reparación de maquinaria (en horas) PROYECTADOS
2020-2021	129
2021-2022	134
2022-2023	139
2023-2024	144
2024-2025	149

Y (Efecto) Pérdida de tiempo en reparación de maquinaria (en horas) PROYECTADOS



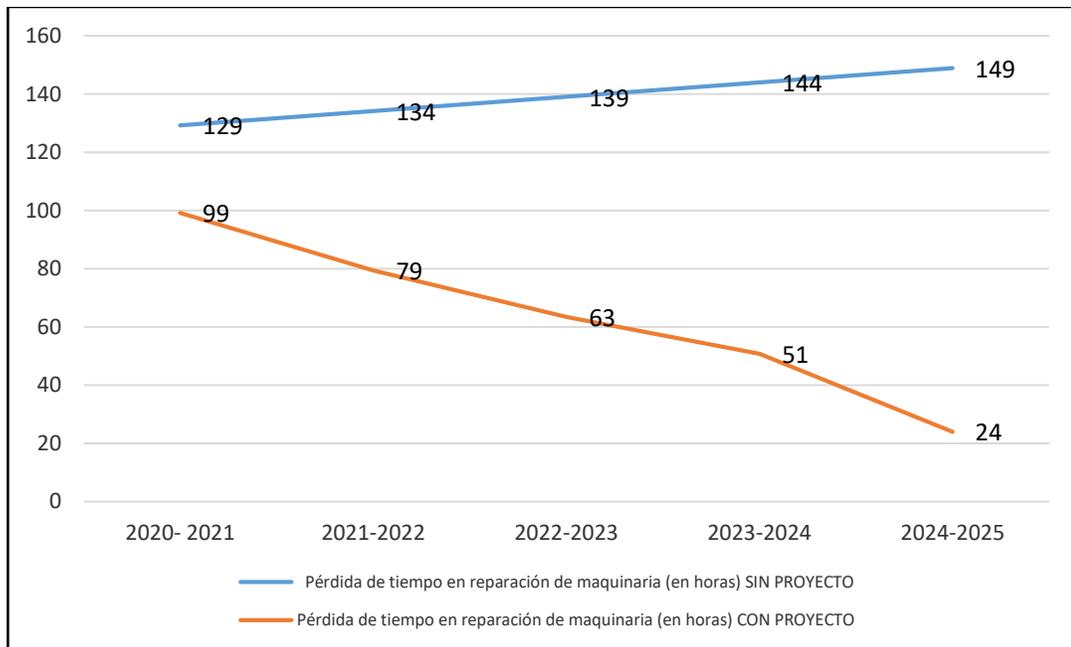
Cálculo de proyección de la línea recta con Proyecto.

2020-2021	129	99
2021-2022	134	79
2022-2023	139	63
2023-2024	144	51
2024-2025	149	24

$Y(2020) = Y(2019) - 20\%$	
$Y(2020) = 124 - 20\% =$	99
$Y(2021) = Y(2020) - 20\%$	
$Y(2021) = 129 - 20\% =$	79
$Y(2022) = Y(2021) - 20\%$	
$Y(2022) = 134 - 20\% =$	63
$Y(2023) = Y(2022) - 20\%$	
$Y(2023) = 139 - 20\% =$	51
$Y(2024) = Y(2023) - 20\%$	
$Y(2024) = 144 - 20\% =$	24

Analisis comparativo con y sin proyecto

Años	Pérdida de tiempo en reparación de maquinaria (en horas) SIN PROYECTO	Pérdida de tiempo en reparación de maquinaria (en horas) CON PROYECTO	Diferencial
2020- 2021	129	99	30
2021-2022	134	79	55
2022-2023	139	63	76
2023-2024	144	51	93
2024-2025	149	24	125
Sumatoria			379



De no aplicarse la propuesta la pérdida de tiempo en reparación de maquinaria será de 149 horas. Pero si se aplica la propuesta la pérdida de tiempo en horas será de 24.

Julio Fernando Tejax Elías

TOMO II

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA
DEL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR,
EN INGENIO PANTALEÓN, SIQUINALÁ, ESCUINTLA.



Asesor General Metodológico:

MSc. Daniel Humberto González Pereira

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2021

Esta tesis fue presentada por el autor,
previo a obtener el título universitario de
Licenciatura en Ingeniería Industrial con
Énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Prólogo

De acuerdo al reglamento del programa de graduación de Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título universitario en Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, se llevó a cabo el estudio denominado: “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla”, se llevó a cabo para proponer las posibles soluciones a la problemática en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla”, por Fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Esta investigación tiene como finalidad ser útil a futuros estudiantes de diferentes universidades del país como fuente de consulta, incluyendo los resultados obtenidos en la investigación y que puedan aplicarse en diferentes áreas de trabajo similares a los que se realizan en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte a dicha solución, tres resultados que son: Se cuenta con una Unidad Ejecutora; Se cuenta con un Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla; Programa de capacitación.

Estos resultados permitirán disminuir el tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años.

Presentación

Estudio de tesis titulado, “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.”, fue realizada durante los meses de febrero a diciembre del año dos mil dieinueve, como requisito previo a optar el título universitario de Ingeniería Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Se determinó que el problema central son las fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

En la investigación surgió una propuesta para solucionar el problema, formada por tres resultados que son: a) Se cuenta con una Unidad Ejecutora. b) Se cuenta con un Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla; c) Programa de capacitación.

Índice

No.	Contenido	Página
I.	RESUMEN.....	01
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	06
II.1	Conclusión.....	06
II.2	Recomendación.....	06
	Anexos	

I. RESUMEN

El presente trabajo de investigación, “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla”, es una propuesta de solución a la problemática de fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

El planteamiento del problema refleja que desde hace cinco años en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla hay fallas frecuentes de maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, teniendo como efecto pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años, siendo la causa falta de Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar.

La hipótesis es: “La pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años., por fallas frecuentes en maquinaria, es debido a la falta de Plan de mantenimiento preventivo”.

Teniendo como objetivos de la siguiente investigación:

Objetivo general: Reducir la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Objetivo específico: Evitar las fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

La investigación se justifica porque en los últimos 5 años se han incrementado las pérdidas de tiempo por reparaciones de maquinaria, y no existe un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña,

para evitar fallas frecuentes y reducir pérdidas de tiempo.

Si se aplica la propuesta se evitará las pérdidas de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en los últimos 5 años. Por lo contrario, sino se aplica la propuesta continuarán las pérdidas de tiempo por reparación de maquinaria, ya que no hay un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar.

La metodología utilizada reunió un conjunto de métodos y técnicas para la obtención de resultados y la comprobación de las variables dependiente e independiente, así como la formulación y comprobación de la hipótesis.

Para poder comprobar la hipótesis planteada “La pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años., por fallas frecuentes en maquinaria, es debido a la falta de Plan de mantenimiento preventivo”. Se realizó la siguiente metodología.

Los métodos utilizados en la formulación de la hipótesis fueron: El Método Deductivo y el Método del Marco Lógico. El primero se utilizó para identificar la problemática, que inicia con la observación de fenómenos naturales y de esta manera definir la investigación planteada, por lo que fue necesario visitar Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

El método del Marco Lógico o la Estructura Lógica, sirvió para la elaboración de los árboles de problemas y objetivos, para establecer los resultados deseados y esperados dentro de la investigación, así mismo para fijar y establecer los insumos y tiempos por cada resultado. También para comprobar la hipótesis.

Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

Los métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis fueron los siguientes: Inductivo, de Síntesis y Estadístico.

Las técnicas empleadas en la formulación y comprobación de la hipótesis fueron las siguientes: Lluvia de ideas, Observación Directa, Investigación Documental, Cuestionario, Entrevista y Análisis.

Para la entrevista se diseñaron boletas de investigación, para comprobar la variable dependiente “Y” (efecto) e independiente “X” (causa) de la hipótesis, esto fue realizado con el mismo personal que trabaja dentro del Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

La técnica de Análisis se aplicó al interpretar los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, “Y” y “X”, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis.

El Marco Teórico que constituyó una base que sustenta la propuesta con aspectos doctrinarios acorde a la investigación que ayudaron a la comprensión de la temática en relación.

Los anexos son:

Anexo 1. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos

El diagrama del problema, el efecto (variable o dependiente Y) la causa (variable independiente “X”) y propuesta de solución. Así como la hipótesis identificada u objetivo de la investigación con el diagnóstico esquematizado para su posterior comprobación.

En el diagrama de los objetivos de trabajo de acuerdo con la problemática causa y efecto incluidos en el árbol de problemas. Siendo el objetivo general, el objetivo específico y el medio de solución o nombre del trabajo.

Anexo 2. Diagrama del medio de solución de la problemática

El que corresponde al objetivo específico “Evitar las fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla”, esquematizado en tres resultados, que serán desarrollados en su orden.

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

Variable dependiente “Y”; Pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años. Aplicada a los trabajadores de Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla. Su objetivo es determinar los procedimientos correspondientes a cada puesto de trabajo de Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal

Variable independiente “X”: Falta de Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla. Su objetivo es determinar el conocimiento de los colaboradores administrativos de Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, sobre la falta de plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar.

Anexo 5. Metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

Los sujetos de esta investigación y estudio son los empleados que laboran en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla. Para recibir toda la información se tomó una muestra del total de los 69 colaboradores, así poder realizar el cálculo de muestra cuantitativa. La muestra la conforman 34 trabajadores de Ingenio Pantaleón.

Anexo 6. Metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. El Coeficiente de correlación debe oscilar de ≥ 0.80 a ≤ 1 .

Anexo 7. Metodológico de la proyección

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

Previo a ello se procedió determinar el comportamiento de la variable tiempo respecto a casos sujetos de estudio en el tiempo con forme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente $y=a+bx$. Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables el coeficiente de correlación debe oscilar de ≥ 0.80 a ≤ 1 .

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

II.1. Conclusión

Se comprueba la hipótesis: La pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años., por fallas frecuentes en maquinaria, es debido a la falta de plan de mantenimiento preventivo. Con el 90% de nivel de confianza y con el 10% de error muestral.

II.2. Recomendación

Implementar la propuesta: Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

Anexos

Anexo 1. Descripción general de la propuesta

1. Introducción

El problema de la investigación son las fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, lo anterior tiene como efecto pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en los últimos 5 años. La causa del problema es la falta de plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

La hipótesis que se comprobó fue: “La pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, en los últimos cinco años., por fallas frecuentes en maquinaria, es debido a la falta de Plan de mantenimiento preventivo”.

El objetivo general es reducir la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria. El objetivo específico es evitar las fallas frecuentes en maquinaria. El medio de solución está formado por tres resultados que son: Se cuenta con una Unidad Ejecutora, Se cuenta con un Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, y se cuenta con un Programa de capacitación.

1.1. Descripción de resultados

Se pretende con la siguiente propuesta en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla, cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, integrada por tres resultados, con estos se pretende solucionar el problema. Los resultados se desarrollan a continuación:

Resultado 1. Se cuenta con una Unidad Ejecutora

La Unidad Ejecutora estará integrada por un jefe de proceso y un Coordinador de proceso, ellos velarán porque se cumplan los procesos de mantenimiento preventivo de la maquinaria para extracción de jugo de caña.

Para el desarrollo del resultado se llevó a cabo lo siguiente, reclutamiento y selección de personal todo esto por el departamento de recursos humanos.

El personal a contratar es un Ingeniero Industrial con experiencia en mantenimiento preventivo de maquinaria.

Actividad 1: Contratación de personal.

El perfil es el siguiente:

Ingeniero Industrial

Identificación del puesto

Ubicación administrativa: Área de extracción de jugo de caña de azúcar

Título del puesto: Ingeniero Industrial con especialidad en mantenimiento de maquinaria

Jefe inmediato superior: Jefe de Proceso

Subalternos: Mecánicos de mantenimiento y ayudante de mecánicos de mantenimiento de maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar.

Naturaleza del puesto (descripción)

Es un puesto que tiene como responsabilidad el mantenimiento preventivo de manera eficiente de la maquinaria utilizada en de extracción de jugo de caña de azúcar.

Actividad 2: Asignar funciones del puesto.

Funciones del puesto

Responsable del mantenimiento preventivo de la maquinaria para extracción de jugo de caña del ingenio.

Supervisa el trabajo de mecánicos y ayudantes de mecánicos responsables del mantenimiento preventivo.

Dirige y supervisa las actividades del personal a su cargo.

Proporciona el equipo y material necesario para el mantenimiento.

Mantiene en orden el equipo y sitio de trabajo, reportando cualquier anomalía.

Relaciones de trabajo

Cumplir con las responsabilidades y tareas asignadas dentro del área de trabajo.

Autoridad

Mantenimiento preventivo de maquinaria del área de extracción de azúcar.

Responsabilidad

Presentar los informes indicados en sus atribuciones al jefe de proceso.

Toma de decisiones

Las decisiones que se toman se basan en políticas específicas y/o en procedimientos definidos de mantenimiento preventivo, para lograr objetivos específicos y/o establecer técnicas o estándares, a nivel operativo.

Supervisión:

El cargo recibe supervisión general de manera directa y constante, y ejerce supervisión específica de manera indirecta y constante.

Actividad 3: Seguridad industrial

Condiciones ambientales y riesgo de trabajo

Ambiente de trabajo:

El cargo se ubica en un sitio cerrado agradable.

Riesgo:

El cargo está sometido a accidente y/o enfermedad, con una magnitud de riesgo leve, con posibilidad de ocurrencia media.

Esfuerzo:

El cargo exige un esfuerzo físico de estar caminando constantemente y sentado/parado periódicamente, y requiere de un grado de precisión manual y visual medio.

Actividad 4: definir especificaciones del puesto.

Educación:

Ingeniero Industrial.

Experiencia:

Un (3) año de experiencia en mantenimiento preventivo de maquinaria.

Conocimientos en:

Manejo de maquinaria

Mantenimiento preventivo de maquinaria

Técnicas y principios de Ingeniería Industrial.

Principios administrativos

Habilidad para:

Supervisar personal.

Analizar información.

Elaborar informes.

Organizar el trabajo.

Transmitir conocimientos.

Comunicarse.

Iniciativa.

Destrezas en:

El manejo de maquinaria en área de extracción de jugo de caña en Ingenio.

Actividad 4: Gestión de quipo.

Se gestiona la compra de equipo para mantenimiento. El mobiliario es el siguiente: un escritorio, tres sillas, una computadora marca DELL reciente, una impresora HP profesional, y un celular corporativo.

Se llevó a cabo la ejecución de la propuesta por medio de un plan

Resultado 2. Se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla

 <p>INGENIO PANTALEÓN</p>	<p>“Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla”</p>
--	---

Actividad 1: Estudio de la empresa a realizar el proyecto.

I. Introducción

Es inevitable, las averías en las empresas ocurren, y lo peor de todo es que “las averías son caras”.

En la medida en la que las empresas realizan un plan de mantenimiento preventivo, también conocido como mantenimiento industrial, se reducen las averías imprevistas, y toda la empresa se ve beneficiada, ya que nos podemos anticipar a los problemas en un porcentaje alto.

Hoy en día es casi obligatorio tener una atención especial a la gestión de activos. Las inversiones en recursos son muy significativas, y el mal funcionamiento o inoperancia de los mismos deriva en pérdidas económicas que pueden llegar a ser muy críticas.

Las averías son caras porque producen:

Costes de reparación que incluyen gastos en materiales, gastos de personal, gastos en servicios subcontratados.

Daños en las máquinas o instalaciones, que en algunos casos supone el acortamiento de su vida útil.

Pérdidas de producción, ya que, por un lado, se pierde la cantidad de producto que se ha obtenido con taras consecuencia de un mal funcionamiento, y por otro, el trastorno de la planificación al retrasarse las entregas. Pero lo más importante, el mal servicio si la situación afecta a los clientes.

Riesgos para las personas. En algunas ocasiones, existen averías que pueden provocar accidentes muy graves.

Realizar un plan de mantenimiento industrial ayuda a reducir todos estos costos, al reducir las paradas de máquina y la sub actividad de producción. Además, se ven reducidas también el número de intervenciones, las horas empleadas y los costes de mantenimiento correctivo que se provocan a para solucionar las averías.

En un post anterior ya tratamos los tipos de mantenimiento industrial que puedes leer aquí, ahora hablaremos de los objetivos a conseguir.

1. Objetivos

1.1. General

Diseñar e implementar un sistema de mantenimiento preventivo y un plan de seguridad e higiene industrial en el área de fábrica del Ingenio Pantaleón y así, obtener un servicio eficiente y seguro de los equipos que intervienen en el proceso de extracción de jugo de la caña de azúcar.

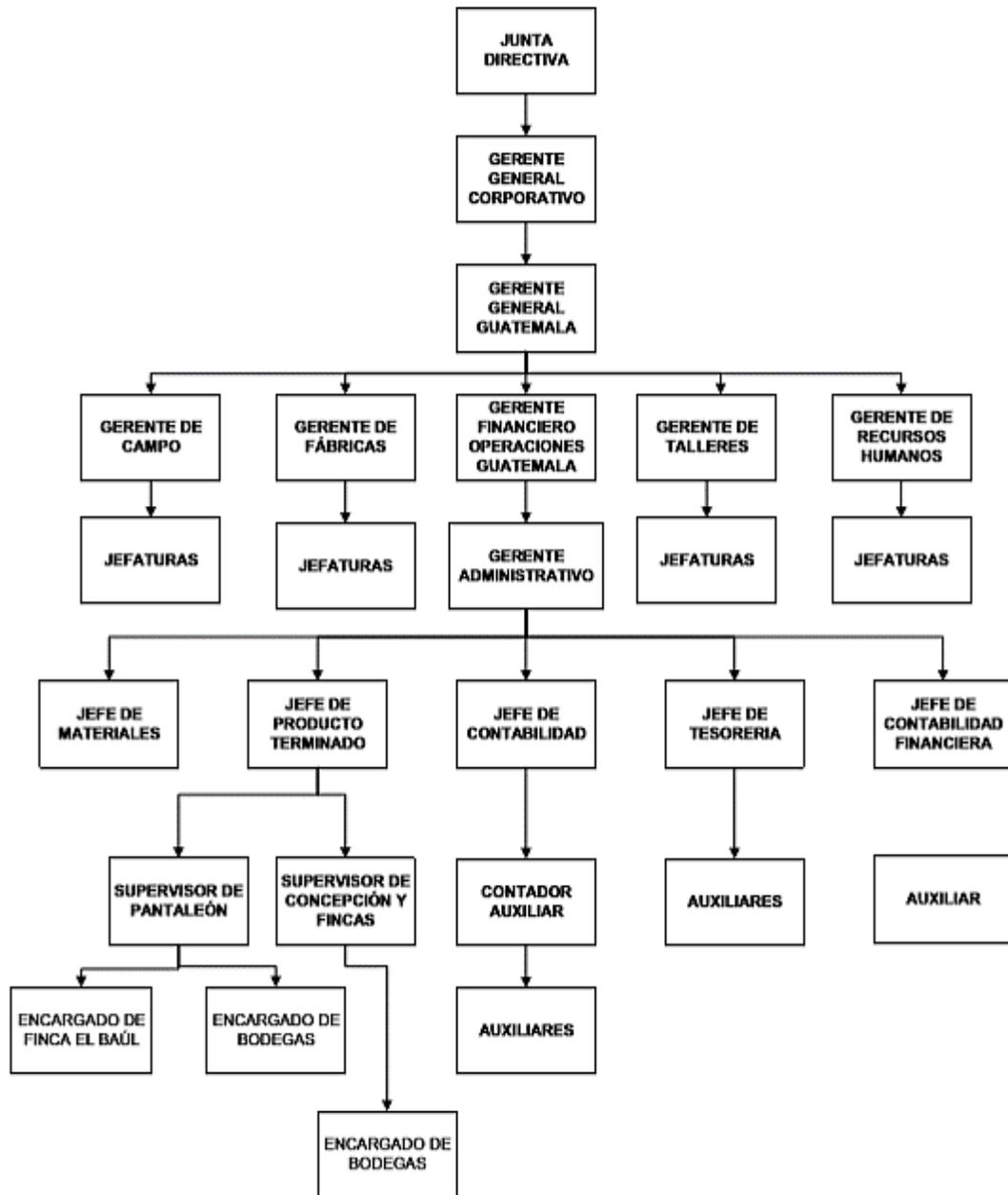
1.2. Específicos

- a) Identificar las necesidades de un mantenimiento dentro del área de fabricación de jugo de caña.
- b) Diseñar un formato para poder recopilar la información necesaria para el programa de mantenimiento.

c) Desarrollar un programa de mantenimiento con el propósito de dar mayor vida útil a los equipos que intervienen en el proceso de fabricación del azúcar.

2. Estructura organizacional del Ingenio Pantaleón

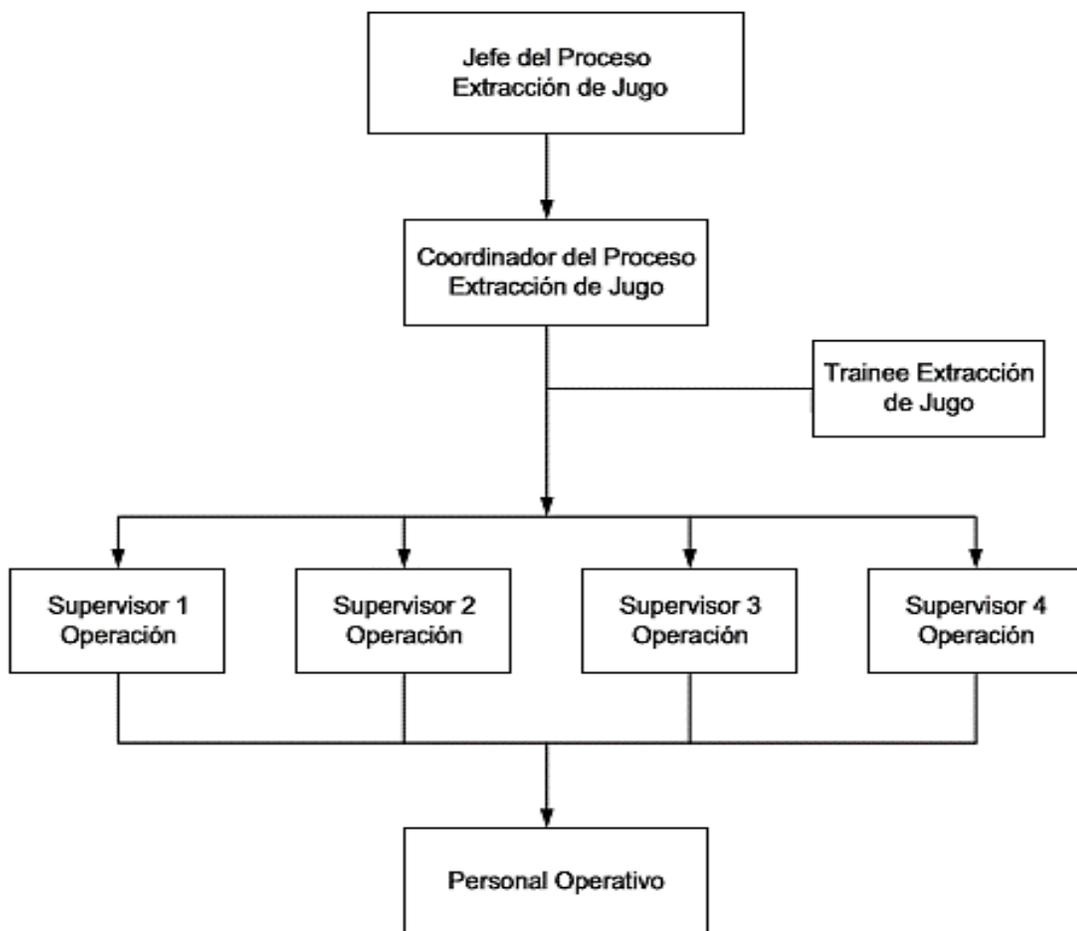
Figura 1



Fuente: Ingenio Pantaleón, S. A., (2019).

Figura 2

Organigrama proceso extracción de jugo



Fuente: Ingenio Pantaleón, S. A., (2019).

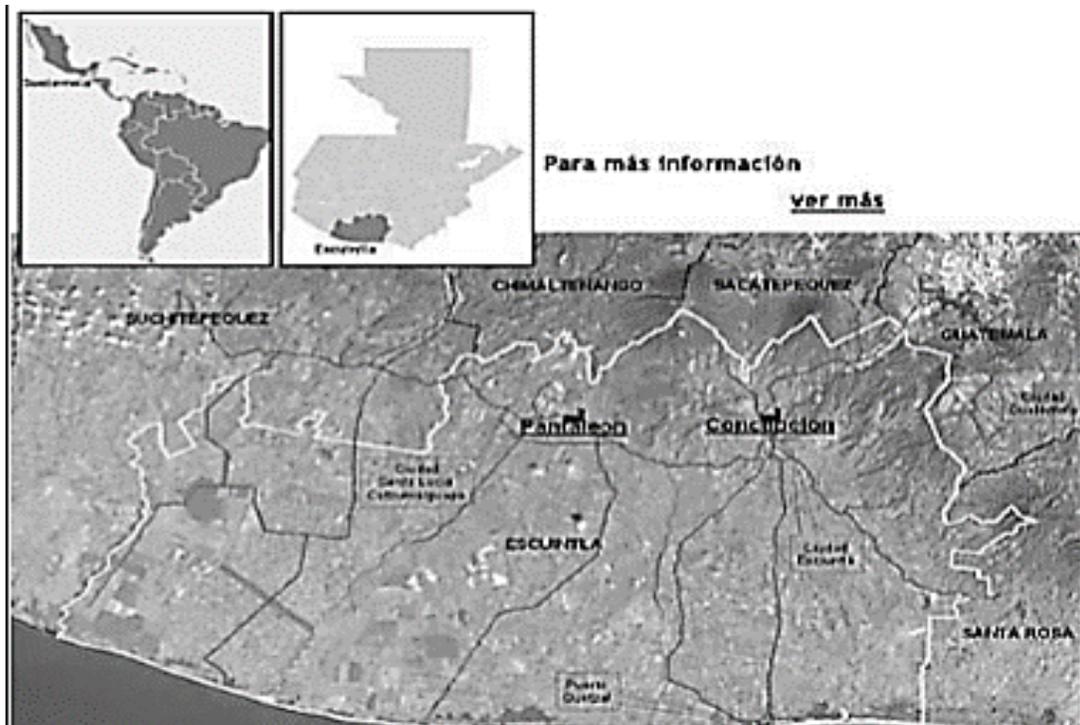
3. Ubicación

Actualmente Ingenio Pantaleón es una de las empresas azucareras más importantes de Centro América. Se encuentra localizado en la costa sur de Guatemala en el departamento de Escuintla a 14.20.04 grados norte y 90.59.31 grados oeste, a 86 kilómetros de la ciudad de Guatemala, en donde se puede llegar por la autopista CA-4 una de las más modernas del país (ver figura 6).

El Ingenio Pantaleón está localizado a 400 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación media anual de 3 500 milímetros en el período de lluvias que se inicia en el mes de mayo y termina en el mes de octubre, la temperatura varía entre 15 y 36 grados centígrados, siendo los meses más calientes marzo y abril y los más fríos diciembre y enero, la humedad relativa varía entre 40 y 97 por ciento.

Figura 3

Ubicación del Ingenio Pantaleón



Fuente: Ingenio Pantaleón, S. A., (2019).

4. Responsables

a) De la realización del plan

- Estudiante de la investigación
- Asesor de estudiante que realizó la investigación

b) De la autorización y aval del plan estratégico

- Gerente de fábrica
- Jefe de proceso de extracción de jugo de caña de azúcar
- Coordinador del proceso de extracción de jugo de caña de azúcar
- Supervisores de operación
- Jefe de mantenimiento de maquinaria y equipo

c) Del control y monitoreo de aplicación del plan

- Coordinador del proceso de extracción de jugo de caña de azúcar
- Jefe de mantenimiento de maquinaria y equipo

d) De la aplicación del plan:

- Personal operativo del área de extracción de jugo de caña de azúcar

5. Alcance

Este plan abarca todas las secciones, en especial el área de extracción del jugo de la caña de azúcar, en El Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

6. Extracción de jugo de caña

La caña picada y preparada ingresa a los molinos para extraer el jugo de la misma y separar la fibra llamada bagazo que se quemará en las calderas. En el cuarto de control de molinos hay un operador observando la operación de preparación y molinos a través de pantallas de interface del sistema de control, permitiendo la operación automática (ver figura 4).

Figura 4

Pantalla de interface sistema de control molienda de caña



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Un tándem de molinos consiste en 6 molinos montados en serie con función similar entre ellos. Cada molino consiste en 4 rodillos llamados: maza superior, maza cañera, maza bagacera y 4ta maza. Estas giran de manera que halan la caña que ingresa en la parte superior y pasa por tres puntos de extracción y debido a la presión entre ellos y que giran con velocidades diferentes producen desgarramiento de la fibra y la extracción del jugo.

El jugo que se obtiene del molino 6, es bombeado al bagazo que ingresa al molino 5, y el jugo de este, se bombea al 4 y sucesivamente así hasta el molino 1. Este proceso es conocido como maceración y el objetivo es que el bagazo se agote o pierda azúcar en la medida que avanza del molino 1 al 6, y el jugo aumente la pureza del molino 6 al 1. En Pantaleón, la extracción de sacarosa es alta, lo que significa de la caña que está ingresando, se obtiene el 97 por ciento del azúcar de la misma. Los dos tándems de molinos son movidos por motores eléctricos DC y motores hidráulicos en mazas cañeras (ver figura 5).

El bagazo del último molino se compone de la fibra proveniente en la caña, alrededor de 49 por ciento de humedad y entre 1,6 a 1,8 por ciento de azúcar que se pierde. La segunda pérdida más importante de azúcar de la fábrica es en este punto,

por lo que existe una frecuencia de muestreo para medir esta pérdida, un programa de inspección y mantenimiento de los molinos para lograr la mayor extracción y la menor pérdida. Luego de los molinos, el bagazo de cada tándem es enviado a las calderas y el jugo hacia el proceso de tratamiento de jugo.

Figura 5

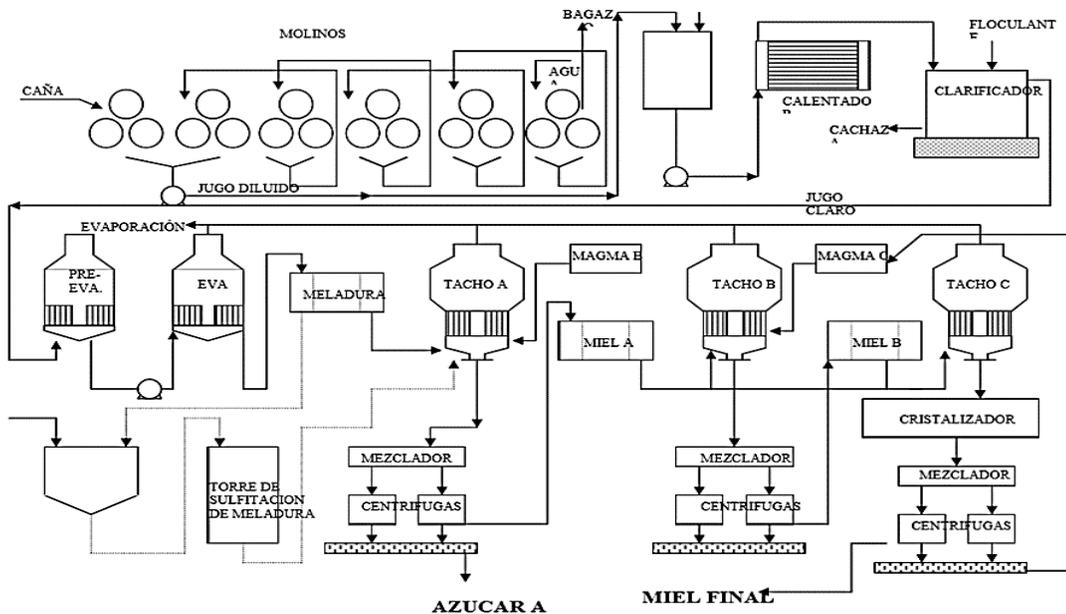
Vista panorámica tándem A



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 6

Diagrama de flujo del proceso del azúcar



Fuente: Manual del ingeniero azucarero.

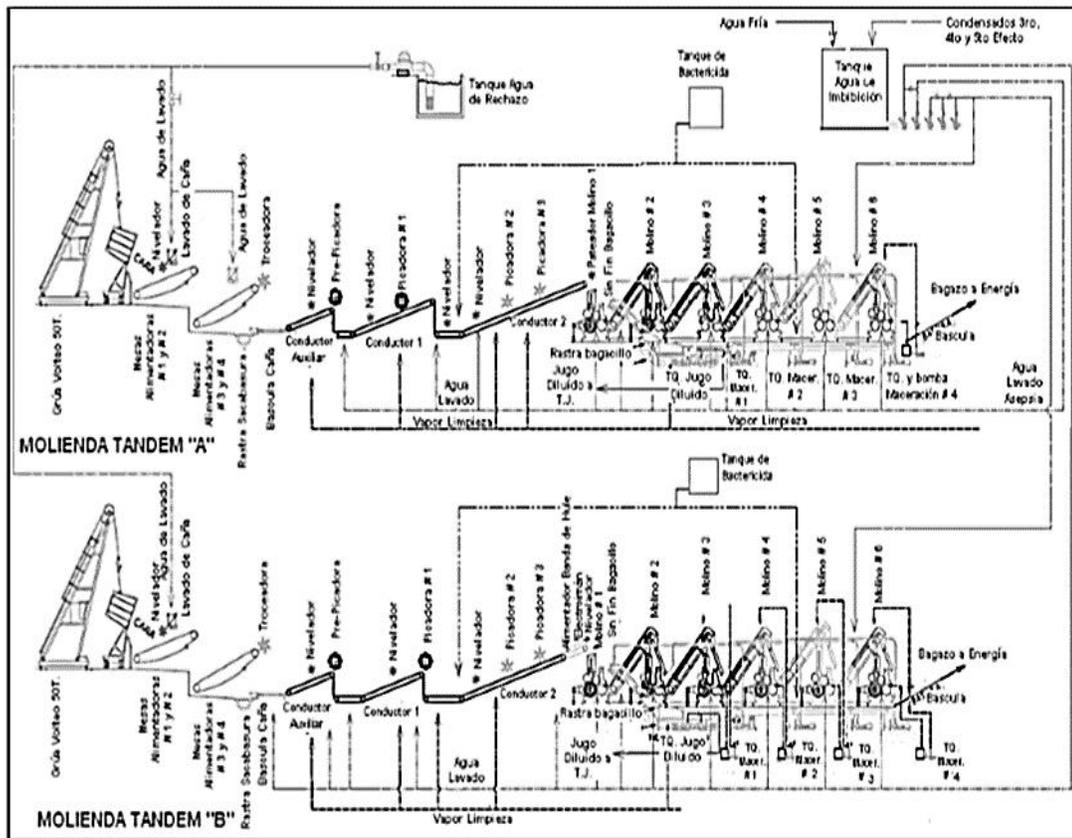
Actividad 2: Estudio del proceso del área de extracción de jugo.

6.1. Descripción de equipo instalado en área extracción de jugo

Dentro de lo que se clasifica como equipo principal para el funcionamiento de la fábrica, especialmente en el área de extracción de jugo del Ingenio Pantaleón S.A., (ver figura 7), se tiene el patio de caña donde se encuentran las grúas de volteo posteriormente dan paso a las mesas donde se recibe la caña a granel o caña mecanizada, también se cuenta con troceadoras y picadoras de caña, conductores de caña, así como el tándem de molinos y el sistema de MBR es decir Motores, Reductores y Bombas, a continuación una descripción del equipo instalado.

Figura 7

Diagrama de flujo del proceso extracción de jugo



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

6.1.1. Tándem de molinos

El tándem de molinos es un conjunto de molinos colocados en serie (ver figura 8), en Pantaleón cada tándem cuenta con seis molinos los cuales tienen como función principal extraer la mayor cantidad de jugo que sea posible, hasta alcanzar la separación de todo el jugo de la fibra de la caña extrayendo la mayor cantidad de sacarosa y obtener bagazo con la menor cantidad de azúcar presente.

Figura 8

Vista panorámica tándem B



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Cada molino cuenta con un juego de cuatro mazas debidamente posicionadas y una serie de cuchillas las cuales cuentan con un rallado especial por medio de los cuales se hace pasar la caña para poder comprimirla y así extraer la mayor cantidad de jugo que sea posible.

Para cada molino se tiene diferentes separaciones entre mazas y cuchillas con lo cual se pretende hacer progresiva la compresión de la fibra de caña, disminuyendo gradualmente la distancia entre las mazas en cada molino a lo cual se le conoce

como setting de molinos que son las especificaciones en medidas de los molinos y aberturas entre mazas. A continuación, una tabla comparativa de ambos tándems del Ingenio Pantaleón.

Tabla 1

Tabla comparativa TA y TB

Tándem A	Tándem B
<ul style="list-style-type: none"> • Recibe caña larga y mecanizada • Tiene 4 mesas de caña • Tiene 2 troceadoras de caña (en mesas 3 y 4) con 30 cuchillas c/u • Tiene 1 prepicadora con 72 cuchillas y 3 picadoras con 104,144 y 144 respectivamente. • Tiene 3 conductores: auxiliar, 1 y 2 • Tiene 6 molinos con 4 masas c/u 	<ul style="list-style-type: none"> • Recibe caña larga. • Tiene 4 mesas de caña • Tiene 2 troceadoras de caña (en mesas 3 y 4) con 31 cuchillas c/u • Tiene 1 prepicadora con 72 cuchillas y 3 picadoras con 96,144 y 144 respectivamente. • Tiene 3 conductores: auxiliar, 1 y 2 • Tiene 6 molinos con 4 masas c/u

Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

6.1.1.1. Molinos

Es la maquinaria compuesta por una serie de rodillos ubicados adecuada y convenientemente con un rayado para permitir el paso de la caña de azúcar y así lograr la mayor y mejor extracción de la sacarosa de las células internas y externas de la misma (ver figura 9).

Los rodillos o mazas como son llamadas comúnmente que forman un molino se definen como: maza cañera, maza bagacera, maza superior y 4ta maza. Las mazas están arregladas en forma triangular (cañera, bagacera y superior), con la maza superior colocada inmediatamente encima de las otras dos y que sometidas a una presión hidráulica suficiente que harán el trabajo de compresión sobre la caña.

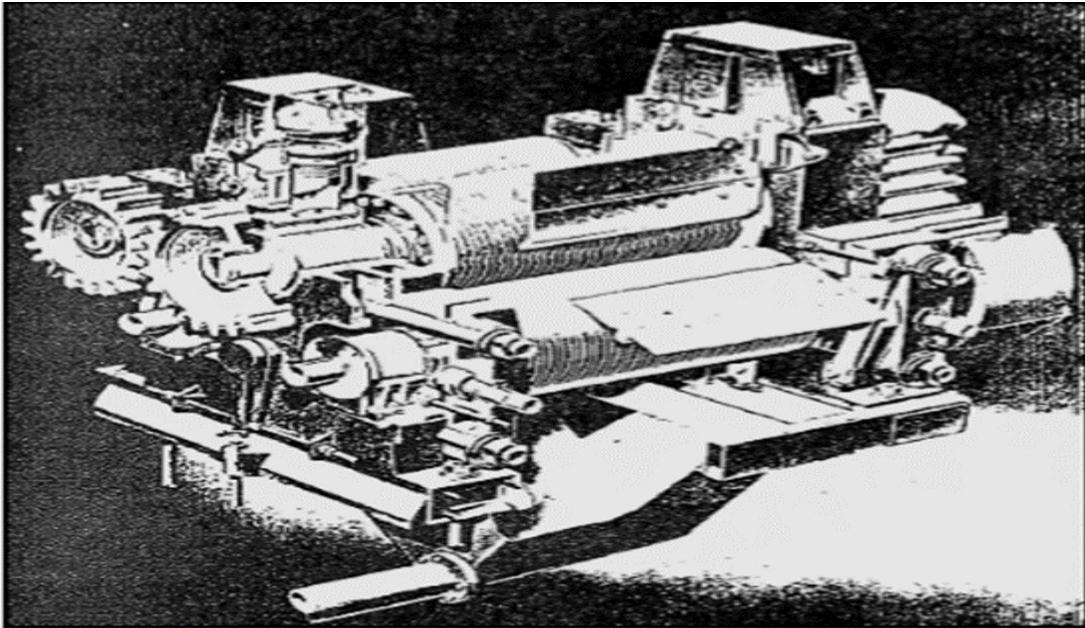
Una maza consiste en un eje de acero con muñones para girar sobre chumaceras planas, uno en cada extremo, en la parte central del eje va colocada una camisa de hierro fundido de un diámetro mayor, mientras que en el extremo se coloca la corona que le transmite giro a la maza. La chumacera es fabricada en bronce, con un canal en forma de U para efectuar una eficiente lubricación a través de grasa o aceite

y un laberinto dentro de ella para la circulación de agua y llevar a cabo su enfriamiento.

La camisa de hierro fundido es rayada en torno, en todo el perímetro a todo lo largo de su longitud, para dar lugar a que la maza tenga mayor tracción con la caña y más área de compresión entre una maza y otra.

Figura 9

Molino visto en corte



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Las chumaceras donde giran los ejes de las mazas, tanto superior, como cañera, bagacera y 4ta maza, van soportados en una estructura robusta llamada virgen, esta puede ser de acero fundido o de acero de bajo carbono. La virgen va anclada a la cimentación a través de pernos de anclaje.

La fuerza necesaria para hacer la compresión de la caña se obtiene a través de un pistón hidráulico que actúa sobre los muñones de la maza superior, el cual a su vez es interconectado a través de una manguera a un acumulador hidráulico de presión, cargado de nitrógeno dentro de una membrana que actúa como diafragma.

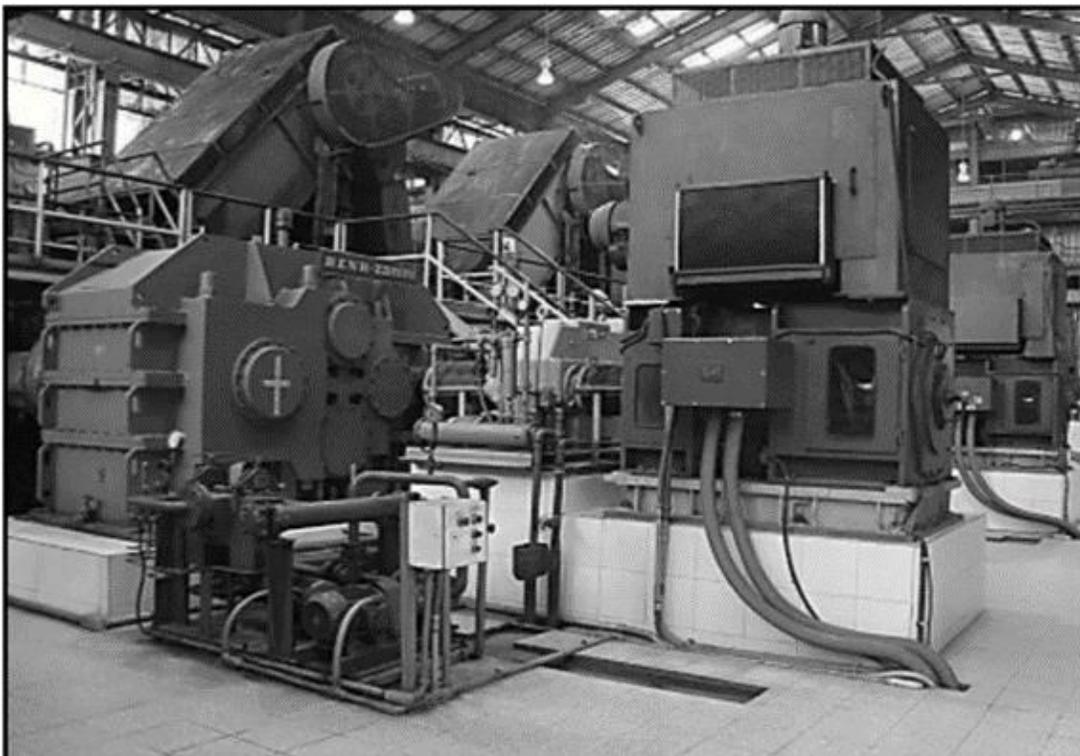
De esta manera la maza superior flota de acuerdo a la mayor o menor cantidad de caña que pase entre las mazas del molino, las mazas cañeras, bagacera y 4ta maza permanecen fijas.

La potencia para mover los molinos es obtenida por medio de un motor eléctrico DC, la reducción de velocidad se logra a través de reductores de engranes, que hacen una primera reducción a través de reductor de alta velocidad, luego una segunda reducción a través del reductor de baja (ver figura 25).

La maza accionada es la maza superior, esta maza superior transmite la potencia y movimiento a la maza cañera y 4ta maza por medio de un conjunto de coronas, sin embargo, la maza bagacera es accionada por un motor hidráulico ya que la velocidad de esta es menor a las otras tres masas.

Figura 10

Conjunto motor DC, reductor de alta y baja molino 3 TA



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Al centro del molino y bajo la maza superior existe una unidad de hierro fundido que sirve de soporte al paso de la caña, ya que la extracción se realiza entre las mazas superior cañera, superior bagacera, además la función de esta cuchilla central es limpiar la maza cañera ya que cuenta para ello con el rayado apropiado.

Otras unidades de limpieza de las mazas superior, bagacera y 4ta maza reciben el nombre de peine superior o peine bagacero dependiendo de la maza que limpien.

Tanto los peines como la cuchilla central llevan dientes que encajan con el rayado de las mazas, la 4ta maza tiene a su cargo la función de introducir la caña desmenuzada entre las mazas superior cañera ya que la velocidad periférica es mayor a la de las otras tres mazas.

La distancia entre las mazas superior y cañera, superior y bagacera, superior y 4ta maza, superior y cuchilla central, tienen una holgura dada en base a cálculos elaborados tomando en cuenta la razón de molida de acuerdo al porcentaje de fibra en caña, la capacidad instalada, la velocidad periférica, la ubicación del molino, a esta distancia se le conoce como setting, esta medida es decreciente y sigue el flujo de la caña, el cual es mayor en los primeros molinos y menor en los últimos y en un mismo molino la abertura entre superior cañera es mayor que la abertura entre superior bagacera a razón de 2 a 1 (ver figura 11).

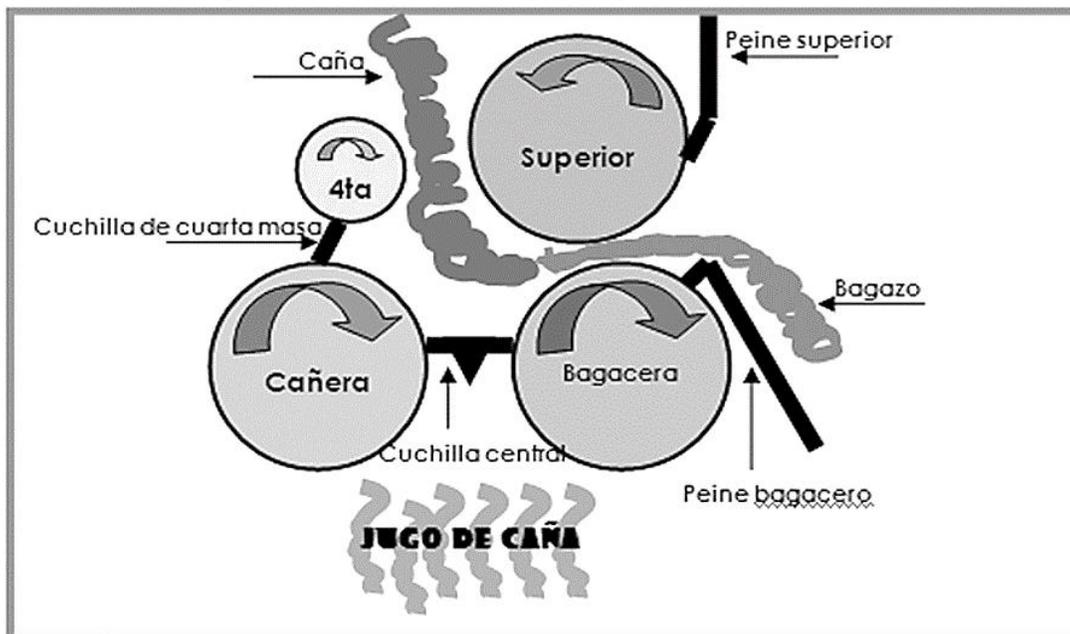
En el área de preparación de masas se utilizan electrodos y se hace el garrapiñado de las masas para que haya una mejor superficie de contacto y que las masas de hierro fundido aguanten toda la zafra.

El perleado se hace con otro tipo de electrodo para aumentar la tracción de las masas, esto se hace poniendo un punto fundido en los bordes superiores de los dientes de las masas.

Las masas inferiores (cañera y bagacera) tienen un guarda jugo para evitar que el jugo de caña salga y se desperdicie.

Figura 11

Representación de mazas, peines y cuchillas del molino



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

6.1.1.2. Función del molino de caña

Mantener una compresión de caña uniforme entre las mazas, aunque el volumen de caña a través del movimiento de la maza superior y la presión hecha por el pistón hidráulico del cabezote varíe.

Aprovechar toda el área de las mazas a través del rayado para poder comprimir mayor cantidad de caña y aprovechar el mismo como drenaje del jugo de caña.

Desmenuzamiento de la caña de azúcar y rompimiento de sus células para extraer la mayor cantidad de sacarosa.

Desfibración de la caña de azúcar para lograr la separación de sus fibras y así poderse utilizar como combustible fácil de incinerar dentro del hogar de las calderas.

A continuación, una tabla comparativa de ambos tándems del Ingenio Pantaleón respecto a componentes de los molinos.

Tabla No. 2

Tabla comparativa TA y TB

Tándem A	Tándem B
<ul style="list-style-type: none">• El jugo pasa de un molino al siguiente por medio de una tubería que toma el rebalse de jugo.• Tiene 6 motores hidráulicos (uno para cada molino) sirven para mover la masa cañera.• Los 6 molinos tienen motores con reductor que mueven la masa superior. El reductor mueve la masa superior y por medio de coronas, se transmite la energía al resto de masas.	<ul style="list-style-type: none">• El jugo pasa de un molino al siguiente por medio de una tubería que toma el rebalse de jugo.• Tiene 6 motores hidráulicos (uno para cada molino) sirven para mover la masa cañera.• Los 6 molinos tienen motores con reductor que mueven la masa superior. El reductor mueve la masa superior y por medio de coronas, se transmite la energía al resto de masas.

Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

El tándem también cuenta con otra serie de componentes que van de la mano con los molinos ya que son equipos de suma importancia para el correcto funcionamiento del mismo, tal es el caso de la rastra de bagacillo, está localizada en el área de molinos 1 y 2 de cada tándem.

Es un conductor de tablillas con telas metálicas que lleva el bagazo colado en el jugo de regreso hacia los molinos, deja pasar el jugo al tanque que luego lo transporta a las torres de sulfitación.

También se cuenta con la rastra desarenadora, está localizada en el área de molinos 1 y 2 de cada tándem, cerca de la rastra de bagacillo su función es llevar los sedimentos que arrastra el jugo hacia el drenaje.

El tanque de agua de imbibición localizado también en el área de extracción de jugo, es un tanque cilíndrico de gran capacidad donde se almacena el agua de condensados (usada como agua de imbibición), es agua limpia que no causará incrustaciones en las tuberías.

Actividad 3: Levantamiento de máquinas existentes.

6.1.2. Conductores intermedios

Para llevar la caña parcialmente exprimida de un molino al siguiente, se utilizan los conductores intermedios. Existen tres tipos principales.

Figura 12

Conductor intermedio 3 TA



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

- Las cadenas de arrastre o de rastrillo
- Las cadenas de conducción, de tablillas o de persiana
- Los conductores intermedios fijos, tipo Meinecke

Los conductores intermedios también llamados donelly, son transportadores de arrastre que halan el bagazo a lo largo de un sólido canal de acero, lo que evita el derramamiento y la acumulación de sobrantes de bagazo, al final del donelly conecta con un equipo denominado chute que se encarga del manejo uniforme a la entrada del molino para que el bagazo caiga en el lugar indicado para la extracción, el chute

tiene visores para ver el movimiento del bagazo.

En el Ingenio Pantaleón se cuenta con conductores intermedios con cadenas de arrastre o de rastrillo (ver figura 12).

6.1.3. Motores

En el Ingenio Pantaleón se trabaja con motores de varios tipos, en el proceso de extracción de jugo se puede encontrar varios tipos de motores ya sean eléctricos, hidráulicos o los denominados motores DC también llamados de corriente continua.

6.1.3.1. Motores DC o de corriente continua

Los motores DC son los utilizados para mover la maza superior de cada molino (ver figura 13), el motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica continua en mecánica, provocando un movimiento rotatorio. Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria.

Su fácil control de posición, paro y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos.

Los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia, la principal característica del motor de corriente continua es la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga. Estos simplemente giran a la máxima velocidad y en el sentido que la alimentación aplicada se los permite.

Su principal inconveniente, el mantenimiento, muy caro y laborioso. Una máquina de corriente continua se compone principalmente de dos partes, rotor y estator.

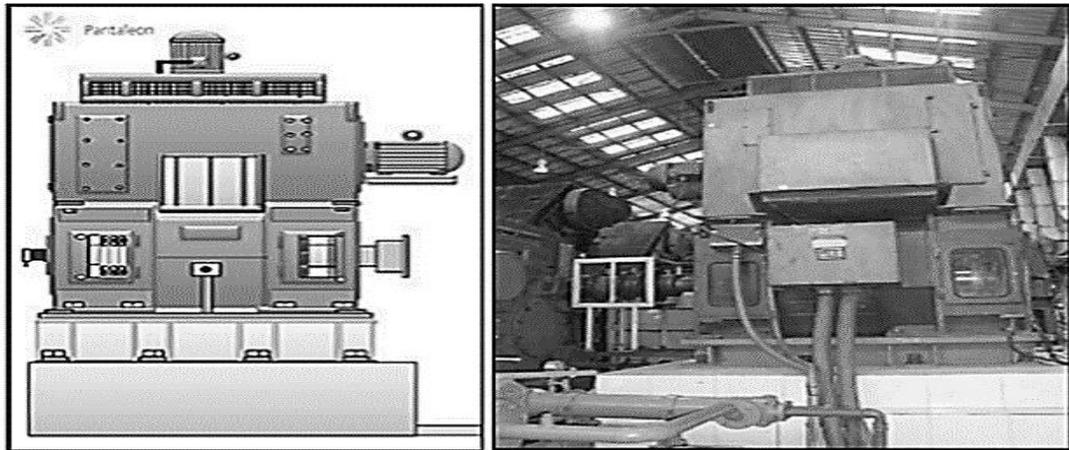
Un estator es el que da soporte mecánico al aparato y tiene un hueco en el centro generalmente de forma cilíndrica.

En el estator además se encuentran los polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre núcleo de hierro.

El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, al que llega la corriente mediante dos escobillas.

Figura 13

Motores eléctricos DC



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

6.1.3.2. Motor eléctrico

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos magnéticos variables electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías.

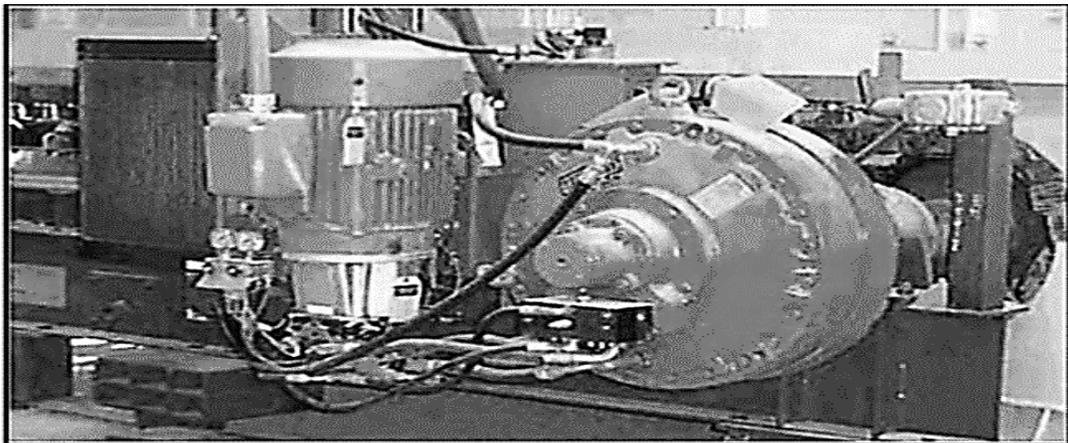
6.1.3.3. Motor hidráulico

Un motor hidráulico es un actuador mecánico que convierte presión hidráulica y flujo en un par de torsión y un desplazamiento angular, es decir, en una rotación o giro. Su funcionamiento es pues inverso al de las bombas hidráulicas y es el equivalente rotatorio del cilindro hidráulico. Se emplean sobre todo porque entregan un par muy grande a velocidades de giro pequeñas en comparación con los motores eléctricos.

Los motores Hidráulicos se usan para variadas aplicaciones como en la transmisión de tornos y grúas, motores de ruedas para vehículos militares, tornos autopropulsados, propulsión de mezcladoras y agitadoras, laminadoras, trituradoras para coches, torres de perforación. También en los últimos años se usan en atracciones para alcanzar grandes velocidades en poco tiempo (ver figura 14).

Figura 14

Conjunto sistema hidráulico

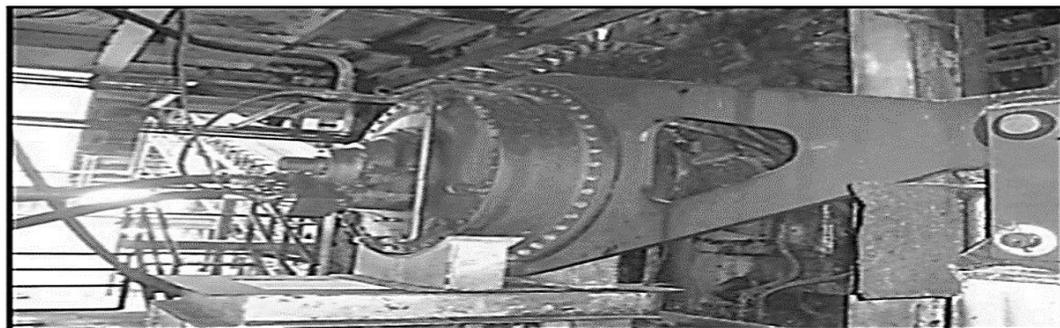


Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

En Pantaleón se usa una serie de motores hidráulicos Hagglunds para dar movimiento a las mazas cañeras de cada molino, ya que estas giran a menor velocidad que las otras tres masas para una extracción de jugo más efectiva (ver figura 15).

Figura 15

Motor hidráulico molino 6



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

6.1.4. Reductores de velocidad

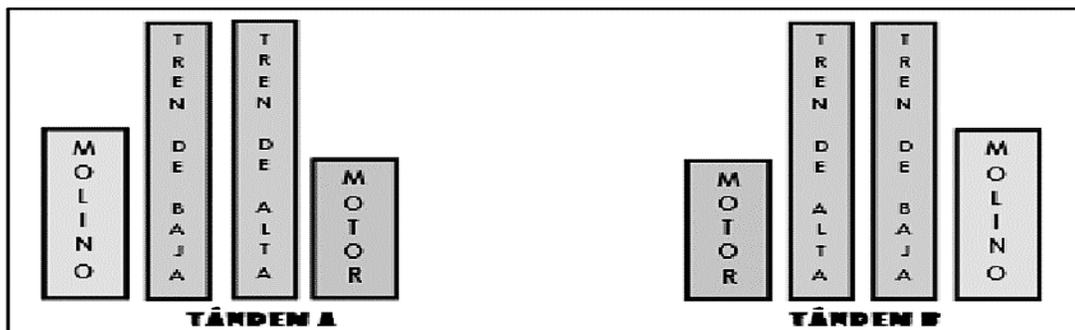
Toda máquina cuyo movimiento sea generado por un motor, necesita que la velocidad de dicho motor se adapte a la velocidad necesaria para el buen funcionamiento de la máquina (ver figura 16). Además de esta adaptación de velocidad, se deben contemplar otros factores como la potencia mecánica a transmitir, la potencia térmica, rendimientos mecánicos entre otros.

Esta adaptación se realiza generalmente con uno o varios pares de engranajes que adaptan la velocidad y potencia mecánica montados en un cuerpo compacto denominado reductor de velocidad, aunque en algunos países hispanos parlantes también se le denomina caja reductora. Pantaleón cuenta con diversidad de reductores de velocidad que les permiten el funcionamiento a velocidades deseadas operativamente, los más utilizados son los reductores de engranajes los cuales son aquellos en que toda la transmisión mecánica se realiza por pares de engranajes de cualquier tipo excepto los basados en tornillo sin fin.

Sus ventajas son el mayor rendimiento energético, menor mantenimiento y menor tamaño. Para cada tándem de molinos se tiene una serie de reductores de alta velocidad que se sitúan a la salida del motor DC (ver figura 15), seguidamente se tiene el reductor de baja obteniendo así una velocidad ideal para el giro de la maza superior (ver figura 17).

Figura 16

Representación de motor y reductores para molinos



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A

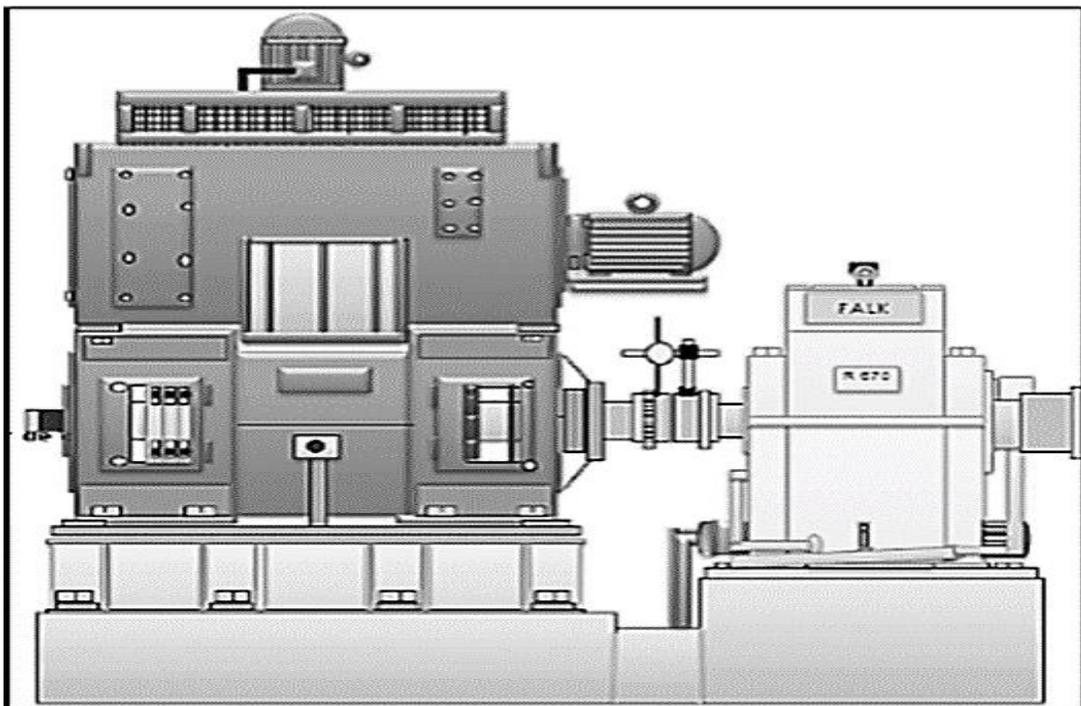
Un reductor puede tener una cantidad variada de ejes. Si tiene 3 ejes, éstos se llaman:

- Eje de alta (revolución)
- Eje de media (revolución)
- Eje de baja (revolución)

Los ejes de alta y baja tienen solo un engrane (catarina o piñón), el resto de ejes intermedios tienen dos engranes (catarina y piñón). La catarina (eje de mayor tamaño) es la que va unida con el eje de la masa superior. El piñón (eje de menor tamaño) va unido con la salida del motor (ver figuras 16 y 17), cada sistema de reductores cuenta con enfriadores que permite mantener el aceite a una temperatura óptima para su funcionamiento (ver figura 19).

Figura 17

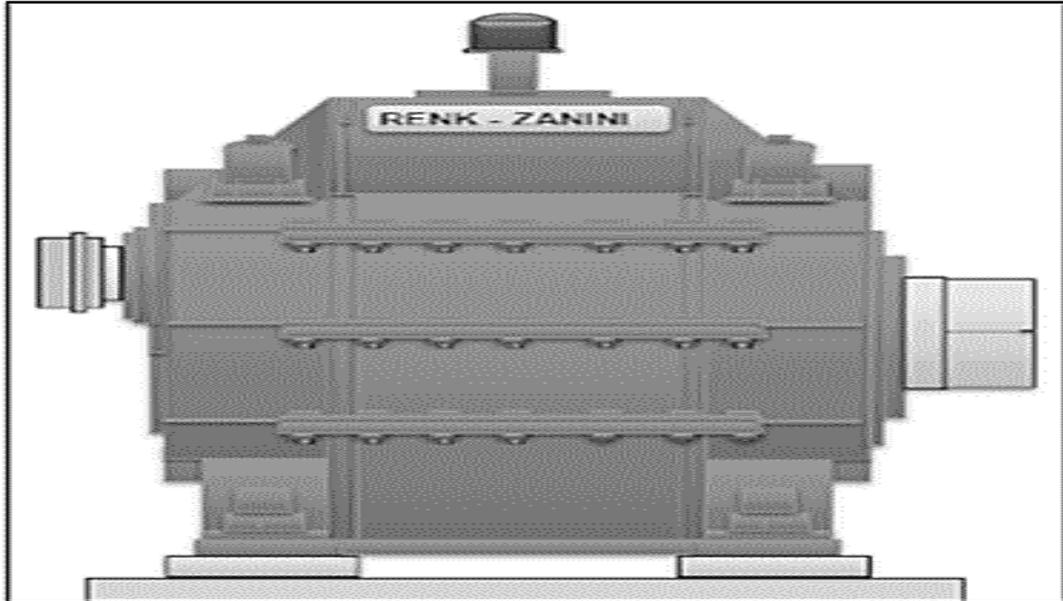
Representación motora DC acoplado con reductor de alta



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A

Figura 18

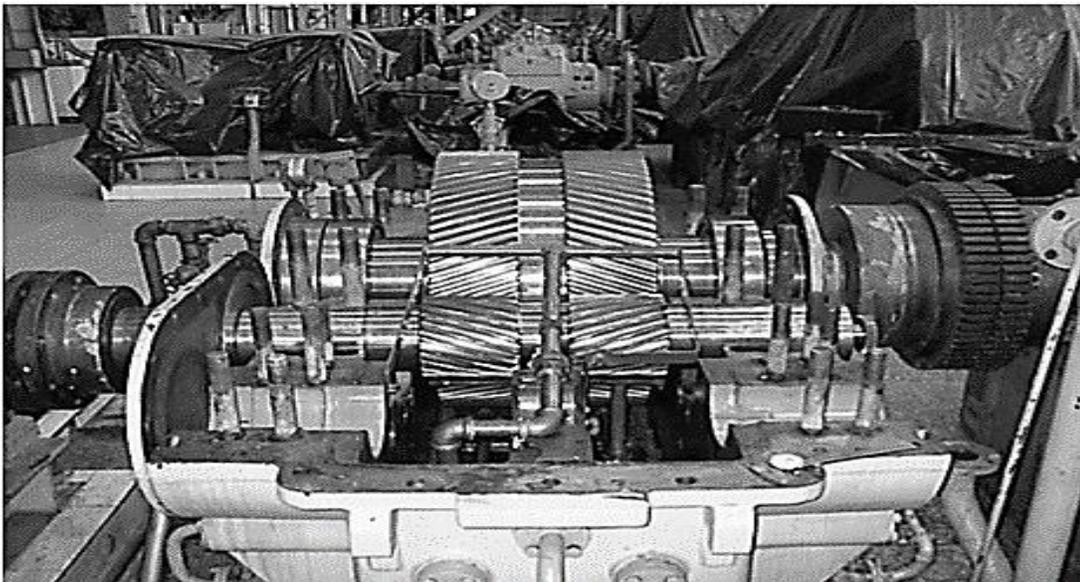
Reductor de baja velocidad



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 19

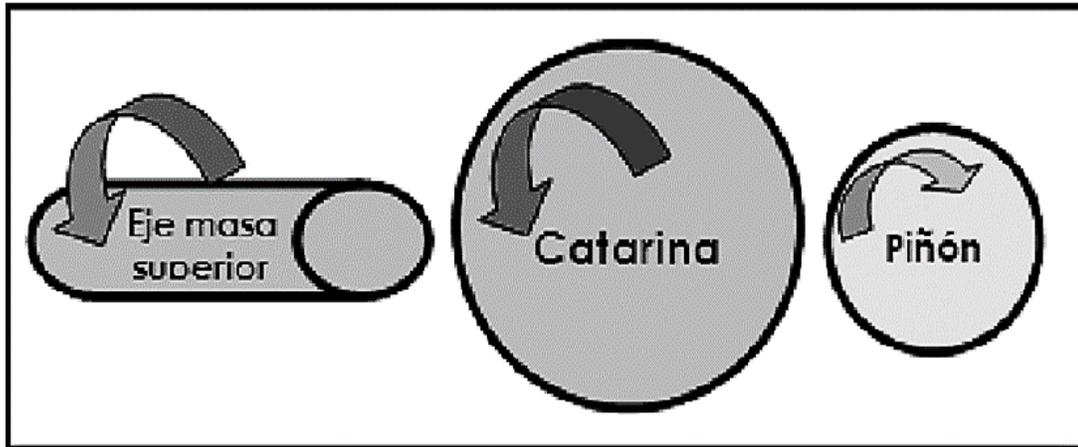
Reductor de alta TA, eje, catarina y piñón



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 20

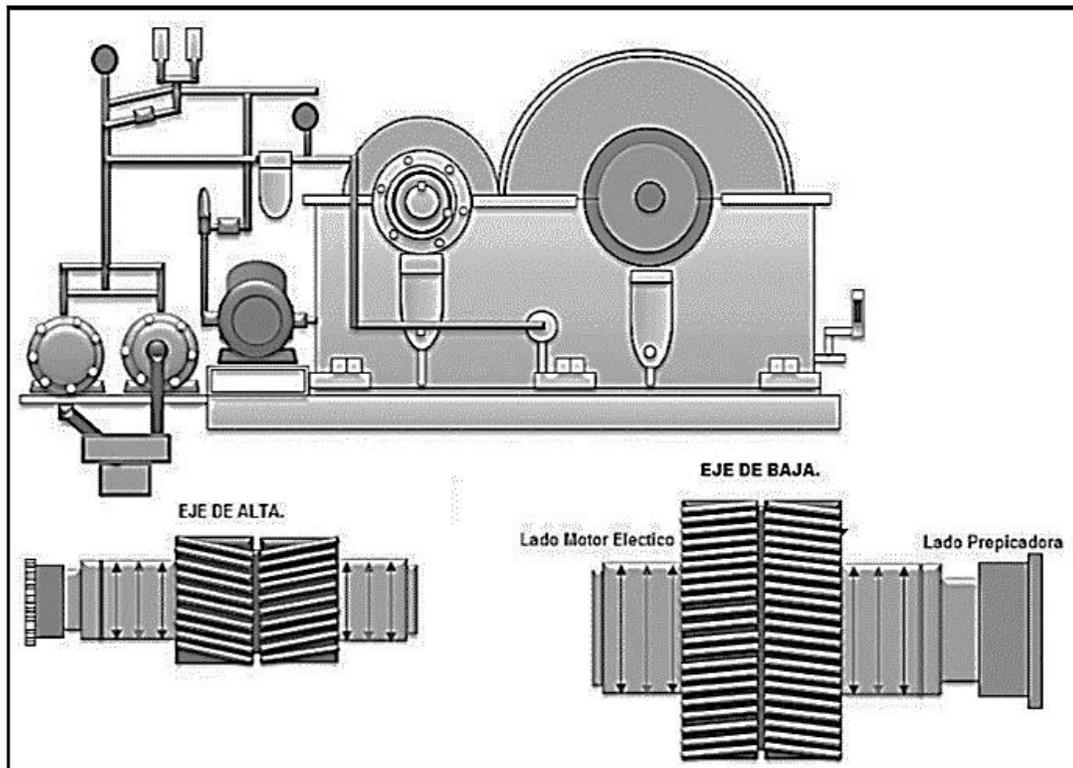
Representación eje, catarina y piñón



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 21

Reductor de picadora con su respectivo sistema de enfriamiento



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

6.1.5. Bombas

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve.

El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el jugo de caña o la melaza. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli.

En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

Existe una ambigüedad en la utilización del término bomba, ya que generalmente es utilizado para referirse a las máquinas de fluido que transfieren energía, o bombean fluidos incompresibles, y por lo tanto no alteran la densidad de su fluido de trabajo, a diferencia de otras máquinas como lo son los compresores, cuyo campo de aplicación es la neumática y no la hidráulica. Pero también es común encontrar el término bomba para referirse a máquinas que bombean otro tipo de fluidos, así como lo son las bombas de vacío o las bombas de aire.

En Pantaleón se cuenta con infinidad de bombas hidráulicas, entre las clasificadas se mencionan algunas. Las bombas de desplazamiento positivo, en las que el principio de funcionamiento está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen.

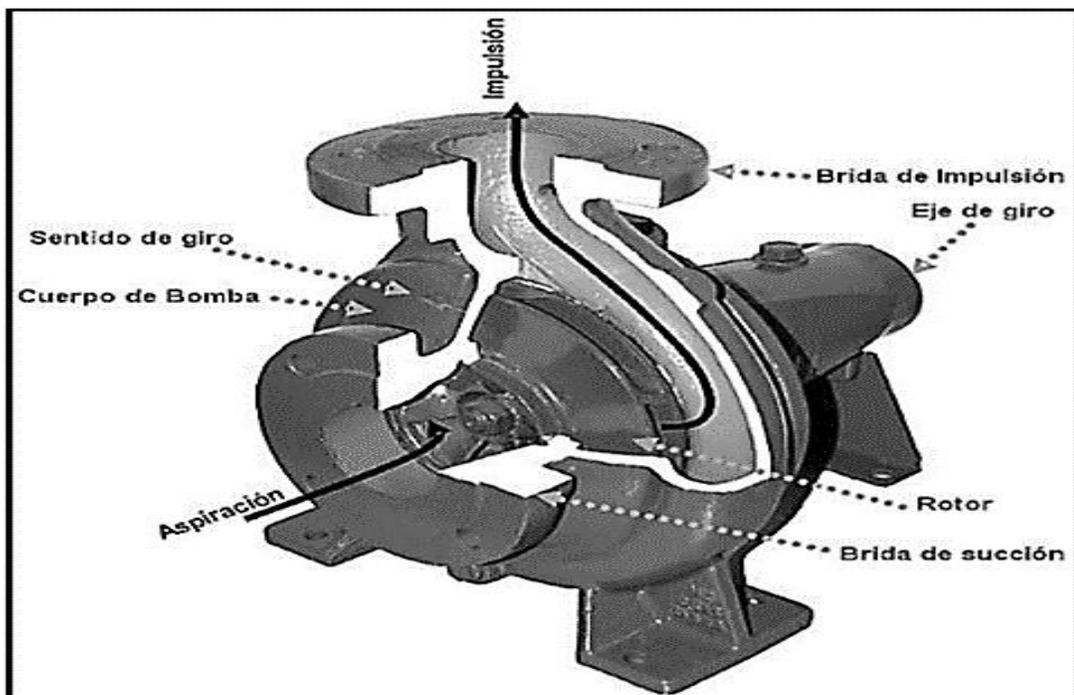
También se cuentan con bombas Radiales o centrífugas (ver figura 22), cuando el movimiento del fluido sigue una trayectoria perpendicular al eje del rodete impulsor, las bombas axiales se usan cuando el fluido pasa por los canales de los álabes siguiendo una trayectoria contenida en un cilindro, entre otras.

En el proceso de extracción de jugo las bombas hidráulicas juegan un papel muy importante, debido a que estas se utilizan desde la recepción y lavado de la caña, hasta la entrega del jugo diluido que se hace al proceso de Tratamiento de Jugo, cabe mencionar que cada equipo trae una serie de bombas específicas que se utilizan para el enfriamiento y lubricación de los mismos.

Un ejemplo son las picadoras de caña, estas cuentan con una bomba mecánica que aprovecha la energía del eje motriz y adicionalmente tiene una bomba auxiliar que le permite entrar en línea al momento de ocurrir una falla con la mecánica y así no perder la lubricación y evitar calentamientos y daños al equipo, por mencionar otras se tienen las bombas hidráulicas que se utilizan para el movimiento de los conductores de bagazo, las bombas centrífugas de maceración, o las bombas utilizadas para la asepsia del tándem (ver figuras 23, 24, 25 y 26).

Figura 22

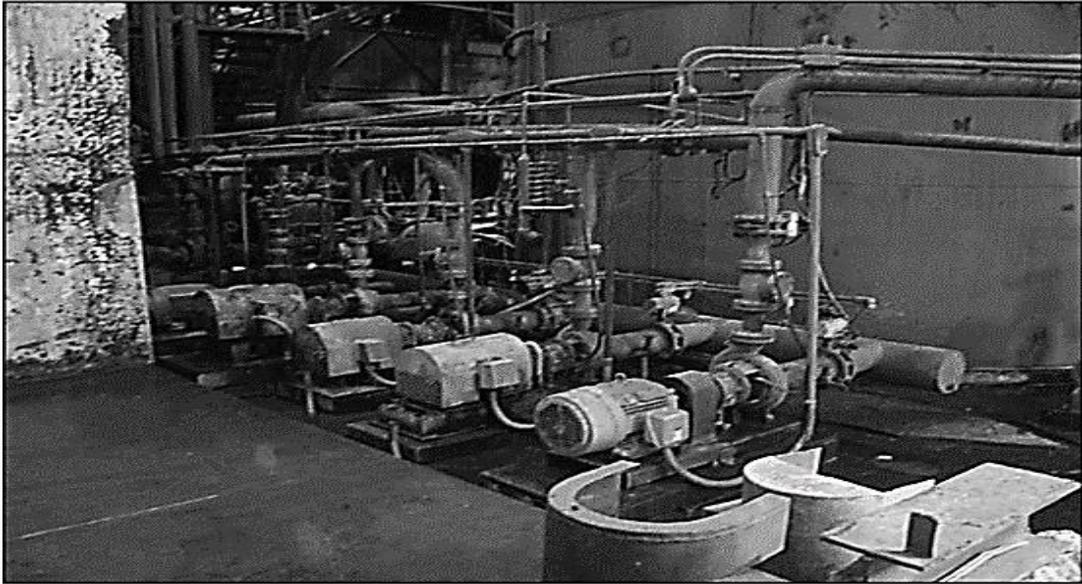
Partes de bomba centrífuga



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 23

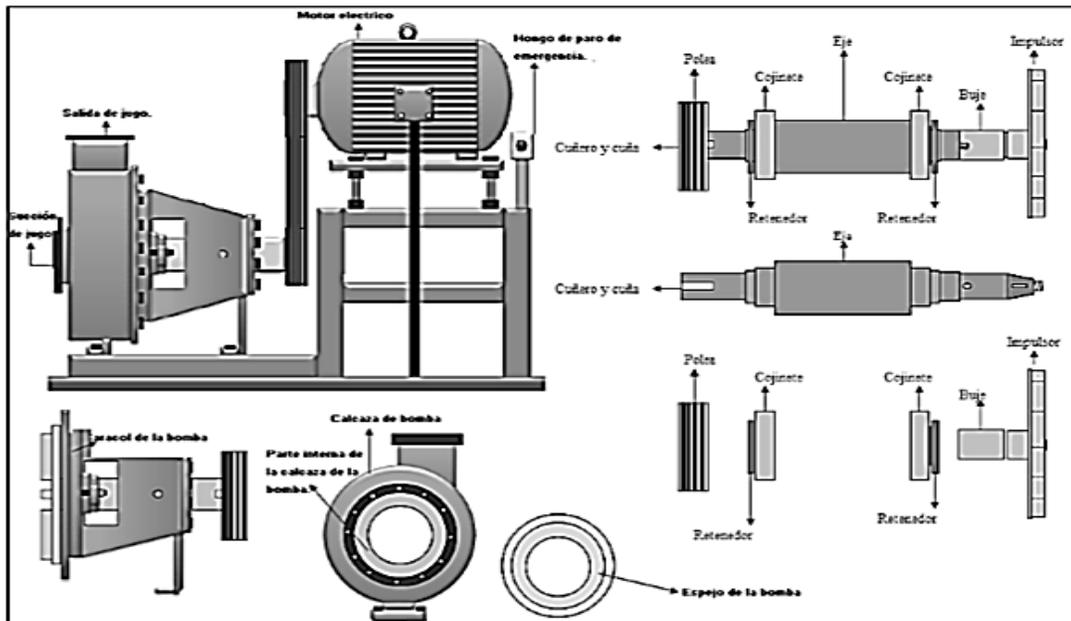
Sistema de bombeo agua de imbibición y agua de asepsia TA



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A

Figura 24

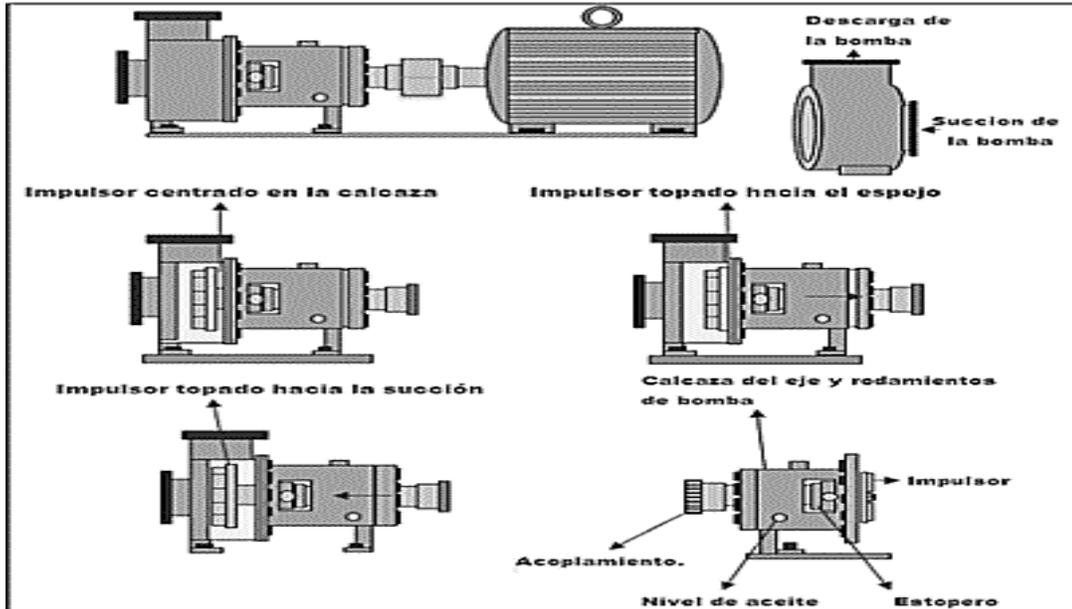
Partes bomba de maceración



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 25

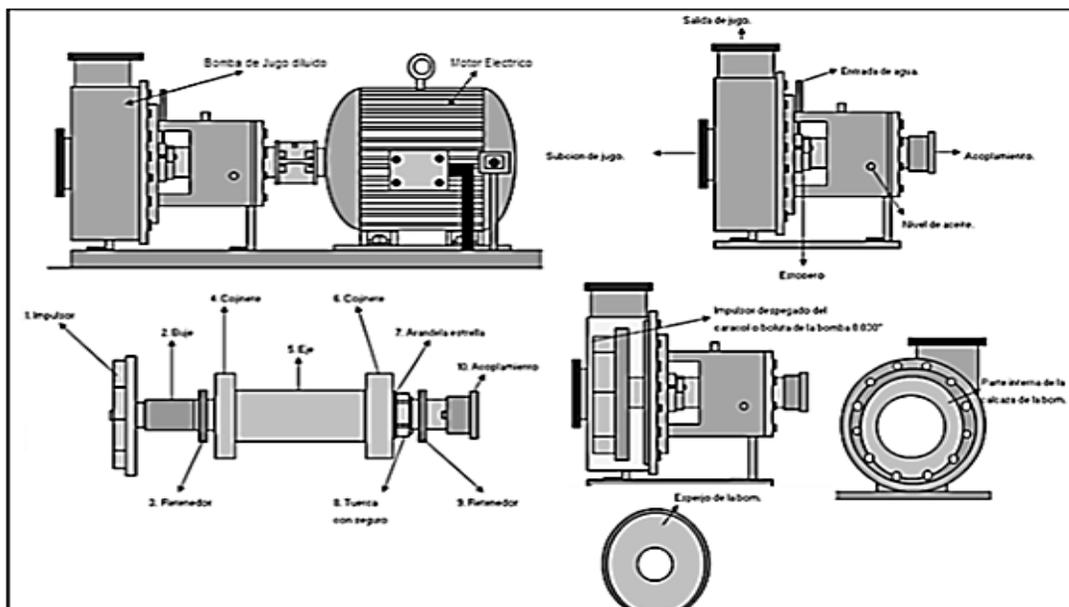
Partes bomba de asepsia



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 26

Partes de una bomba de jugo diluido



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Actividad 4: Análisis del mantenimiento preventivo.

7. Definición de mantenimiento

El mantenimiento se puede definir como el conjunto de actividades destinadas a garantizar el óptimo funcionamiento y prolongar la vida útil de los equipos.

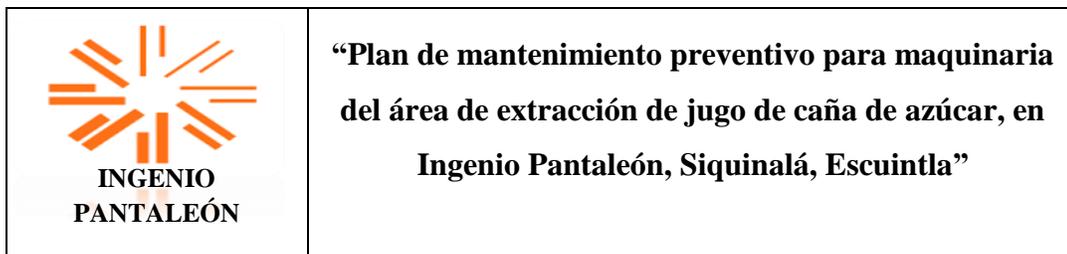
7.1. Mantenimiento preventivo

A principios de siglo se mostraron los primeros indicios de este sistema de mantenimiento, consiste básicamente en una serie de trabajos que es necesario desarrollar en alguna unidad operativa o instalación para evitar que ésta pueda interrumpir el servicio que proporciona. Esta serie de trabajos, generalmente, se toma de las instrucciones que dan los fabricantes al respecto, experiencias propias y aportaciones que puedan hacer los técnicos de mantenimiento en cada especialidad.

Una buena organización que aplica el mantenimiento preventivo, logra experiencia en determinar la causa de fallas respectivas o el tiempo de operación segura de algunos componentes o bien, llega a conocer puntos débiles de las instalaciones, equipos, máquinas y otros.

Actividad 5: Coordinación del plan de mantenimiento preventivo.

8. Procedimiento para el “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla”



FASE I. Fase administrativa

PASO 1.1. Organización del departamento de mantenimiento

La organización y estructura del departamento de mantenimiento se llevó a cabo por medio del diseño de un organigrama para el departamento (ver figura 19), y de un descriptor de puestos y funciones. Se diseñó de acuerdo al personal con que se cuenta en el departamento. Esta organización es indispensable ya que la aplicación de un plan de mantenimiento requiere de una estructura y organización eficiente del área.

PASO 1.2. Descriptores de puestos y funciones

Con el fin de lograr la mejor calidad en el departamento de mantenimiento, se han de tomar en cuenta, distintos factores importantes, como por ejemplo el recurso humano. Este deberá ser el apropiado para cada puesto, con el objetivo de fomentar una relación de cooperación entre los directivos y los trabajadores.

FASE II. Fase técnica

PASO 2.1. Estandarización de las actividades de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento deben ser estandarizadas por diferentes razones, entre ellas; No pueden ser ejecutadas efectivamente si cada quién las lleva a cabo como mejor le parezca.

Muchas de las técnicas y destrezas de mantenimiento llevan largo tiempo para ser ejecutadas adecuadamente. El trabajo de mantenimiento es menos efectivo que el de producción pues es menos repetitivo.

La estandarización dirige estos problemas incorporando manuales. Tales documentos permiten que un gran número de trabajadores, incluyendo los nuevos, hagan el trabajo que previamente fue hecho por trabajadores con experiencia. Esta capacidad de entrenar e involucrar individuos en el trabajo de mantenimiento es clave para desarrollar un programa eficiente de mantenimiento. Los estándares se deben revisar al menos una vez al año.

Actividad 6: Programación del mantenimiento preventivo.

PASO 2.2. Programa de mantenimiento

Para programar los trabajos de mantenimiento o actividades de mantenimiento, el superintendente de mantenimiento se apoya en la experiencia técnica del fabricante y del distribuidor del equipo, del personal de mantenimiento y de su propia experiencia. Estas experiencias y conocimientos son los que dictan qué es lo que hay que hacer y cada cuándo hay que hacerlo en los equipos.

Esta programación coordina las actividades de mantenimiento, con un calendario y/o calendarización de actividades. Esta programación ayudará a establecer prioridades en la atención de equipos, a distribuir las cargas de trabajo del personal de mantenimiento, a controlar oportunamente las existencias de partes, de materiales y de lubricantes, para cada trabajo, a determinar las características de conocimientos y destrezas necesarias en el personal y a proveer las herramientas y equipos indispensables para la realización del mantenimiento.

A partir de esta programación se pueden sacar conclusiones para determinar si las frecuencias de inspección y las actividades de mantenimiento realizadas son las adecuadas técnicas y económicamente, teniendo bases para la evaluación de la operación de un sistema de mantenimiento.

PASO 2.3. Clasificación de las tareas a realizar para el mantenimiento

El programa de mantenimiento en las áreas de patio de caña y molinos se dividen en cuatro actividades que son:

- mecánicas
- instrumentación
- eléctricas
- lubricación

Pudiendo con esto diferenciar el oficio del trabajador al que se le debe asignar una tarea específica.

Seguidamente, dependiendo del tipo de trabajo que se va a efectuar, se agrupan en.

- Verificaciones: aquellas tareas que consistan en comprobar el correcto funcionamiento de un componente o sub-equipo determinado.
- Limpiezas: todas las tareas destinadas a mantener los componentes sub-equipos libres de cualquier suciedad o impureza que perjudique su correcto funcionamiento.
- Lubricaciones: tareas encaminadas a garantizar la correcta lubricación de los componentes, para evitar el excesivo desgaste y deterioro de las piezas.
- Cambios: sustitución de repuestos usados por nuevos, tomando como referencia las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.

PASO 2.4. Clasificación de las frecuencias de ejecución de tareas

La determinación de las frecuencias de los trabajos o tareas de mantenimiento constituye una herramienta de ayuda para el programador o coordinador de mantenimiento. En el cual se puede basar para realizar la distribución adecuada de los recursos limitados que tengan disponibles, obviamente comenzando por aquellas tareas que tengan la prioridad más alta. La frecuencia de tiempo con que se deben realizar las distintas tareas de mantenimiento se manejará de acuerdo a las

recomendaciones de los proveedores de equipos, especificados claramente en los catálogos o manuales.

PASO 2.4. Identificación de maquinaria y equipo del área de extracción de jugos

La identificación de maquinaria y equipo correspondiente al área de extracción de jugos, es el primer paso a dar, debido a que esta será a la que hay que dar el mantenimiento preventivo, motivo por el cual es la descripción de este plan.

a) Tandem (Juego de 6 molinos)

b) Conductores intermedios

- Las cadenas de arrastre o de rastrillo

- Las cadenas de conducción, de tablillas o de persiana

c) Motores

- Motores eléctricos DC

- Motores hidráulicos

d) Reductores de velocidad

- Eje de alta (revolución)

- Eje de media (revolución)

- Eje de baja (revolución)

e) Bombas

- Bombas centrífugas

- Bomba de maceración

- Bomba de jugo diluido

- Bomba de asepsia

PASO 2.5. Lista de tareas del mantenimiento por maquinaria y equipo del área de extracción de jugos

Tabla 1
Descripción actual de mantenimiento a molinos

Nº.	MOLINO 1	SUPEVISOR	OPERARIO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	OBSERVACIONES
1	Rectificar las cuatro mazas			75%	80%	80%	100%	
2	Maquinar el virador de la cuchilla central			75%	100%	100%	100%	
3	Maquinar el virador de la 4ta. Maza			0%	0%	80%	100%	
4	Maquinar el peine de la maza superior			75%	75%	80%	80%	
5	Maquinar el peine de la maza bagacera			0%	0%	0%	0%	
6	Aplicar soldadura azucar 80 a las mazas			80%	80%	80%	100%	
7	Aplicar soldadura UTP 81 a las mazas			80%	80%	80%	100%	
8	Aplicar soldadura UTP 86 a las mazas			80%	80%	80%	100%	
9	Aplicar soldadura UTP 61 a las mazas			80%	80%	80%	100%	
10	Revisar recubrimiento de acero inoxidable de las vírgenes			80%	20%	100%	100%	
11	Centrar soporte del puente del molino			90%	10%	100%	100%	
12	Verificar estado del puente del molino			90%	90%	100%	100%	
13	Verificar estado de los platos fijos y flanges de la virgen			90%	90%	90%	90%	
14	Revisar las chumaceras de la maza Superior			0%	75%	40%	50%	
15	Revisar las chumaceras de la maza cañera			100%	100%	100%	100%	
16	Revisar las chumaceras de la maza Bagacera			55%	75%	100%	100%	
17	Revisar las chumaceras de la 4ta. Maza			50%	75%	100%	100%	
18	Revisar sprocket y cadena del movimiento de la 4ta. Maza			0%	0%	60%	60%	
19	Instalar y asentear cuchilla central, soldarle Meashert			0%	80%	100%	100%	
20	Instalar y settear maza cañera			0%	80%	100%	100%	
21	Instalar y settear maza bagacera			0%	80%	100%	100%	
22	Revisar e instalar las tapaderas laterales			30%	100%	100%	100%	
23	Instalar platos fijos			0%	0%	80%	90%	
24	Instalar y settear maza superior			0%	0%	0%	40%	
25	Instalar y settear 4ta maza			0%	0%	100%	100%	
26	Revisar e instalar los cabezotes hidráulicos del molino			0%	50%	50%	50%	
27	Prueba de presión hidráulica de los Cabezotes			0%	0%	0%	0%	
28	Revisar estado de las coronas del molino e instalarlas			20%	75%	75%	75%	
29	Instalar peine raspador de la maza superior			0%	0%	0%	0%	
30	Instalar peine raspador de la maza bagacera			0%	0%	0%	0%	
31	Verificación de carga de los acumuladores hidráulicos			0%	0%	0%	0%	
32	Revisión de inyectores de coronas			15%	15%	15%	15%	
33	Instalar inyectores de coronas y molinos			0%	0%	0%	0%	
34	Desmontaje y montaje de la estructura del eje de mando conductor de caña 2			0%	0%	50%	60%	
35	Revisión de acoples y entredos (eje)			0%	0%	0%	0%	
36	Acoplamiento de molinos coronas			0%	0%	0%	0%	
37	Prueba de presión de agua de enfriamiento de chumaceras			0%	0%	0%	0%	

Tabla 2
Descripción actual de mantenimiento a conductores intermedios

No.	CONDUCTOR DE CAÑA #1	SUPERVISOR	OPERARIO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	OBSERVACIONES
1	Cambiar angular de sello a conductor de caña			10%	10%	10%	10%	
2	Revisar pistas y vigas del conductor			90%	100%	100%	100%	
3	Revisar ejes de cola y motriz del conductor de caña			10%	75%	100%	100%	
4	Revisar sprockets motriz y de cola del conductor de caña			20%	20%	100%	100%	
5	Reparar faldones en conductores de caña			0%	0%	25%	25%	
6	Reparar barredora del conductor			10%	10%	10%	10%	
7	Revisar unidad hidráulica del conductor			0%	0%	0%	0%	
8	Revisar reductor y acople del conductor			20%	20%	100%	100%	
9	Reparar cadena Rexnord 2198 del conductor de caña			20%	100%	100%	100%	
10	Reparar cortinas de entrada y salida a picadoras			50%	100%	100%	100%	

Tabla 3
Mantenimiento actual a motores eléctricos

NO.	MOTORES ELÉCTRICOS	SUPERVISOR	OPERARIO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	OBSERVACIONES
1	Desacoplar motro de la transmisión			0%	40%	70%	100%	
2	Realizar limpieza			0%	40%	70%	100%	
3	Revisar cojinetes del lado ventilador y ransmisión			0%	40%	70%	100%	
4	Medir humedad del motor			0%	40%	70%	100%	
5	Revisar el estator			0%	40%	70%	100%	
6	Revisar el ventilador			0%	40%	70%	100%	
7	Armar el motor			0%	40%	70%	100%	
8	Pintar el motor			0%	40%	70%	100%	

Tabla 4
Descripción actual de mantenimiento a reductores de velocidad

NO.	REDUCTORES	SUPERVISOR	OPERARIO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	OBSERVACIONES
1	Desacoplar reductor de la transmisión			0%	40%	70%	100%	
2	Desmontar el reductor			0%	40%	70%	100%	
3	Botar el aceite del reductor			0%	40%	70%	100%	
4	Realizar limpieza de reductor			0%	40%	70%	100%	
5	Revisar y limpiar cojinetes			0%	40%	70%	100%	
6	Revisar retenedores			0%	40%	70%	100%	
7	Revisar los engranajes de los ejes de entrada, intermedio y salida			0%	40%	70%	100%	
8	Revisar cunas de reductores			0%	40%	70%	100%	
9	Revisar catarnas de reductores			0%	40%	70%	100%	

10	Revisar tapaderas laterales de retenedores			0%	40%	70%	100%	
11	Armar el reductor			0%	40%	70%	100%	
12	Aplicar aceite al reductor			0%	40%	70%	100%	

Tabla 5
Lubricantes

NO.	LUGAR DE APLICACIÓN	LUBRICANTE	
		ACEITE	GRASA
	Acoples de baja, chumaceras		Retinax AM SHELL
	Acoples de alta		Alvania EP-RO
	Chumaceras de transmisión, coronas de molinos		Molub-Alloy 936 Heavy
	Reductores Intermedios	Molub-Alloy 1100/320	
	Catarinas y piñon de transmisión	Molub-Alloy 876 L	
	Turbinas y reductores de alta	Teresso 68	
	Bombas en general	Teresso 100	
	Reductores de Donellys	Shell Omala 220	
	Chumaceras de molinos 4, 5 y 6, anillos Rozantes	Spartan EP 680	
	Reductores de alta	Tribol 946AW68	
	Pines de cadenas de conductores		Molub-Alloy 412-1
	Uso general		Multipurpose Grease & W
	Cojinetes de motores eléctricos		SKF LG MT 2/5
	Unidad Hidráulica y conductor de caña	Dexron III Esso	
	Cadenas de transmisión		Molub-Alloy 369 OLF

PASO 2.6. Formas de aplicación de los lubricantes en el ingenio

Dentro del ingenio específicamente dentro de las áreas de estudio se realizan dos tipos de lubricación: forzada y no forzada; dentro de la lubricación forzada está la que se realiza mediante un mecanismo que puede ser una bomba, enfriador o filtro. Este sistema de lubricación forzada también puede ser por un sistema acoplado al equipo o un sistema de lubricación centralizado; se utiliza el sistema de lubricación centralizado con el método Lincoln y Autocane.

PASO 2.7. Bodega de materiales

En la bodega de materiales es el lugar donde se almacena todo tipo de materiales (insumos), para realizar el mantenimiento de toda la corporación de Ingenio

Pantaleón, tanto para el área del ingenio como para todos los departamentos que conforman dicha empresa (talleres, campo, transportes, etc.). Consta de dos edificios; uno, donde están ubicadas las oficinas del departamento de compras y requisiciones y otro donde está específicamente la bodega de materiales.

Las bodegas requieren cumplir con ciertas exigencias como.

- a. Ejecutar transacciones más pequeñas
- b. Mayor capacidad de almacenaje
- c. Ofrecer más valor agregado
- d. Proveer mayores servicios de almacenaje
- e. Mayor capacidad de procesamiento e información
- f. Mayor capacidad de recepción

Las bodegas se clasifican de acuerdo a los diferentes tipos de insumos y/o productos que las empresas manejen, estas pueden ser bodega de materiales, bodega de materia prima, bodega de producto terminado, bodega de materiales en proceso. Con lo que respecta al ingenio Madre Tierra se cuenta con una bodega de materiales que es el lugar donde se almacena todos los repuestos para un mantenimiento como cojinetes, retenedores, láminas de acero, tubos de diferente cedula, tornillos, flanges, entre otros.

Resultado 3. Programa de capacitación

3.1. Taller de “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla”

 <p>INGENIO PANTALEÓN</p>	<p>Taller de “Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla”</p>
--	---

Actividad 1: Descripción de capacitación.

3.1.1. Introducción

Respondiendo a la necesidad de fortalecer el área de extracción de jugo de caña de azúcar en el Ingenio “Pantaleón Siquinalá, Escuintla”. Se capacitará al personal sobre el mantenimiento preventivo de maquinaria

3.1.2. Dirigido a

El programa está dirigido al personal del área de área de extracción de jugo de caña de azúcar en el Ingenio “Pantaleón Siquinalá, Escuintla”.

3.1.3. Objetivo general

Maximizar la vida útil del equipo de máquinas que compone el área de extracción de jugo de caña de azúcar por medio de un plan de mantenimiento preventivo

3.1.4. Objetivos específicos

- a) Lograr un funcionamiento constante de la maquinaria y equipo a través de un plan de mantenimiento preventivo
- b) Reducir la reparación de maquinaria mediante una rutina de inspecciones

periódicas y la renovación de los elementos dañados.

3.1.5. Duración

8 horas

3.1.6. Fechas y horario

Fecha: 5/10/2019.

Horario: de 8:30 a.m. A. 4:30 p.m.

Actividad 2: Tipo de Metodología.

3.1.7. Metodología

Se utilizará un grado de interacción de trabajo en conjunto facilitador-Participante, de modo de capacitar a los trabajadores del Ingenio “Pantaleón Siquinalá, Escuintla en el manejo de un plan de mantenimiento preventivo.

Actividad 3: Selección de contenido.

3.1.8. Contenido

Módulo I: Maximización de la vida útil de los equipos que conforman el área de extracción de jugo de caña.

Objetivo: *evitar los atrasos en horas de producción*

Temas:

1. Definición
2. Generalidades
3. Razones para su uso
4. Tipos de fallas
5. Tipos de herramientas

6. inspección de maquinaria

7. protección personal

8. Tipos de repuestos.

Actividades del módulo:

Presentación.

Módulo II: Planes de mantenimiento industrial.

Objetivo: *Conocer los diferentes sistemas de mantenimiento Industrial*

Temas:

1. Mantenimiento Correctivo

2. Mantenimiento Proactivo

3. Mantenimiento predicto

Actividad del Módulo:

-Caso de análisis.

-Proyección de video.

-Preguntas de debate.

Módulo III: Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla

Objetivo: *lograr aumentar la vida útil de la maquinaria y equipo del área de extracción de jugo de caña implementando un plan de mantenimiento preventivo*

Temas:

1. funciones de un plan de mantenimiento preventivo.

2. Ventajas al implementar un plan de mantenimiento preventivo.

Actividad del Módulo:

a) *Taller en equipo.*

b) *Caso de análisis.*

c) *Proyección de video*

d) *Dinámica de grupo.*

e) *Equipo audiovisual*

f) *Papelógrafo*

g) *Preguntas de debate.*

Actividad 4: Cronograma de capacitación plan de mantenimiento preventivo.

3.2. Programa de Capacitación de un Plan de Mantenimiento Preventivo Para Maquinaria del Área de Extracción de Jugo de Caña de Azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.

	<p align="center">Programa de capacitación de un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla</p>			
FECHA	ACTIVIDAD	HORA	UBICACIÓN	RESPONSABLE
05/10/2019	Bienvenida y presentación del responsable	8.30 a.m.-9.00 a.m.	Salón de usos múltiples del Ingenio	Julio Fernando Tejax Elías
05/10/2019	Conocimientos Técnicos, Mecánicos, Eléctricos, Seguridad Personal, Orden y Limpieza	9.00 a.m.-10.00 a.m.	Salón de usos múltiples del ingenio	Julio Fernando Tejax Elías
05/10/2019	Tipos de Fallas	10.00 a.m.-10.00 a.m	Salón de usos múltiples del Ingenio	Julio Fernando Tejax Elías
05/10/2019	Tipos de Mantenimiento y Funciones	11.00 a.m.-12.00 a.m.	Salón de usos múltiples del Ingenio	Julio Fernando Tejax Elías
05/10/2019	Almuerzo	1.00 p.m.-2.00 p.m.	Comedor del ingenio	Julio Fernando Tejax Elías
05/10/2019	Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo	2.00 p.m.-3.00 p.m.	Salón de usos múltiples del Ingenio	Julio Fernando Tejax Elías
05/10/2019	Adaptación de los trabajadores con el Plan de Mantenimiento	3.00 p.m.-4.00 p.m.	Salón de usos múltiples del Ingenio	Julio Fernando Tejax Elías
05/10/2019	Cierre	4.00 p.m. 4.30 p.m.	Salón de usos múltiples del Ingenio	Julio Fernando Tejax Elías

Anexo 2. Matriz de la estructura lógica

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>Objetivo general.</p> <p>Reducir la pérdida de tiempo por reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.</p>	<p>Reducir la pérdida de tiempo en ciento por ciento el tiempo de reparaciones de maquinaria en el área de extracción de jugo de caña de azúcar.</p>	<p>Libro de control de tiempo de reparaciones</p>	<p>INTECAP ayudará a alzar el objetivo</p>
<p>Objetivo específico.</p> <p>Evitar las fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.</p>	<p>Evitar en ciento por ciento las fallas frecuentes en maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar.</p>	<p>Libro de control de fallas en maquinaria.</p>	<p>INTECAP ayudará a alzar el objetivo</p>
<p>Resultado 1:</p> <p>Se cuenta con una Unidad Ejecutora</p>			
<p>Resultado 2:</p> <p>Se cuenta con un Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria del área de extracción de jugo de caña de azúcar, en Ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla.</p>			
<p>Resultado 3:</p> <p>Programa de Capacitación</p>			