



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN SISTEMA AUTOMATIZADO Y
MANTENIMIENTO DE PROCESO DE ENSAMBLAJE DE TAPA, EN UNA FÁBRICA
DE PRODUCTOS DE PLÁSTICO UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

José Antonio Longo Veliz

Asesorado por el Mtro. Ing. Mario Estuardo López Mazariegos

Guatemala, julio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN SISTEMA AUTOMATIZADO Y
MANTENIMIENTO DE PROCESO DE ENSAMBLAJE DE TAPA, EN UNA FÁBRICA
DE PRODUCTOS DE PLÁSTICO UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ ANTONIO LONGO VELIZ

ASESORADO POR EL MTRO. ING. MARIO ESTUARDO LOPEZ
MAZARIEGOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, JULIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Jorge Gilberto González Padilla
EXAMINADOR	Ing. Julio Rolando Barrios Archilla
EXAMINADOR	Ing. Armando Gálvez Castillo
SECRETARIO	Inga. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN SISTEMA AUTOMATIZADO Y MANTENIMIENTO DE PROCESO DE ENSAMBLAJE DE TAPA, EN UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS DE PLÁSTICO UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado, en junio de 2023.

José Antonio Longo Veliz



EEPFI-PP-0685-2023

Guatemala, 1 de junio de 2023

Director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica
Presente.

Estimado Ing. Rivera

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.


El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA SISTEMA AUTOMATIZADO Y MANTENIMIENTO DE PROCESO DE ENSAMBLAJE DE TAPA, EN UNA FABRICA DE PRODUCTOS DE PLASTICO UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gestión del Mantenimiento - Gestión financiera del mantenimiento (mantenimiento, proyectos de inversión y servicios)**, presentado por el estudiante **Jose Antonio Longo Veliz** carné número **200819315**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Ingeniería De Mantenimiento.

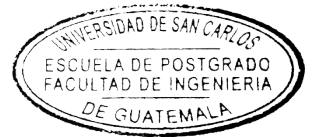
Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para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

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Estuardo Mario López Mazariegos
INGENIERO MECÁNICO
COLEGIADO N.º 13984
Mtro. Estuardo Mario López Mazariegos
Asesor(a)


Mtra. Rocío Carolina Medina Galindo
Coordinador(a) de Maestría




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





EEP-EIME-0672-2023

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA SISTEMA AUTOMATIZADO Y MANTENIMIENTO DE PROCESO DE ENSAMBLAJE DE TAPA, EN UNA FABRICA DE PRODUCTOS DE PLASTICO UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Jose Antonio Longo Veliz**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink is written over a circular official stamp. The stamp contains the text: "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA", "DIRECCIÓN ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA", and "FACULTAD DE INGENIERIA".

Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica

Guatemala, junio de 2023



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.43.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA SISTEMA AUTOMATIZADO Y MANTENIMIENTO DE PROCESO DE ENSAMBLAJE DE TAPA, EN UNA FABRICA DE PRODUCTOS DE PLASTICO UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Jose Antonio Longo Veliz** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco Gómez Rivera
Motivo: Orden de impresión
Fecha: 25/07/2023 09:19:13
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, julio de 2023

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 43 CUI: 2461390130114

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme la oportunidad de vida y ser la guía de mis acciones y decisiones para creer que, de la mano de él, nada es imposible.

Mis padres

Por ser fuentes de inspiración y por enseñarme que, con trabajo, perseverancia y constancia, se pueden alcanzar los sueños.

Mis hermanos

Por el apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Pueblo de Guatemala	Por el esfuerzo y trabajo, al cual hacen que este sueño sea realidad.
Mis catedráticos	Por compartir sus conocimientos y experiencias sin condiciones.
Mi asesor	Por el apoyo y tiempo en la asesoría de mi documento de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Descripción del problema	7
3.2. Pregunta general	8
3.3. Preguntas específicas.....	8
3.4. Delimitación del problema.....	8
3.4.1. De no realizarse.....	9
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
5.1. General	13
5.2. Específicos.....	13
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN	15

7.	MARCO TEÓRICO	17
7.1.	Gestión de mantenimiento.....	17
7.1.1.	Proceso y evolución del mantenimiento	18
7.1.1.1.	Mantenimiento preventivo	18
7.1.1.2.	Mantenimiento predictivo.....	19
7.1.1.3.	Mantenimiento correctivo	19
7.1.2.	Optimización del mantenimiento	20
7.1.2.1.	El mantenimiento centrado en la confiabilidad	21
7.1.2.2.	Mantenimiento productivo total (TPM)	23
7.1.2.3.	Mantenimiento basado en el riesgo (RBM).....	25
7.1.3.	Indicadores clave para la gestión del mantenimiento (KPI's).....	28
7.1.3.1.	Indicadores de eficiencia, confiabilidad y disponibilidad	29
7.1.3.2.	Indicadores de gestión del mantenimiento.....	30
7.2.	Producción de productos de plástico.....	30
7.2.1.	Plástico.....	30
7.2.2.	Forma y acabado	31
7.3.	Definición de empresa de producción de tapas plásticas.....	31
7.3.1.	Tapa plástica	32
7.3.1.1.	Materia prima utilizada para la fabricación de tapa plástica	32
7.4.	Conceptos de enlainado.....	33
7.4.1.	Enlainar	33
7.4.2.	Liner	34

7.4.3.	Proceso de enlainado	34
8.	PROPUESTO DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	37
9.	METODOLOGÍA.....	39
9.1.	Enfoque	39
9.2.	Diseño de la investigación	39
9.3.	Tipo de estudio	39
9.4.	Alcance	40
9.5.	Variables e indicadores.....	40
9.6.	Fases de la investigación.....	41
9.7.	Fase 1	41
9.8.	Fase 2	41
9.9.	Fase 3.....	41
9.10.	Fase 4.....	41
9.11.	Resultados esperados	42
9.12.	Población y muestra	42
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	43
11.	CRONOGRAMA	45
12.	RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	47
12.1.	Recursos físicos.....	47
12.2.	Recursos humanos	47
12.3.	Recursos financieros	47
	REFERENCIAS	49
	APÉNDICE.....	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1. Esquema de la solución	16
Figura 2. Elementos de la confiabilidad operacional	21
Figura 3. Características de las fallas	22
Figura 4. Ciclo Deming.....	24
Figura 5. Etapas de implantación de TPM	25
Figura 6. Tapa con liner	32
Figura 7. Liner	34

TABLAS

Tabla 1. Nivel de probabilidad del fallo	27
Tabla 2. Criterios de las consecuencias	28
Tabla 3. Sistemas de inserción de liner	35
Tabla 4. Variables e indicadores	40
Tabla 5. Cronograma de actividades.....	45
Tabla 6. Costos y factibilidad.....	48

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
KCMIL	Circular mil
°C	Grados Celsius
KN	Kilo Newton
kA	Kiloamperios
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
kv	Kilovoltio
mm	Milímetro
mm²	Milímetro cuadrado
nm	Nanómetro
Ω	Ohmio
Q	Quetzales
seg	Segundos

GLOSARIO

ANSI	Es el Instituto Nacional Estadunidense de Estándares.
ASTM	Es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos de normas para materiales, productos y servicios.
Enlainado	Proceso por el cual se inserta <i>liner</i> en tapa plástica.
Liner	Material que se inserta en tapadera de plástico como sello hermético.
NEMA	Son normas que se encargan de regir estándares de fabricantes eléctricos.

RESUMEN

El aplicar gestión de mantenimiento dentro de la industria de plástico lleva consigo la realización de análisis de los procesos donde se llevan a cabo las operaciones, ejecución de planes de mantenimiento, mejora continua en mantenimiento preventivo, atenuar las fallas correctivas, tomar plan de acción en equipos críticos.

Para el diseño de investigación se analizará la implementación de una maquinaria nueva en una industria de plástico, la cual realiza el proceso de enlainado, que consiste la colocación de liner dentro de la tapa, asegurando la hermeticidad del empaque, para tener un resultado exitoso se deben evaluar los datos por parte de la planta, así evaluar instalación de maquinaria y los elementos que conllevan, para los análisis se debe de documentar datos como, área a instalar, suministro de energía eléctrica, aire comprimido, alineación de la maquinaria y conocer el funcionamiento de esta.

Se plantea recaudar la información generada mediante entrevistas a técnicos enviados por proveedor para la instalación y la generación de un modelo de gestión de mantenimiento y con esto la implementación de mantenimientos preventivos y predictivos, tomando las características y necesidades de la maquinaria sin interferir en el objetivo de control de calidad y producción.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación consiste en la implementación de un sistema automatizado de una máquina enlainera automática basándose en cumplir con los estándares de calidad y suplir la cantidad necesaria de los clientes, para entregar a un consumidor un producto de calidad. Así también se estudia el proceso de la máquina enlainera para posteriormente la creación de un plan de mantenimiento que se ajuste a las necesidades de esta, ayudando así a conseguir un producto de calidad.

Los productos que se compran y poseen sello de seguridad garantizan hermeticidad e inocuidad de estos, debido a esto la industria de productos de plásticos se ve obligada a ofrecer un producto de calidad y agregando el sello de seguridad para conservar los productos dentro de estos, llevando un proceso automatizado de enlainerado.

El problema existente en el trabajo de investigación consiste en el desarrollo de la nueva línea alimenticia de frijoles volteados para la fábrica de alimentos, encontrando que la línea debe ser de forma optimizada y de rendimiento alto debido a la competencia comercial encontrada al 02 de marzo de 2020 donde existen 6 empresas alimenticias que desarrollan y comercializan el frijol volteado, siendo estos la competencia para el desarrollo del trabajo de investigación que debe ser óptimo para ser competitivo.

La importancia del trabajo de investigación nace de la necesidad de cumplir con la demanda de tapa de plástico con sello de seguridad, volviéndose así competencia comercial al ofrecer nuevos productos, por tal motivo se propone

la implementación de una nueva máquina enlainera con un proceso automatizado y a la vez más efectivo, cumpliendo los estándares de calidad y a su vez creando un plan de mantenimiento volviéndola eficiente en todo su alcance.

El trabajo de investigación tiene un enfoque mixto, se presenta el análisis como cuantitativo mediante la estadística descriptiva y el diseño de la solución es experimental con el alcance explicativo.

El esquema de la solución constará de cuatro fases, la primera analizará documentación que harán que el trabajo de investigación sea comprensible; durante la segunda fase se tratarán los componentes necesarios para el funcionamiento correcto de la máquina la tercera parte tratará el análisis de variables para comprender el proceso de funcionamiento de la máquina y la parte final involucra todos los elementos antes mencionados para la creación de un plan de mantenimiento correctivo.

El trabajo de investigación es factible, debido a que en el mercado de productos de plástico ya existe dicho proceso dando así lugar a que existan los recursos para realizar el proyecto dentro de la fábrica.

El informe final está conformado por un primer capítulo que se encuentra conformado por los antecedentes y estudios relacionados al tema de investigación, el segundo tratará el marco teórico donde se definen los conceptos necesarios sobre la formación de plástico, en el tercer capítulo se desarrolla la investigación con los datos recolectados, y el cuarto capítulo será la presentación de resultados que estarán basados en los objetivos planteados y un quinto capítulo donde se discutirán los resultados para las conclusiones del informe final.

2. ANTECEDENTES

El diseño de investigación exhibe antecedentes que aportan a la realización de los procesos de cierre de tapa herméticos tanto para alimentos como para productos químicos, siendo estos antecedentes los que se mencionan a continuación:

Como menciona Flores (2008) en su investigación *Diseño de un sistema de costos estándar en una industria fabricante de tapas plásticas* tuvo como objetivo proporcionar una herramienta de control interna a la administración, de como evaluar sus costos de producción a través de un sistema de costos estándar y tuvo como conclusión el obtener de una manera información para la toma de decisiones al momento de fijar precio competitivo al producto y analizar la rentabilidad de este, el aporte de este antecedente es que las industrias de plástico en Guatemala, es un sector bastante desarrollado y al mismo tiempo equipado dentro de la región centroamericana. Esto puede indicar que la mayoría de maquinaria es relativamente nueva, y el mismo dato implica que las compañías realicen inversiones altas al momento de adquirir nuevos equipos en casi todos los procesos de producción del área de plásticos.

Tanto los alimentos, como los productos químicos, necesitan un cierre hermético para no derramarse o liberar gases tóxicos al ambiente, para esto existen las máquinas enlainadoras que colocan un sello hermético a la tapa una de las bases se menciona en el siguiente concepto, Tocagón (2015) en su estudio *Enlainadora automática de tapas plásticas de cuarenta milímetros de diámetro para procesos de producción en serie* que tuvo como objetivo optimizar y mejorar la fase de implantación de liner en tapas plásticas y así minimizar

tiempo y aumentando la producción de 3,000 tapas/hora a 5,000 tapas/hora cambiando de un sistema manual a uno automático. Y tuvo como conclusión la rentabilidad de esta, aumentando la producción del sistema un 40 % dejando obsoleta la forma tradicional, el aporte de este antecedente es el comprender el funcionamiento y todos los componentes que este equipo conlleva.

Agregando a lo anterior Cázares *et al.*, (2009) en su estudio *Actualización de una máquina trenzadora de cable electromecánico* tuvo como objetivo el desarrollo de un sistema semiautomático en una máquina trenzadora de cable electromecánico mediante un variador de frecuencia

Gálvez (2019) en su investigación *Posicionamiento estratégico a través de un modelo de estructuración comercial para una empresa nueva en productos plásticos en Guatemala* tuvo como objetivo posicionar estratégicamente a una empresa nueva en productos plásticos en Guatemala mediante un modelo de estructuración comercial y su conclusión fue la implementación de un departamento de servicio al cliente, para poder tener una mejor opinión sobre sus productos, el aporte de este antecedente fue comprender que en el sector de ciudad de Guatemala las empresas de productos de plástico están todas muy cerca una de otra, y debido a esto los clientes tienen más opciones de compra que repercuten en los precios. Esta competencia provoca que se realice actualización e instalación de maquinaria más eficaz y automatizada para cumplir con la demanda del producto y ser un competidor en el mercado.

La instalación de maquinaria nueva conlleva la creación de planes de mantenimiento, ya que estos permiten tener una máquina con alta disponibilidad y confiabilidad. Veloz (2023) en su estudio *El mantenimiento preventivo como estrategia en la minimización de accidentes y aseguramiento de la calidad*, tuvo como objetivo el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para

minimizar accidentes y obtener un buen aseguramiento de calidad, para esto aplicó un enfoque mixto de tipo descriptivo utilizando metodo investigación-acción bajo los principios de mantenimiento productivo total y mantenimiento centrado en confiabilidad, teniendo como conclusión la importancia de implementación de un mantenimiento preventivo eficaz como estrategia en minimización de accidentes, disponibilidad de equipos y aseguramiento de la calidad. Este antecedente aporta la importancia de la implementación y creación de mantenimientos preventivos para maquinaria.

Tomando en cuenta lo anterior, Peralta (2019) en su estudio *Plan de mantenimiento predictivo para incrementar la productividad de la empresa AR&RL Constructores E.I.R.L., San Juan de Lugaricho 2019*, tuvo como objetivo la confección de un plan de mantenimiento para así incrementar la productividad, eficacia y eficiencia aplicando una metodología aplicada y una investigación cuantitativa, tuvo como conclusión un incremento del 23 % en productividad, 19 % en eficiencia y un 12 % en eficacia. El aporte de este antecedente es que se debe encontrar una metodología propia para el mantenimiento en la maquinaria que se base en técnicas de mantenimiento estandarizado y así lograr obtener bases con indicadores y gestión de costos para la generación de una cultura.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Fábrica que produce tapas de plástico con seguridad hermética ya cuenta con una máquina para este proceso, pero actualmente existe una mayor demanda, por lo que se realiza una propuesta para cumplir con la producción actual y futuras, para cumplir de una manera más eficiente e inocua la demanda. El instalar la maquinaria no es suficiente también se deben implementar planes de mantenimiento tanto mecánicos como eléctricos, así como también conocer la parte de los costos de este.

3.1. Descripción del problema

La instalación de una nueva máquina lainadora ya es parte del mercado en Guatemala, introducido por la industria del plástico. La presentación del problema será introducirlo en una empresa de fabricación de productos de plástico para suplir la demanda por los clientes, presentándolo como una línea eficiente capaz de generar los recursos suficientes para competir en el mercado de productos de plástico.

Teniendo una visión de crecimiento y actualización de maquinaria, nace la propuesta de instalación de una nueva máquina lainadora con sistema automatizado de inspección de tapa, sin dejar de lado entregar un producto de calidad al cliente. Parte del trabajo de investigación será el crear protocolos programados de mantenimiento tanto eléctricos como mecánicos.

3.2. Pregunta general

¿Cómo puede mejorar el resultado de producción en una fábrica de productos de plástico, con la ayuda de maquinaria de proceso de ensamblaje de tapa?

3.3. Preguntas específicas

- ¿Qué factores son necesarios para la implementación de una nueva máquina de ensamblaje de tapa?
- ¿Cuál es el proceso de funcionamiento del sistema automatizado de ensamblaje de tapas?
- ¿Cómo elaborar un plan de mantenimiento para la máquina de ensamblaje de tapa en empresa de productos de plástico?
- ¿Cuál es el costo del mantenimiento preventivo en máquina de ensamblaje de tapa en empresa de productos de plástico?
- ¿Qué beneficio trae la implementación de una nueva máquina de ensamblaje de tapa?

3.4. Delimitación del problema

La investigación se realizará en la creación de una nueva línea de producción de frijoles volteados en presentaciones de lata y *doypack*, dentro de la fábrica de productos de alimentos, creando así, los protocolos para los diferentes tipos de mantenimientos y mejoras en los resultados. El periodo de

ejecución de la investigación será durante los meses de julio 2019 hasta junio 2020.

3.4.1. De no realizarse

- La empresa seguirá con un límite de producción para las tapas con sello de seguridad, y evitar crecer en el mercado de industria de plástico.
- No se podrán crear nuevos planes de mantenimiento para mejorar un proceso.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio se introduce en la línea de investigación de gestión del mantenimiento y metodología de la investigación de la maestría en Ingeniería de Mantenimiento de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El enfoque de la disponibilidad de alguna máquina se relaciona con el curso de Seminario del Mantenimiento Predictivo, y con la demanda de producción, anteponiéndose a los posibles problemas durante el funcionamiento de la máquina. También si se quiere un mantenimiento eficaz siguiendo procesos de calidad al actuar, se sigue lo aprendido en el curso de Normas Internacionales de Mantenimiento.

Mostrar el trabajo de investigación debidamente, es importante, ya que la innovación dentro de la empresa será para ofrecer una mejora, al cliente, en la tapa con sello de seguridad en el mercado de productos de plástico. Se partirá desde cero la instalación y se estudiará el proceso de la máquina lainadora, para así entregar un producto que cumpla con los estándares de calidad.

La necesidad del trabajo de investigación es tener dentro de la empresa una nueva máquina capaz de competir en el mercado de productos de plástico y al mismo tiempo ofrecer mejor calidad y capacidades de suplir cualquier eventualidad de demanda disminuyendo los paros gracias a un plan de mantenimiento ajustado a la necesidad de la máquina.

El beneficio de la investigación se refleja en la satisfacción de los clientes de productos de plástico, ya que, con la implementación de máquinas más

actualizadas dentro de la empresa, se entrega un producto de calidad cumpliendo con las expectativas dentro del mercado de productos de plástico, dando lugar a nuevas fuentes de empleo y ayudando a disminuir el índice de desempleo en Guatemala.

Uno de los beneficiarios será la empresa, ya que, al realizar una inversión para una máquina de producción nueva, se generará un ingreso económico a un tiempo determinado, pudiendo cumplir con la demanda del producto y así ganar el mercado del producto de plástico. El beneficio del investigador será el obtener conocimiento y crecimiento profesional.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Desarrollar un sistema automatizado y mantenimiento preventivo de proceso de ensamblaje de tapa, en una fábrica de productos de plástico ubicada en ciudad de Guatemala.

5.2. Específicos

- Determinar los factores necesarios para la implementación de una nueva máquina de ensamblaje de tapa en empresa de productos de plástico
- Desarrollar el proceso de funcionamiento del sistema automatizado de ensamblaje de tapas
- Diseñar el plan de mantenimiento preventivo para la máquina de ensamblaje de tapa en la empresa de plástico.
- Determinar el costo del mantenimiento preventivo en máquina de ensamblaje de tapa en empresa de inyección de plástico.
- Evaluar el beneficio del sistema de automatizado y mantenimiento preventivo para la máquina de ensamblaje de tapa

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

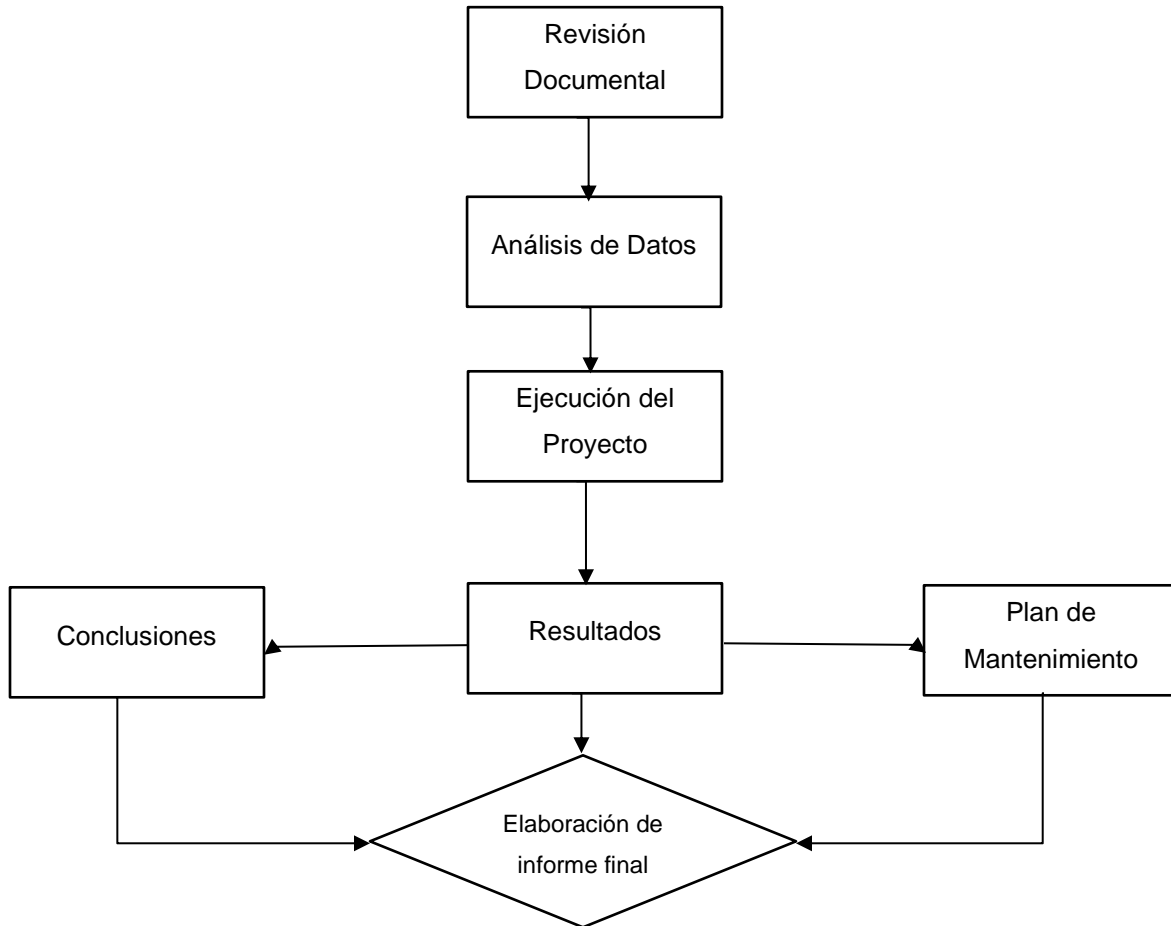
La necesidad que se cubre conforme al trabajo de investigación es cumplir con la demanda en el mercado actual de productos de plástico, específicamente el de tapas de plástico.

El trabajo de investigación pretende mejorar el entorno económico mejorando las ventas al tener una maquinaria que pueda cumplir con la demanda y gracias al cumplimiento de un mantenimiento preventivo eficaz, con lo antes mencionado teniendo mayores ingresos.

El esquema de la solución constará de cuatro fases, la primera analizará documentación, realizará el desembalaje e instalación de la máquina de una manera correcta y eficiente; durante la segunda fase se tratarán los componentes necesarios para el funcionamiento correcto de la máquina, ya sea electricidad, aire y sistema de enfriamiento de esta, la tercera parte tratará el análisis de variables para comprender el proceso de funcionamiento de la máquina, y la parte final involucra todos los elementos antes mencionados para la creación de un plan de mantenimiento correctivo.

Figura 1.

Esquema de la solución



Nota. En la figura se presentan los pasos del esquema de solución elaboración propia, usando Word.

7. MARCO TEÓRICO

Para el tema del sistema automatizado y mantenimiento de procesos térmicos de esterilización de frijoles volteados en empaque tipo *doypack*, fueron de importancia puntos donde se relaciona lo siguiente:

- Mantenimiento y los diferentes tipos.
- Resultados del mantenimiento en base a sus indicadores.
- Estudio de los procesos de fabricación y sus protocolos de automatización.
- Elaboración de un plan estratégico de mantenimiento como resultado de un trabajo de investigación.

7.1. Gestión de mantenimiento

La disponibilidad y la confiabilidad forman parte fundamental de los resultados que se consiguen por medio de un mantenimiento óptimo para gestionar prevenciones, predicciones y correcciones, por tal razón,

Salazar (2019) en su página de internet menciona que:

Como profesionales de Ingeniería Industrial es nuestro propósito contribuir al mejoramiento continuo de sistemas productivos de bienes y servicios.

Una de las formas de contribuir a dicho mejoramiento es asegurando la

disponibilidad y confiabilidad de las operaciones mediante un óptimo mantenimiento. (p.1)

Lo mencionado con anterioridad se derivan los conceptos siguientes:

7.1.1. Proceso y evolución del mantenimiento

Los mantenimientos darán resultados por medio de cada uno de los diferentes tipos de mantenimiento que se basan en:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento correctivo

7.1.1.1. Mantenimiento preventivo

Una de las bases con las que cuenta el mantenimiento que se menciona, serán los tiempos cortos para localizar una cantidad de problemas que puedan ocasionar alguna falla, por tal motivo Sima (1986) en su artículo da a conocer un concepto básico y entendible de qué es un mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo fue diseñado para la prevención de problemas y fallos en las máquinas y equipos, manipulando datos sobre los sistemas y subsistemas e inclusive partes. Bajo la proposición antes mencionada se tratan los objetivos para la creación de un programa con los intervalos o tiempo de uso del equipo, para realizar cambios de subensambles, piezas, rectificaciones, ajustes, cambios en lubricación, entre otros, a maquinaria, equipos e instalaciones y siendo significativo realizar minimizando problemas. El

trazar una estructura de diseño es sustancial para incluir los componentes de conservación, confiabilidad, mantenibilidad, y un plan que fortifique las bases de capacidad de gestión, ubicando los compromisos y asegurando su cumplimiento.

7.1.1.2. Mantenimiento predictivo

Por medio de distintas variables, el mantenimiento preventivo da informes permanentes para conocer el estado y operación de las instalaciones. Se necesitan considerar diferentes tipos de variables posibles que pueden influir en el funcionamiento de un proceso tales como temperatura, energía, vibración, entre otros, este tipo de mantenimiento se menciona que es mucho más tecnológico (Sanzol, 2010).

El concepto obtenido por este autor demuestra que se deberá estar preparado con conocer el proceso y tener varios conceptos de operatividad, con cada parámetro basado en temperaturas u otras variables que puedan afectar a los equipos.

7.1.1.3. Mantenimiento correctivo

Siendo este uno de los primeros en realizarse dentro de la industria, este se refiere a realizar trabajos de reparación en tiempos programados o no programados, así mismo por tal motivo, Garrido (2009) menciona en su libro, que se entiende por mantenimiento correctivo a la actuación inmediata de averías o fallas cuando están saliendo a relucir durante una operación afectando producción o procesos.

También indica que los mantenimientos correctivos deben ser diferenciados en dos tipos:

- Mantenimiento correctivo programado
- Mantenimiento correctivo no programado

El tomar decisiones que marquen importancia como realizar reparaciones inmediatas o con previa planificación normalmente repercuten en el sistema productivo: Los fallos pueden tratarse de forma inmediata cuando los problemas se ocasionan por emergencia, sin embargo, estas no tienen planificación a diferencia que si una falla no repercute en el sistema operativo y puede continuar con la falla hasta realizar una programación para reparar la falla.

7.1.2. Optimización del mantenimiento

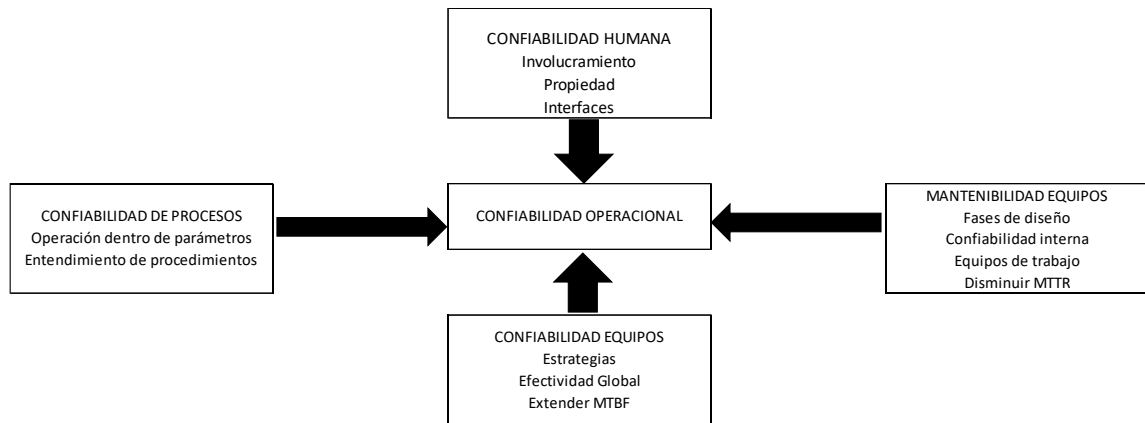
El mantenimiento de forma planeado llamado PMO ayuda a que todo tipo de mantenimiento sea detallado y que tenga un historial que ayude a las mejoras continuas. El poder tener todo planeado visualiza que todas las gestiones estén bajo un control que ayude a solucionar problemas cuando ocurra una falla (García, 2007).

Para optimizar los diferentes sistemas operativos, se deberán considerar aspectos, donde no solamente se encuentre el mantenimiento, sino también la parte humana debido a que los diferentes equipos de trabajo son quienes mostrarán historiales de fallas o los diferentes indicadores para que la planta entre en funcionamiento acorde a las necesidades de la producción.

La confianza, como se mencionó con anterioridad, se logra con la unión de varios aspectos y sistemas.

Figura 2.

Elementos de la confiabilidad operacional



Nota. La figura 2 indica la unión de los diferentes sistemas para conseguir una confianza adecuada. Obtenido de García. (2007). *Gestión de Mantenimiento basado en Confiabilidad*. file:///C:/Users/casa/Downloads/11.GestinIntegraldeMantenimientobasadaenConfiabilidad_GMC_2007.pdf. Consultado el 3 de mayo de 2021. Dominio público.

7.1.2.1. El mantenimiento centrado en la confiabilidad

Este tipo de mantenimiento involucra 7 preguntas que son básicas según lo indica la norma SAE JA1011 y el artículo de la página de internet de rcm-confiabilidad (2005):

- ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
- ¿Cuáles son los estados de fallas (fallas fusionales) asociadas con estas funciones?
- ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de fallas?
- ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
- ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?

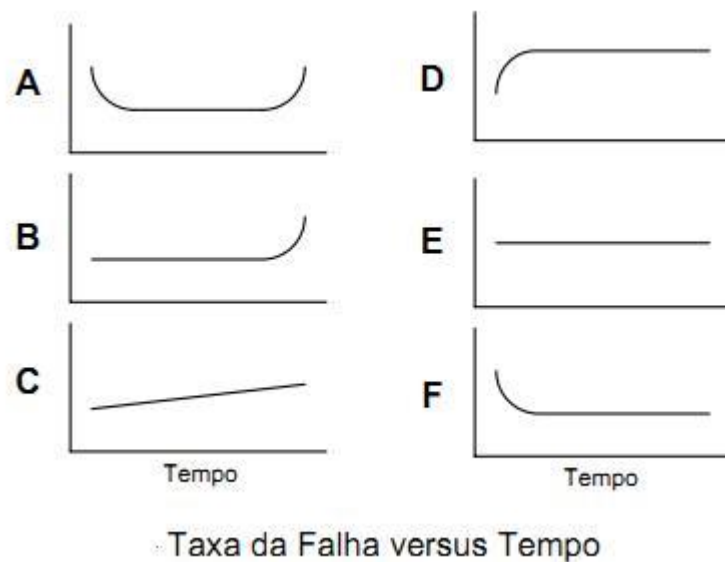
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
- ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

Los conceptos anteriores darán la pauta del entendimiento y ejecución del del RCM, sin embargo, la explicación matemática y gráfica que indica Engeman (2018) es la siguiente:

Matemáticamente o de forma estadística se debe trabajar en condiciones definidas en un determinado espacio y tiempo.

Figura 3.

Características de las fallas



Nota. Las fallas pueden ser explícitas en la gráfica donde se muestra los 6 tipos de gráficos. Obtenido de Cruz. (11 de octubre de 2018). *Mantenimiento basado en la confiabilidad*. Docplayer. (<https://docplayer.es/49436198-Indicadores-de-gestion-cruz-lezama-osain.html>)

Para explicar las curvas, se menciona que A y B dan lugar a los problemas simples con errores bastante altos que son parte del tiempo de uso del equipo, para la parte de las curvas C, D, E y F dan lugar a las fallas más constantes y posiblemente más complejas que pueden tener una baja durabilidad.

Finalmente se mencionará que el RCM utilizará como indicadores el MTBF, MTTR para garantizar el desempeño desarrollado en este tipo de mantenimiento.

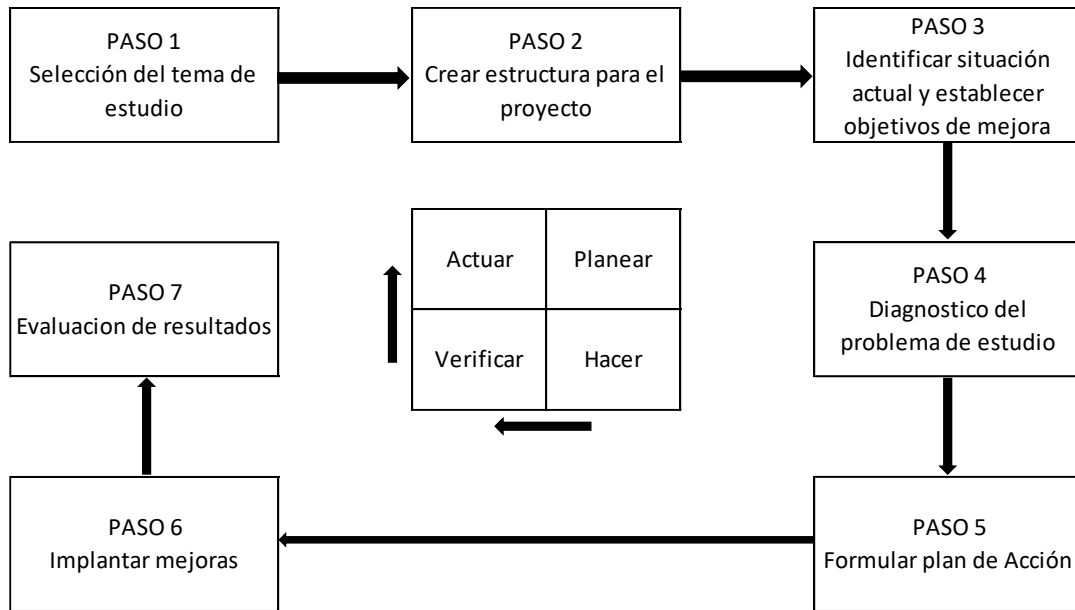
7.1.2.2. Mantenimiento productivo total (TPM)

Es claro que el hecho de tener el equipo disponible y fiable es uno de los mayores objetivos del mantenimiento. De tal manera que los programas de mantenimiento deberán reunir todos los requisitos necesarios para desarrollar los objetivos.

Garrido (2009) su libro sobre ingeniería de mantenimiento indica la implicación de toda la organización en el mantenimiento de las instalaciones. Aparece el concepto de TPM, o Mantenimiento Productivo Total, donde menciona que las tareas de rutinas fueron trasladadas a operarios.

El TPM reunirá a los equipos de trabajo para fortalecer las actividades que involucren mejoras en los mantenimientos de los equipos, se reúne varios artículos para mencionar que el TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral del trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí; la intención de lo mencionado anteriormente es establecer un ambiente laboral que sea creativo, seguro, productivo y donde los trabajadores se sientan cómodos.

Figura 4.
Ciclo Deming



Nota. La figura muestra que para conseguir los resultados en los procedimientos se deben seguir los pasos del ciclo Deming. Obtenido de Gómez. (s.f.). *Mantenimiento Productivo Total.* (https://www.academia.edu/9353979/MANTENIMIENTO_PRODUCTIVO_TOTAL) Consultado el 12 de agosto del 2022. Dominio público

Figura 5.

Etapas de implantación de TPM



Nota. Para realizar la implantación de un TPM se tendrá un promedio de tiempo de 3 a 6 meses y de 2 a 3 años, siempre que se consideren y se lleven a cabalidad los pasos. Obtenido de Gómez. (s.f.). *Mantenimiento Productivo Total.* (https://www.academia.edu/9353979/MANTENIMIENTO_PRODUCTIVO_TOTAL) Consultado el 3 de mayo de 2021. De dominio público.

7.1.2.3. Mantenimiento basado en el riesgo (RBM)

Este tipo de mantenimiento se basará en la reducción de todo tipo de fallas que son consideradas como catastróficas, además de ser un sistema que cuantificará los problemas y el valor cuantitativo de los peligros que se manejan para las inspecciones del mantenimiento.

Para proceder con este sistema, Alave (2016) menciona tres fases fundamentales:

- Fase I: la tarea consiste en evaluar el riesgo, considerando una valoración de las posibles consecuencias de cada problema y la probabilidad de que ocurra dicho fallo, lo cual involucra la utilización del Método de Análisis de Árbol de Fallos (FTA).
- Fase II: evaluación de riesgos, el nivel aceptable de riesgo es comparado y determinado por los riesgos estimados de cada falla con ese valor.
- Fase III: plan de atención, reducir la posibilidad de problemas, cambiar el plan de atención y cumplir con los estándares de aceptación, lo que reducirá el riesgo.

Las jerarquías dentro de la compañía es otro factor que será útil para este tipo de mantenimiento, ya que permitirá la identificación de los mecanismos, degradación y fallos.

Este autor conduce a la norma ISO 14224, que explicará como clasificar los equipos según su jerarquía.

- Las funciones que se ocupan dentro de un proceso se le denomina clase de equipos.
- Cuando se realiza una función específica dentro de un servicio determinado donde está incluido el proceso se le llama sistema.

- También existe la posibilidad de dividir por sus funciones específicas que a eso se le llama subsistema.

Para el mantenimiento basado en el riesgo, se tomarán varias consideraciones más el trabajo de investigación solamente permitirá mencionar algunas de ellas, por tal motivo se mostrarán tablas donde se indicará la clasificación.

Tabla 1.

Nivel de probabilidad del fallo

Frecuencia	Definición	Casos/Año	Valor
Improbabilidad	Difícil que ocurra; se espera que ocurra menos de una vez en 50 años.	Menos de 0,02	1
Remoto	Baja probabilidad de ocurrencia; ha sucedido o se espera que suceda solo pocas veces, una vez entre los 20 y 50 años.	Entre 0.02 y 0.05	2
Ocasional	Limitada probabilidad de ocurrencia; sucede en forma esporádica, una vez entre los 5 y los 20 años.	Entre 0.05 y 0.2	3
Moderado	Mediana probabilidad de ocurrencia; sucede algunas veces, una vez entre 1 y los 5 años.	Entre 0.2 y 1.0	4
Frecuente	Significativa probabilidad de ocurrencia; sucede en forma reiterada, entre 1 vez y 10 veces al año.	Entre 1.0 y 10	5
Constante	Alta probabilidad de ocurrencia; ocurre en forma seguida, mas de 10 veces al año.	Más de 10	6

Nota. En la tabla se presentan los elementos que permiten determinar el nivel de probabilidad de fallo. Obtenido de FOPAE. (2012). *Metodología de análisis de riesgo documento soporte, guía para elaborar planes de emergencia y contingencias.* (p.23) FOPAE.

Tabla 2.

Criterios de las consecuencias

Criterio	Definición
Insignificante	Las consecuencias no afectan de ninguna forma al sistema. Las pérdidas o daño son despreciables; no producen lesiones a las personas o solo produce lesiones leves sin incapacidad.
Marginal	Las consecuencias no afectan en forma significativa al funcionamiento del sistema. Las pérdidas o daños son pequeños; se pueden producir solo lesiones leves con incapacidad.
Grave	Las consecuencias solo afectan parcialmente el funcionamiento de la organización. Pero no genera peligro su estabilidad; pérdidas o daños moderados; produce o puede producir hasta 30 víctimas graves que requieren hospitalización; no produce muertes.
Crítica	Las consecuencias afectan de manera total el funcionamiento de la organización, en forma temporal, pero no de una manera irrecuperable; pérdidas y daños significativos; produce más de 30 víctimas graves o hasta 5 muertes.
Desastrosa	Las consecuencias afectan totalmente a la organización. Generando daños irrecuperables, pero sin hacerlo desaparecer; pérdidas o daños considerables; puede producir entre 6 y 10 muertes.
Catastrófica	Las consecuencias afectan en forma total a la organización y pueden hacerla desaparecer; pérdidas o daños de gran magnitud; puede producirse más de 10 muertes.

Nota. La tabla presenta los criterios de las consecuencias. Obtenido de FOPAE. (2012). *Metodología de análisis de riesgo documento soporte, guía para elaborar planes de emergencia y contingencias.* (p. 24) FOPAE.

7.1.3. Indicadores clave para la gestión del mantenimiento (KPI's)

Para los indicadores se tomarán en cuenta los siguientes:

7.1.3.1. Indicadores de eficiencia, confiabilidad y disponibilidad

Como menciona Cruz (2007) “Parte de los indicadores se tomarán en cuenta con base en la descripción que menciona lo siguiente; teniendo en cuenta que eficiencia tiene que ver con la capacidad para llevar un trabajo o una tarea con pequeños recursos” (p.10).

El que un equipo sea confiable dependerá del número de indicadores, pero para ello se tendrá que comprender cómo se encuentran dichos indicadores y para ello, el artículo de *Scientia et Technica* año XII (2006) explica que:

La probabilidad de cálculo de realizar un intervalo en el tiempo y condiciones de uso se puede dar por:

La confiabilidad de un equipo o producto puede ser expresada a través de la expresión:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Para garantizar una confiabilidad se debe cumplir que no ocurra una falla, es decir, que la probabilidad de falla sea cero.

Finalmente, después de que un equipo sea eficiente y confiable, tendrá que cumplir la parte de disponibilidad que se localizará de la siguiente manera:

$$D(t) = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

Donde:

TMEF: Tiempo promedio entre fallos

TMPR: Tiempo promedio para reparaciones

Scientia et Technica año XII (2006), también ayudará a comprender la parte de disponibilidad mencionando que, la palabra disponibilidad se tomará como un sinónimo de confianza de los equipos donde se expresan en el tiempo dando lugar a que estén dispuestos a trabajar en cualquier momento.

7.1.3.2. Indicadores de gestión del mantenimiento

Cruz (2007) les dará un matiz práctico a los indicadores diciendo los diferentes tipos, los cuales podrían ser teóricos, históricos, planificados, por lineamiento político, entre otros

7.2. Producción de productos de plástico

La fabricación de productos de plástico lleva consigo dos pasos básicos:

- Obtener materia prima
- Proceso de formación del plástico hasta la forma deseada

7.2.1. Plástico

El plástico es un material de materiales moldeables y la principal fuente para fabricación de tapitas gracias a su propiedad fácil de modificar.

7.2.2. Forma y acabado

Las principales técnicas para el moldeo del plástico son las siguientes:

- **Extrusión**

La extrusión es el proceso industrial en el cual se funde y moldea el plástico mediante la aplicación de fuerza y presión constante haciéndolo pasar por un orificio que moldea el plástico así obteniendo el producto final deseado.

- **Inyección**

La inyección es el proceso industrial en el cual se moldea el plástico dándole diferentes formas, obteniendo así las tapas plásticas. Consiste en colocar material en una máquina inyectora que, mediante un pistón, introduce el material calentado en un molde y así se obtienen los diferentes productos.

7.3. Definición de empresa de producción de tapas plásticas

Dentro de la industria de productos de plástico, existen empresas que se dedican a la fabricación de tapas plásticas, con diferentes características, ya sea diámetro, altura y peso, esto dependiendo de las necesidades del cliente.

Dentro de la producción de tapas plásticas existe un proceso de enlainado el cual nos garantiza que la tapa sea hermética, lo que obliga a las empresas a la actualización constante para satisfacer la demanda.

7.3.1. Tapa plástica

La tapa plástica es un elemento móvil con el que se cubre desde el fragmento superior una botella o recipiente, siendo elaborada con termoplásticos, y la resistencia depende del material por utilizar.

Figura 6.

Tapa con liner



Nota. La imagen presenta las tapas plásticas de rosca. Obtenido de Preson (2023) *Adhering to a Higher Standard*. (<https://www.preson.com>), consultado el 3 de mayo del 2023. De dominio público.

7.3.1.1. Materia prima utilizada para la fabricación de tapa plástica

A continuación, se describen los termoplásticos utilizados para elaboración de la tapa plástica:

- Polietileno

Se identifica con las siglas PE, y existen dos tipos, los cuales se describen a continuación:

- PE de alta densidad
- PE de baja densidad
 - Polipropileno

“Se conoce con las siglas PP. Es un plástico muy duro y resistente a los golpes, aunque tiene poca densidad y se puede doblar muy fácilmente, resistiendo múltiples doblados. También resiste muy bien los productos corrosivos. Es opaco y con gran resistencia al calor”

- Poliestireno

Se designa con las siglas PS. Es un plástico más frágil, que se puede colorear y tiene una buena resistencia mecánica, puesto que resiste muy bien los golpes. Por ejemplo, se usa para fabricar tapaderas de bisutería y otros elementos que precisan una gran ligereza.

7.4. Conceptos de enlainado

A continuación, se describen los conceptos básicos de enlainado para una mejor comprensión del proceso.

7.4.1. Enlainer

Es colocar ya sea manual o mecánicamente en diferentes tipos de tapas, materiales y de manera que posea un ajuste perfecto entre tapa y envase a contener.

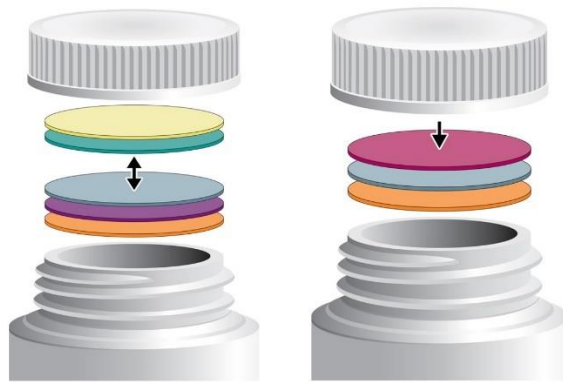
La función de la máquina enlainadora es colocar el *liner* de forma automática en la tapa garantizando eficiencia, hermeticidad e inocuidad de los productos.

7.4.2. Liner

Liner o revestimiento es el material que se inserta en el interior de la tapa, cumpliendo como función la hermeticidad, sellado y seguridad al contenido del envase. Existen diferentes tipos, cada uno depende de su aplicación y del ingrediente dentro del envase.

Figura 7.

Liner



Nota. La imagen presenta los diferentes tipos de revestimiento. Obtenido de Drugplastics (2022) *Supplement Packaging*. (<https://www.drugplastics.com>), Consultado el 15 de mayo de 2022. De dominio público.

El objetivo del *liner* es el de evitar fugas y el ingreso de gases o partículas contaminantes cuando ya se encuentra sellando el envase. Así cumpliendo los estándares de toda empresa de fabricación de tapas de plástico y la conservación del producto interior para el cliente y consumidor final.

7.4.3. Proceso de enlainado

En la siguiente tabla se presenta el proceso enlainado.

Tabla 3.

Sistemas de inserción de liner

SISTEMA	DESCRIPCIÓN
Alimentador	Desde acá las tapas son alimentadas, orientadas y ordenadas hacia el transporte.
Transportador	El transportador toma las tapas del alimentador y las dirige hacia donde se les insertará el liner.
Posicionamiento	Este sistema posiciona las tapas de manera que el liner sea colocado de manera precisa y exacta.
Inserción	Es la etapa en la cual se inserta el liner en cada una de las tapas
Inspección	La máquina trae un sistema de inspección que asegura el correcto posicionamiento del liner
Control	Incluye todos los sistemas automáticos neumáticos, y eléctricos.

Nota. La tabla presenta el sistema de inserción de liner. Elaboración propia, usando Excel.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS
ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Gestión de mantenimiento

2.1.1 Proceso y evolución del mantenimiento

2.1.1.1 Mantenimiento preventivo

2.1.1.2 Mantenimiento predictivo

2.1.1.3 Mantenimiento correctivo

2.1.2 Optimización del mantenimiento

2.1.2.1 El mantenimiento centrado en
confiabilidad

2.1.2.2 Mantenimiento productivo total (TPM)

2.1.2.3 Mantenimiento basado en el riesgo (RBM)

2.1.2 Indicadores clave para la gestión del mantenimiento

(KPI's)

2.1.3.1 Indicadores de eficiencia, confiabilidad y disponibilidad

2.1.3.2 Indicadores de gestión del mantenimiento

2.2 Producción de productos de plástico

2.1.1 Plástico

2.1.1 Forma y acabado

2.3 Definición de empresa de productos de plástico

2.3.1 Tapa plástica

2.3.1.1 Materia prima utilizada para la fabricación de tapa plástica

2.4 Conceptos de enlainado

2.4.1 Enlainar

2.4.2 Liner

2.4.3 Proceso de enlainado

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Enfoque

El siguiente trabajo tiene un enfoque mixto, por lo a continuación se describe:

Por medición de variables para el proceso de enlainado, así como también todos los parámetros que engloban un buen producto terminado se determinan como cuantitativo. El revisar todo tipo de documentos, y el marco teórico se define como cualitativo.

9.2. Diseño de la investigación

Para la investigación se realizará un diseño experimental, ya que las pruebas al producto terminado para determinación y comprobación deben de cumplir las normas. Los datos se obtienen mediante instrumentos de medición, pruebas de calidad para determinar los rangos adecuados.

9.3. Tipo de estudio

Es descriptivo, ya que el trabajo describirá el proceso de enlainado y los procesos de funcionamiento de la máquina, acorde a controles de calidad.

9.4. Alcance

Es descriptivo, dado que se trata especificar las propiedades del sello de seguridad para evitar derrames de productos químicos o que ingrese alguna partícula externa dentro del producto.

9.5. Variables e indicadores

Las variables que se analizarán son de tipo cualitativo.

Tabla 4.

Variables e indicadores

Objetivo específico	Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica o Instrumento
Determinar los factores necesarios para la implementación de una nueva máquina de ensamblaje de tapa en empresa de productos de plástico	Factores necesarios para la implementación de una nueva máquina de ensamblaje de tapa	Cuantitativa	Equipos para instalación. Personal necesitado. Elementos necesarios para funcionamiento.	Documental Observación
Desarrollar el proceso de funcionamiento del sistema automatizado de ensamblaje de tapas	Proceso de funcionamiento del sistema automatizado de ensamblaje de tapas	Cuantitativa	Diagrama de flujo Etapas del proceso de ensamblado de tapita	Documental Observación Revisión
Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para la máquina de ensamblaje de tapa en la empresa de plástico	Plan de mantenimiento preventivo para máquina de ensamblaje de tapa	Cuantitativa	Frecuencia. Tareas a realizar	Documental Estudios Observación
Determinar el costo del mantenimiento preventivo en máquina de ensamblaje de tapa en empresa de inyección de plástico.	Costo del mantenimiento preventivo	Cuantitativa	Mano de obra. Equipo necesario. Consumibles.	Documental
evaluar el beneficio del sistema de automatizado y mantenimiento preventivo para la máquina de ensamblaje de tapa	Beneficio del sistema de automatizado y mantenimiento preventivo	Cualitativa	Costo de producción Costo de mantenimiento Eficiencia	

Nota. La tabla presenta las variables que serán objeto de estudio. Elaboración propia, usando Word.

9.6. Fases de la investigación

El presente trabajo se tendrán distintas fases, de las cuales tienen el fin de obtener resultados, y son los siguientes:

9.7. Fase 1

Revisión de documentos para la comprensión del proceso de ensamblado y enlainado de tapa (5 semanas).

9.8. Fase 2

La información necesaria se obtendrá mediante manual proporcionado por fabricante, entrevista al Ingeniero de servicios el cual es enviado por el proveedor y a personal de calidad involucrado en proceso de enlainado y ensamblado de tapa (10 semanas).

9.9. Fase 3

Realizar análisis de los datos obtenidos durante las fases anteriores para la creación de un plan de mantenimiento adecuado que sean de mejora (5 semanas).

9.10. Fase 4

Involucrar desde montaje hasta trabajos eléctricos, mecánicos y puesta en marcha del equipo definiendo la unificación del proyecto (8 semanas).

9.11. Resultados esperados

Se espera definir los procesos de instalación y procesos de la máquina de ensamblaje y enlainado de tapa y así identificar errores corregibles dentro del proceso.

Realizar un reporte final y puesta en marcha del proceso de ensamblado y enlainado de tapa exitoso.

9.12. Población y muestra

Se utilizará un plan de muestreo del tipo de marco muestral, ya que el proceso de ensamblado y enlainado de tapa debe ser efectiva y sin riesgos para obtener un producto de buena calidad. La revisión de producto final será de forma individual cuidando la calidad de la tapita y el sello de seguridad.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

- Objetivo 1: determinar los factores necesarios para la implementación de una nueva máquina de ensamblaje de tapa en una empresa de productos de plástico.

Para el primer objetivo se cuenta con una variable cuantitativa, la técnica que se utilizará será la documental y observacional. Con esto se tabularán los datos por separado, área necesaria para montaje, dimensionado del cableado de alimentación, tubería de aire, iluminación necesaria para el trabajo. Los resultados finales serán presentados mediante tablas.

- Objetivo 2: desarrollar el proceso de funcionamiento del sistema automatizado de ensamblaje de tapas.

Para el segundo objetivo también se cuenta con una variable cuantitativa, la técnica por utilizar será documental, observacional, se tabularán los datos por separado como el diagrama de flujo y las etapas del proceso de ensamblado de tapas. Los resultados finales serán presentados mediante diagramas de proceso.

- Objetivo 3: elaborar un plan de mantenimiento preventivo para la máquina de ensamblaje de tapa en la empresa de productos de plástico.

Para el tercer objetivo se cuenta con una variable cuantitativa, la técnica por utilizar será documental y observacional, y los datos se tabularán por separados siendo estos, determinación de frecuencia de las tareas, tipo de

variable de frecuencia por utilizar y los resultados finales serán presentados mediante tablas.

- Objetivo 4: determinar el costo del mantenimiento preventivo en máquina de ensamblaje de tapa en empresa de productos de plástico.

Para el cuarto objetivo se tiene una variable tipo cuantitativa, la técnica a utilizar será documental y al finalizar la documentación se presentarán los datos separados indicando, mano de obra, equipos utilizados, consumibles, tiempo total de arranque, hasta que calidad apruebe el producto final. Todos estos datos serán presentados mediante de tablas.

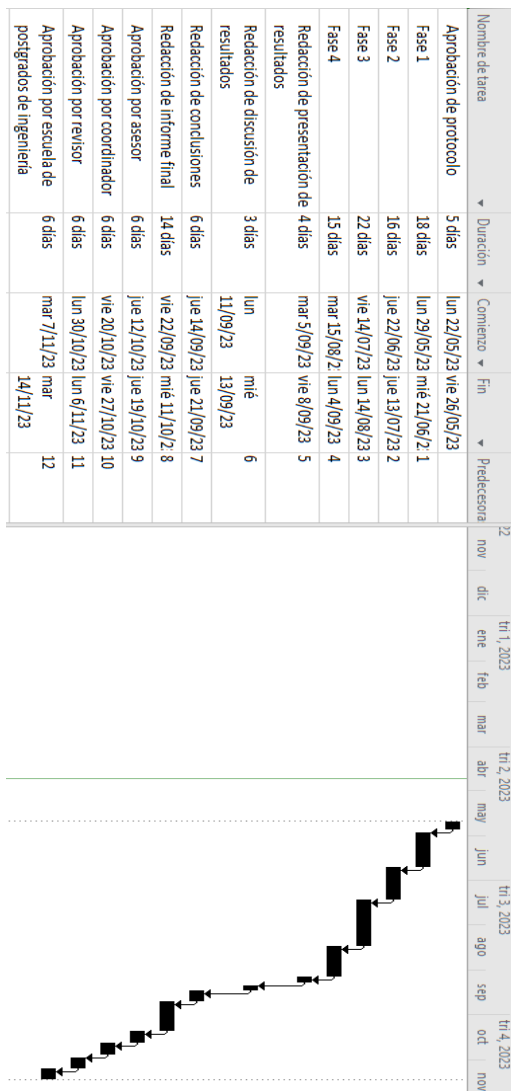
- Objetivo 5: evaluar el beneficio del sistema automatizado y mantenimiento preventivo para la máquina de ensamblaje de tapa.

Este objetivo cuenta con un tipo de variable cuantitativa, la técnica será entrevistas y observacional, los datos por analizar serán, costo de producción, costo de mantenimiento, eficiencia. Estos datos serán presentados y comparados en tablas.

11. CRONOGRAMA

Tabla 5.

Cronograma de actividades



Nota. La tabla presenta detalladamente la forma en que se realizará el proceso. Elaboración propia, usando Project.

12. RECURSOS NECESARIOS Y FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación será factible debido a que se cuenta con todos los recursos necesarios para poder realizar cada una de las fases propuestas, cumpliendo de esta manera los objetivos planteados previamente. La empresa de productos de plástico autoriza la ejecución del trabajo de investigación proporcionando los siguientes recursos:

12.1. Recursos físicos

Se podrá acceder a toda la infraestructura necesaria para el montaje e instalación correcta de la maquinaria esperada.

12.2. Recursos humanos

La comunicación entre los supervisores será indispensable, ya que todo tipo de aporte eléctrico, mecánico, neumático y de calidad, será importante para el producto terminado.

12.3. Recursos financieros

El área financiera la trabajará la empresa de productos de plástico, quien será encargada de proporcionar todo lo necesario durante la instalación y montaje de la máquina enlainadora.

Tabla 6.*Costos y factibilidad*

	Ítem	Cantida d	Costos (Q)	Indicar la fuente de financiamiento (Propio, por la industria, donación, entre otros)	%
<i>Recurso humano</i>	<i>Asesor</i>	1	Q 1,500.00	<i>Propio</i>	0.32
	<i>Investigador</i>	1	Q 25,000.00	<i>Empresa de productos de plástico</i>	5.33
	<i>Técnicos de mantenimiento</i>	3	Q 10,600.00		2.26
	<i>Supervisor de calidad</i>	1	Q 30,000.00		6.40
<i>Recursos materiales</i>	<i>Alimentos</i>	1	Q 3,500.00		<i>Empresa de productos de plástico</i>
	<i>Transporte de técnicos de montaje</i>	1	Q 2,800.00	0.60	
	<i>Tubería de aire comprimido</i>	1	Q 1,200.00	0.26	
	<i>acometida eléctrica</i>	1	Q 750.00	0.16	
	<i>cableado eléctrico</i>	1	Q 3,500.00	0.75	
<i>Recursos físicos</i>	<i>Montacargas</i>	1	Q 2,700.00	<i>Empresa de productos de plástico</i>	0.58
	<i>Destornillador eléctrico.</i>	1	Q 1,600.00		0.34
	<i>Herramienta varia</i>	1	Q 3,500.00		0.75
<i>Materiales de oficina</i>	<i>Computadora</i>	1	Q 6,800.00	<i>Empresa de productos de plástico</i>	1.45
	<i>Internet</i>	1	Q 480.00		0.10
<i>Equipo</i>	<i>Máquina Lainadora</i>	1	Q 375,000.00	<i>Empresa de productos de plástico</i>	79.97
		<i>TOTAL</i>	<i>Q 468,930.00</i>		

Nota. El financiamiento será mixto donde tanto la empresa como el investigador aportarán una parte al proyecto. Elaboración propia, usando Word.

REFERENCIAS

- Alave, E. (2016). *Desarrollo e implementación de una metodología de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para microcentrales hidroeléctricas*. [Tesis de maestría, Universidad Mayor de San Andrés de Bolivia]. Archivo digital <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/12295>
- CIMA20. (agosto 1986). *Mantenimiento preventivo*. <https://www.cima20.com/es/mantenimiento-preventivo-y-su-registro/>
- Cruz, O. (21 de octubre 2007). *Indicadores de Gestión*. Docplayer. <https://docplayer.es/49436198-Indicadores-de-gestion-cruz-lezama-osain.html>.
- Engeman. (11 de octubre, 2018). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad, RCM*. ENGEMAN. <https://blog.engeman.com/es/rcm/>
- FOPAE. (2012). *Metodología de análisis de riesgo documento soporte, guía para elaborar planes de emergencia y contingencias*. Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Garrido, S. (2009). *Mantenimiento correctivo organización y gestión de la reparación de averías*. Renovetec.
- Gómez, J. (s.f.). *Mantenimiento Productivo Total*. Universidad Nacional de Colombia.

https://www.academia.edu/9353979/MANTENIMIENTO_PRODUCTIVO_TOTAL

Mesa, D., Ortiz, Y. y Pinzón, M. (mayo de 2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia et Technica*, XII (30), 155-160.

Rivera, E. (2011). *Sistema de gestión del mantenimiento industrial*. [Tesis de licenciatura Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Archivo digital. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/1661>

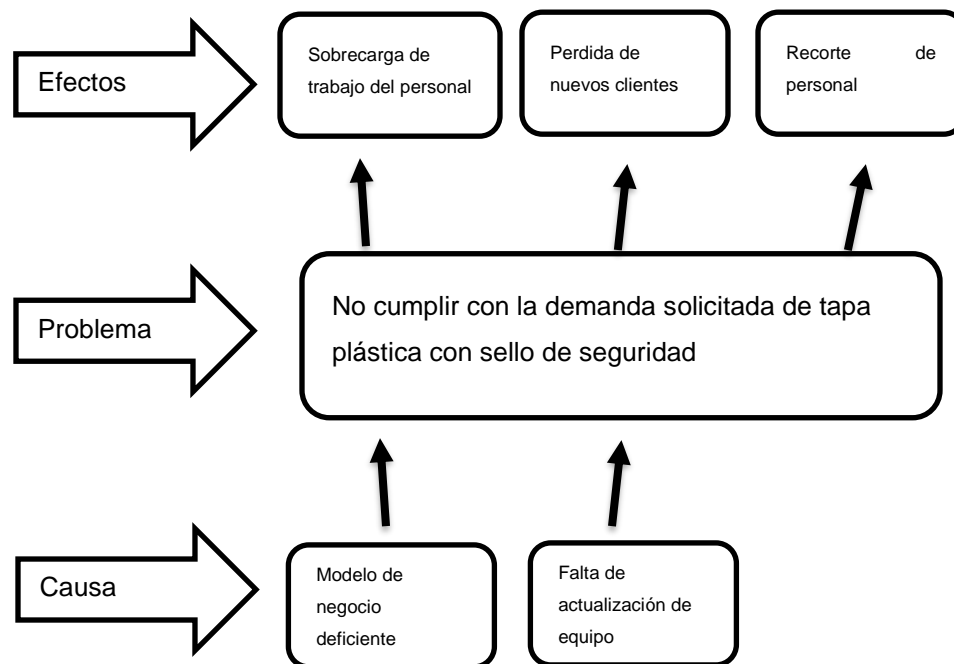
Salazar, B. (4 de noviembre de 2019). *Gestión del mantenimiento*. Ingeniería Industrial. www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/que-es-la-gestion-del-mantenimiento/

Sanzol, L. (2010). *Implantación de plan de mantenimiento TPM en planta de cogeneración*. [Tesis de licenciatura, Universidad Pública de Navarra]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/2454/2049>

APÉNDICES

Apéndice 1

Árbol del problema



Nota. La imagen presenta la causa, el problema y sus efectos. Elaboración propia, usando Word.

Apéndice 2:

Entrevista estructurada



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS
MAESTRÍA EN ENERGIA Y AMBIENTE

Instrucciones: De conformidad con las afirmaciones que se le presentan conteste conforme corresponda. Son preguntas abiertas, indicar procedimientos adecuados.

ORD	DESCRIPCIÓN DE LA PREGUNTA	RESPUESTAS
1	¿Mencione los componentes mecánicos que necesitan lubricación?	
2	¿mencione que tipo de grasa se utiliza en las diferentes partes?	
3	¿Con que frecuencia se debe de lubricar?	
4	¿Con que frecuencia se debe de revisar los componentes eléctricos?	
5	¿Cuáles son los valores normales de consumo de los motores?	
6	¿Cuál es la frecuencia adecuada para mantenimiento de los motores?	
7	¿Indique todos los sensores y su mantenimiento adecuado?	
8	¿Cuál es el procedimiento adecuado para mantenimiento de sistema de cámaras?	
9	¿Cuál es el mantenimiento y su frecuencia para servomotores?	

Nota. La imagen presenta la estructura de la entrevista. Elaboración propia, usando Word.