



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

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINA  
ENGOMADORA DE TRAMPAS PARA INSECTOS EN LA EMPRESA A&G  
FOLIARES**

**Eric Irving Chew Ramirez**

Asesorado por Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco

Guatemala, julio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINA  
ENGOMADORA DE TRAMPAS PARA INSECTOS EN LA EMPRESA A&G  
FOLIARES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ERIC IRVING CHEW RAMIREZ**

ASESORADO POR ING. MILTON ALEXANDER FUENTES OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, JULIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. 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	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Mynor Roderico Figueroa Fuentes
EXAMINADOR	Ing. Rigoberto Rafael Sandoval López
SECRETARIO	Ing. 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:

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINA  
ENGOMADORA DE TRAMPAS PARA INSECTOS EN LA EMPRESA A&G  
FOLIARES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 8 de marzo de 2021.

  
Eric Irving Chey Ramirez



Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, 12 de mayo de 2023

Ingeniero  
Gilberto Enrique Morales Baiza  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Morales Baiza:

Por este medio le informo que el Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINA ENGOMADORA DE TRAMPAS PARA INSECTOS EN LA EMPRESA A&G FOLIARES** presentado por el estudiante **ERIC IRVING CHEW RAMIREZ**, con **CUI 2684301440101** y registro académico No. **201400765**, previo a optar al título de Ingeniero Mecánico, después de haber sido sometido a mi revisión y correcciones, en mi calidad de asesor, le doy mi aprobación y visto bueno del trabajo de graduación del estudiante anteriormente mencionado.

***“Id y Enseñad a Todos”***

Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco  
ASESOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINA ENGOMADORA DE TRAMPAS PARA INSECTOS EN LA EMPRESA A&G FOLIARES** desarrollado por el estudiante: **Eric Irving Chew Ramirez** con registro académico **201400765** y CUI **2684301440101** recomienda su aprobación.

*"Id y Enseñad a Todos"*



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Coordinador Área Complementaria  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, mayo de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.157.EIM.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica 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 de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINA ENGOMADORA DE TRAMPAS PARA INSECTOS EN LA EMPRESA A&G FOLIARES**, presentado por: **Eric Irving Chew Ramirez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, julio de 2023

Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.555.2023

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 Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINA ENGOMADORA DE TRAMPAS PARA INSECTOS EN LA EMPRESA A&G FOLIARES**, presentado por: **Eric Irving Chew Ramirez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera   
Decano a.i.

Guatemala, julio de 2023

AACE/gaac

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mi madre**

Ana María Ramirez Maldonado por el admirable ejemplo de profesional, apoyo, amor y todo aquello que solo una madre abnegada es capaz de dar por sus hijos y como la única manera que tengo de honrar tan noble sacrificio, es dedicándote este trabajo.

### **Mis hermanos**

Alejandro Ortiz por ese cariño, consejo y palabras de aliento, porque sé que te llena de orgullo ver a tu hermano menor superar las adversidades que la vida le apuesto en su camino con estoicismo, a Rene García a quien considero un hermano a pesar de que no nos une la sangre quien me ha demostrado su cariño, lealtad, apoyo en aquella etapa de formación académica y militar que compartimos durante 5 años.

### **Mis tíos**

Julio Roberto Ramirez por su apoyo cariño y apoyo, consejo y el ejemplo de profesional dedicado y apasionado, Harry Chew por sus consejos y guía que me ayudo a sobrellevar de mejor manera la carga académica de la facultad.

**Mis sobrinos**

Pilar Ramirez, Mateo Ramirez y Fabián Ortiz que se aun ejemplo esto de que si tiene una meta lo importante de esta es que la vean cumplida sin importar las adversidades del camino que elijan en su vida ni el tiempo que les tomen cumplirlas.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Dios**

Por permitirme cumplir mis metas.

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser el lugar de mi formación académica como profesional, por enseñarme que la mejor virtud que puede cultivar el ser humano es la curiosidad, por enseñarme a valorar el conocimiento y la sabiduría, por a ver me brindado la oportunidad de conocer a un grupo de personas que nunca creí llegar amar tanto, con las que comparto parte de mis días filosóficas, políticas y aspiraciones académicas.

**Instituto. Adolfo V. Hall  
Central**

A ti que te debo el ser la persona que soy ahora, por tantas lecciones de vida a tan corta edad, el ver permitido vivir experiencias momentos que atesoro con tanto, por enseñarme el significado de lo que es lealtad, amistad, honor, valor, deber, abnegación, caballerosidad, esas cualidades que espero a ojos de mis semejantes, conocidos, amigos y familia sean virtudes que reflejen mi actuar, mi pensar.

**Mi madre**

Ana María Ramirez Maldonado. Por ese amor apoyo incondicional que me dio durante tantos años, por respetar mis decisiones desde los 13 años por a apoyarme en los caminos que Elijo sin importar que estos no son de su agrado.

**Mis amigos del Ranchito**

Alejandro Ovando, Ángel Lira, Meches Corado, Pamela Rojas, David Bautista, Eduardo Fuentes Pablo Girón, Elfego Morales, Miguel Porras, Aaron Echeverria, Chalo España, Beto Garrido Juanjo González, Alejandro Rodríguez, Rodrigo Moscoso, Patricia López, Juancho y Pablo Monterroso, por esos momentos de apoyo, cariño, risas y por disfrutas de la misma manera que yo el humor negro y hacer que la carga de estudiar en ingeniería fuera más tolerable con esas bromas tan características llenas de humor

**Mis amigos de la facultad**

Norvin Ramos al ser un gran amigo brindarme su ayuda incondicional sin importar las circunstancias, siempre atesoraré el gesto tan sincero de tu amistad. Fernanda Galicia por ser una persona dedicada a su carrera, alegre, bromista y ser una mujer capaz, por darme ánimos, tener tan buena estima y cariño, te agradezco. Jorge Rodas por esa amistad tan sincera, esas pláticas de humor negro, sueños que cumplir, consejos.

**Mis amigos**

Sofia Díaz, Aran Martínez, Ronaldo Gonzales, Douglas García, Marny Morataya, Byron Ochoa, Javier Alvarado por su amistad, cariño y apoyo durante los años de la carrera deseándoles que cumplan sus metas como yo eh logrado cumplir las mías.

**Mi asesor**

Milton Fuentes, por su ayuda, guía y tutela para la realización y finalización de mi trabajo de graduación y por formar en gran medida como un mentor en la carrera.

**Los ingenieros**

Esdras Miranda, Pablo Letona, por ser parte importante en mi formación como profesional.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN .....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ACTIVIDADES ACTUALES DE MANTENIMIENTO QUE SE REALIZAN EN LA EMPRESA .....	1
1.1. Actividades de Mantenimiento.....	1
1.1.1. Limpiezas periódicas .....	2
1.1.2. Desmontaje de elementos mecánicos desmontables .....	2
1.1.3. Lubricaciones periódicas .....	3
1.1.4. Revisiones .....	4
1.2. Condiciones de operación del equipo.....	5
1.3. Tipo de servicio del equipo.....	6
1.3.1. Servicio intermitente .....	6
1.3.2. Servicio continuo .....	7
2. CONCEPTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	9
2.1. Definición de mantenimiento .....	12
2.1.1. ¿Qué es mantenimiento preventivo? .....	15
2.1.2. Visitas .....	17
2.1.3. Inspecciones.....	19

2.1.4.	Lubricación de elementos mecánicos .....	20
2.1.4.1.	Elementos que requieren lubricación ...	27
2.1.5.	Limpiezas .....	29
2.2.	Definición de la técnica VOSO .....	35
3.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	37
3.1.	Plan de mantenimiento preventivo .....	38
3.1.1.	Tipos de planes de mantenimiento preventivo .....	38
3.1.1.1.	Por Instrucciones de Fabricantes .....	39
3.1.1.2.	Por protocolo de mantenimiento según el tipo de equipo.....	42
3.1.1.3.	Por análisis potencial de falla .....	42
3.2.	Determinación de elementos y mecanismos críticos en la máquina .....	43
3.2.1.	Elementos mecánicos .....	43
3.2.2.	Mecanismos .....	44
3.2.3.	Priorización de equipo.....	46
3.3.	Planificación de visitas .....	47
3.4.	Planificación de inspección .....	48
3.4.1.	Inspecciones con ensayos no destructivo .....	51
3.4.2.	Ensayos no destructivos aplicables.....	52
3.5.	Planificación de limpiezas .....	56
3.5.1.	Elementos propensos a contaminación por el pegamento .....	58
3.5.2.	Elementos propensos a contaminación por suciedad.....	61
3.6.	Planificación de lubricación de elementos mecánicos.....	63
3.7.	Tratamiento de residuos o desechos .....	63
3.7.1.	Tratamiento de residuos sólidos.....	64

3.7.1.1.	Tratamiento de residuos metálicos .....	67
3.7.1.2.	Tratamiento de residuos plásticos .....	68
3.7.2.	Tratamiento de residuos líquidos.....	69
3.7.2.1.	Tratamiento de aceites lubricantes.....	70
3.7.2.2.	Tratamiento de grasas lubricantes.....	71
3.7.2.3.	Tratamiento de solventes .....	72
4.	MANUAL DE REFERENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	75
4.1.	Revisiones e Inspecciones .....	76
4.2.	Limpiezas .....	81
4.3.	Lubricación .....	88
4.4.	Administración del mantenimiento.....	90
4.4.1.	Bitácora de mantenimiento .....	90
4.4.2.	Orden de mantenimiento .....	93
4.4.3.	Inventario.....	95
4.4.4.	Jerarquía de importancia de elementos mecánicos .....	99
4.4.5.	Seguridad en el mantenimiento .....	101
	CONCLUSIONES .....	103
	RECOMENDACIONES.....	105
	REFERENCIAS .....	107
	APÉNDICES .....	109
	ANEXOS.....	121



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Ejemplo de subdivisiones de la escala jerárquica de una planta por áreas.....	10
<b>Figura 2.</b>	Ejemplo del PCM como asesor de la supervisión general de la producción .....	11
<b>Figura 3.</b>	División de los tipos de mantenimiento.....	14
<b>Figura 4.</b>	Tipos de mantenimiento preventivo .....	17
<b>Figura 5.</b>	Ejemplo de la supervisión de las actividades de inspección y de visitas.....	20
<b>Figura 6.</b>	Croquis del sistema de lubricación de un motor de combustión interna.....	22
<b>Figura 7.</b>	Ilustración de la lubricación de un rodamiento de contacto directo.....	23
<b>Figura 8.</b>	Curva Stribeck marcando las regiones de los tipos de régimen de lubricación... ..	24
<b>Figura 9.</b>	Grafica representativa del comportamiento de los tipos de lubricación.....	26
<b>Figura 10.</b>	Representación de las zonas de alta presión y baja presión en la lubricación....	27
<b>Figura 11.</b>	Ilustración de una unidad de mantenimiento de un sistema neumático .....	29
<b>Figura 12.</b>	Limpieza de la bandeja de una fresadora.....	31
<b>Figura 13.</b>	Ejemplo de las limpiezas de una planta industrial .....	32
<b>Figura 14.</b>	Ejemplo de las áreas señalizadas de una planta industrial.....	33

<b>Figura 15.</b>	Remodelación en las oficinas de una planta .....	34
<b>Figura 16.</b>	Ilustración de un operario con manual de operación y mantenimiento. ....	40
<b>Figura 17.</b>	Portada de un manual de mantenimiento y operación de una maquina papelera.....	41
<b>Figura 18.</b>	Mecanismo de transmisión de potencias con engranajes y cadena.....	44
<b>Figura 19.</b>	Sistema de impregnación de pegamento.....	45
<b>Figura 20.</b>	Mecanismo de remoción de excedentes de pegamento .....	46
<b>Figura 21.</b>	Diagrama de los tipos de ensayos no destructivos con ejemplos.....	52
<b>Figura 22.</b>	Ilustración de cómo se realiza el ensayo de líquidos penetrantes .....	54
<b>Figura 23.</b>	Ilustración de cómo se realiza el ensaño de ultrasonido .....	55
<b>Figura 24.</b>	Radiografía para la detección de grietas .....	56
<b>Figura 25.</b>	Rodamiento del rodillo de impregnación .....	59
<b>Figura 26.</b>	Mecanismo de en rollado de trampas.....	60
<b>Figura 27.</b>	Sistema de transmisión de potencia.....	62
<b>Figura 28.</b>	Manejo integral de residuos o desechos con énfasis en el reciclaje .....	66
<b>Figura 29.</b>	Ilustración de un parque que recicla chatarra metálica .....	68
<b>Figura 30.</b>	Banda transportadora de una planta de tratamientos de residuos plásticos.....	69
<b>Figura 31.</b>	Reciclaje del aceite de motor de combustión interna a combustible tipo Diesel.....	72
<b>Figura 32.</b>	Imagen de la máquina engomadora.....	75
<b>Figura 33.</b>	Formato para la realización de las revisiones .....	77
<b>Figura 34.</b>	Formato para la realización de inspección .....	80
<b>Figura 35.</b>	sistema de remoción de excedentes .....	82

<b>Figura 36.</b>	Suciedad acumulada por residuos de pegamento.....	83
<b>Figura 37.</b>	Pegamento seco en el suelo por mala remoción de excedentes .....	83
<b>Figura 38.</b>	Tanque de pegamento antes de su limpieza .....	84
<b>Figura 39.</b>	Sistema de remoción de excedentes señalado los puntos de mayor acumulación.....	84
<b>Figura 40.</b>	Rodamiento del rodillo de impregnación.....	85
<b>Figura 41.</b>	Motor eléctrico, con pegamento por una mala remoción de excedentes .....	85
<b>Figura 42.</b>	Tanque y rodillo después de la limpieza con solventes .....	86
<b>Figura 43.</b>	Eje de enrollado de trampas .....	86
<b>Figura 44.</b>	Rodamiento de eje de enrollado .....	87
<b>Figura 45.</b>	Rodamiento de acople del eje de enrollado al mecanismo de transmisión .....	87
<b>Figura 46.</b>	Croquis de chumacera tipo 1 para su lubricación .....	89
<b>Figura 47.</b>	Croquis de lubricación para chumacera tipo 2.....	89
<b>Figura 48.</b>	Bitácora sugerida para el control de las actividades de mantenimiento . .....	92
<b>Figura 49.</b>	Formato sugerido para ordenes de mantenimiento .....	94
<b>Figura 50.</b>	Chumacera estándar para repuestos tipo 1 .....	96
<b>Figura 51.</b>	Chumacera estándar para repuestos tipo 2.....	97
<b>Figura 52.</b>	Muestra de la cadena que deberá usarse.....	98
<b>Figura 53.</b>	Pistola engrasadora manual .....	99
<b>Figura 54.</b>	Estante de rodillos impregnados.....	101
<b>Figura 55.</b>	Imagen ilustrativa del EPP que deben utilizar los técnicos de mantenimiento . .....	102

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Ejemplo de hoja de control de visitas .....	48
<b>Tabla 2.</b>	Ejemplo de hoja para la realización y control de inspecciones.....	50

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
f	Coefficiente de fricción
★	Lubricación diaria
▲	Lubricación semanal
■	Lubricación mensual
H	Parámetro de Hersey
$\eta$	Representa la viscosidad dinámica
F <sub>n</sub>	Representa la fuerza normal aplicada
$\lambda$	Velocidad adimensionalizada



## GLOSARIO

<b>Acuerdo gubernativo</b>	Conjunto de disposiciones legales emitidas por el poder ejecutivo de un estado.
<b>A G 164-2021</b>	Acuerdo Gubernativo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala publicado el 9 de agosto 2021, donde se acuerda emitir, el reglamento para la gestión integral de los desechos sólidos comunes.
<b>AIG</b>	Acrónimo de la empresa Agrícola Industrial Guadalupeana.
<b>ASME</b>	Acrónimo de <i>American Society of Mechanical Engineers</i>
<b>ASTM</b>	Acrónimo de <i>American Society for Testing and Materials</i> o <i>ASTM International</i> .
<b>Chumacera</b>	Elemento mecánico de soporte que contiene un rodamiento de contacto rodante de cualquier tipo dependiendo de las cargas que se requiere soportar.
<b>Corrosión</b>	Pérdida progresiva o deterioro de un material a causa de ataque electroquímico de su entorno o ambiente circundante.

<b>Curva de Stribeck</b>	Curva utilizada en la tribología para el estudio y análisis de los fenómenos ocurridos en la lubricación bajo ciertas condiciones.
<b>Diésel</b>	Tipo de combustible líquido, compuesto de parafinas utilizado en motores de combustión interna de ignición por compresión, conocidos como motores diésel.
<b>Economía circular</b>	Modelo de actividad económica e industrial que promueve el compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar productos y materiales existentes, las veces que sea posible para añadirle un valor agregado.
<b>Equipo</b>	Sinónimo utilizado para referirse a maquinaria industrial.
<b>Herrumbre</b>	Capa de color rojo anaranjado formado en la superficie de metales ferrosos a causa de la oxidación provocada por la humedad o el agua.
<b>i.v</b>	Índice de viscosidad.
<b>Inspección</b>	En mantenimiento preventivo se refiere a una actividad que se realiza con el fin de encontrar anomalías con el uso de ensayos no destructivos.
<b>Limpiezas</b>	Actividad en mantenimiento referentes a limpieza, conservación y acondicionamiento.

<b>Máquina</b>	Conjunto de mecanismos que transmiten una fuerza para vencer una resistencia
<b>Oxidación</b>	En metales es la pérdida de masa de una pieza, mediante la reacción química del oxígeno con la superficie de una pieza metálica.
<b>PCM</b>	Acrónimo de las iniciales de planificación y control del mantenimiento.
<b>Residuo</b>	material producido por actividad de los seres humanos, desechado por el que lo genera, pero si posee valor intrínseco o extrínseco, por lo que su destino debe ser el aprovechamiento o reutilización.
<b>Rodamiento</b>	Elemento mecánico que ayuda o facilita el movimiento de rotación de un eje a la vez que le sirve de soporte dependiendo del tipo estos pueden ser de contacto directo o de contacto rodante. Los rodamientos de contacto rodante pueden soportar cargas de cierta índole dependiendo de la forma de su parte rodante y pueden tener forma cónica.
<b>Thinner</b>	Sustancia solvente de origen mineral utilizada en la industria para limpieza o mezclas para reducción de soluciones.
<b>Tribología</b>	Ciencia dedicada al estudio de la lubricación, desgaste y fricción entre elementos, parte mecánicas

o bien el contacto de dos superficies de cuerpos sólidos, que tiene contacto entre si mientras estas se desplazan.

**V.O.S.O**

Sigla en español ver, oler, sentir oír es una técnica que se basa en el uso de los sentidos de la vista, olfato, oído, tacto, usada ampliamente en el mantenimiento.

**Visitas**

Actividad de mantenimiento preventivo que se refiere a hacer una breve inspección visual del estado de un equipo.

## RESUMEN

El mantenimiento se define como el conjunto de acciones preventivas o correctivas que se realizan para mantener la calidad del servicio que prestan equipos o maquinaria industrial, en algunos casos este concepto se aplica a estructuras e infraestructura, con la finalidad de alcanzar una esperanza de vida útil o bien para a alargar la vida útil de los equipos o bienes de los cuales se disponga.

En el mantenimiento preventivo la principal primicia es el prevenir las fallas potencialmente catastróficas, potenciales accidentes, suspensiones prolongadas, paros excesivos de los equipos industriales, como poca disponibilidad de los equipos y caída de la calidad del servicio que estos prestan. Para evitar precisamente estos inconvenientes se realizan planes de mantenimientos basados en tareas correctivas o tareas preventivas. En este caso particular se verá ejemplificado el plan de mantenimiento preventivo basado en tareas como la programación de visitas, inspecciones, lubricación y limpiezas periódicas con el fin de que un equipo logre alcanzar las metas de disponibilidad, calidad de servicio y extensión de vida útil.

Es resaltante que en temas de mantenimiento se ve muy ligado a los aspectos económicos, ecológicos y de seguridad ocupacional debido a las múltiples normas medioambientales es importan el manejo de los desechos o desperdicios derivados de la realización de las tareas de mantenimiento.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para la máquina engomadora de trampas para insectos.

### **Específicos**

1. Describir las actividades de mantenimiento que se realizan actualmente en la empresa.
2. Recabar información concerniente a mantenimiento preventivo.
3. Definir el plan de todas las actividades de mantenimiento preventivo.
4. Realizar el manual de referencia del mantenimiento preventivo de la máquina.



## INTRODUCCIÓN

Guatemala siendo un país que aun depende de la agricultura como mayor actividad comercial. En el entorno actual de la producción agrícola muchos cultivos son afectados por plagas las cuales pueden ser causadas por insectos, hongos, plantas o animales, estas pueden ser controladas con pesticidas, fungicidas y trampas. En el caso de que la plaga que afecte a los cultivos sea por insectos estas se pueden controlar con el uso de trampas, las trampas pueden variar en cuanto a la forma y el uso y método por el cual atrapa a los insectos, el caso especial del presente trabajo se enfoca en una empresa que se dedica a la fabricación de trampas entomológicas de colores diversos que ayudan al control de plagas de ciertos insectos. Como esto requiere cierto proceso por lo cual se adquieren equipos industriales que pueden realizar la tarea de engomado para estas trampas. Por lo tanto, este equipo requiere un mantenimiento.

El mantenimiento industrial es uno de los pilares fundamentales para la industria con esta se puede alcanzar los niveles de eficiencia requeridos por cada sector industrial para mantenerse vigentes en el mercado, ya que uno de los objetivos del mantenimiento es hacer que los equipos o máquinas tengan la disponibilidad de uso más alta y brinden el servicio para lo cual fueron diseñados. Esto se logra mediante la prevención o la corrección, analizadas y ejecutadas por los equipos de mantenimiento. Básicamente este documento se conforma por cuatro capítulos donde se detallarán aspectos de las actividades actuales de mantenimiento, conceptos básicos del mantenimiento preventivo y su planificación, un manual de referencias para el mantenimiento preventivo.

El capítulo primero relata todas las actividades actuales de mantenimiento que realiza la empresa, en mantenimiento realizado actualmente se centra en actividades correctivas. Dando así todos los antecedentes del proyecto de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo.

El capítulo segundo establece todas las definiciones y conceptos básicos del mantenimiento preventivo estableciendo sus principios de visitas, inspecciones, lubricación, y la aplicación de la técnica VOSO. En el capítulo tercero se centra en la planificación del mantenimiento preventivo, en definir sus tareas y el tratamiento recomendado que se debe aplicar a todos los tipos de residuos industriales producto del mantenimiento.

Y en el cuarto y último capítulo es un resultado de los tres capítulos anteriores, en este se establecen un manual de referencia de mantenimiento preventivo, con el cual el técnico de mantenimiento de la empresa pueda guiarse de como deberá realizar las tareas de mantenimiento, como las debe llevar el registro en la bitácora, el control y administración del inventario y como generar las órdenes de mantenimiento.

# **1. ACTIVIDADES ACTUALES DE MANTENIMIENTO QUE SE REALIZAN EN LA EMPRESA**

En la actualidad la empresa no cuenta con un plan general de mantenimiento para sus instalaciones, menos un plan de mantenimiento específicos para los equipos que utilizan para la elaboración de productos químicos de uso agrícola como el equipo utilizado para fabricación y embalaje de las trampas para insectos.

Solo realizan algunas actividades sin planificación las cuales se describirán en este capítulo tomando en consideración que todas aquellas actividades que se describirán serán de un equipo específico de una empresa privada dedicada a la producción y venta de productos agrícolas.

## **1.1. Actividades de Mantenimiento**

Las actividades que realiza la empresa específicamente para la máquina engomadora, se podrían catalogar como una combinación de actividades correctivas y preventivas debido a su desorganización y falta de plan de mantenimiento.

Para todos los equipos que utiliza la empresa para la producción de los fertilizantes sus únicas actividades de mantenimiento preventivo son limpiezas que se hacen con alguna regularidad.

### **1.1.1. Limpiezas periódicas**

Las limpiezas son las actividades realizadas con mayor frecuencia y únicamente estas se realizan cuando se termina de usar los equipos o cuando terminan las jornadas laborales para evitar algún tipo de daño o de deterioro en los quipos por los productos químicos usados.

Las limpiezas son realizadas por los mismos operarios de los equipos al terminar el turno, usando agua común en la mayoría de las veces, en algunos casos utilizan solventes minerales, jabones industriales y paños de microfibra.

En el caso de la máquina engomadora se utilizan los solventes minerales para poder diluir y remover los restos de pegamento, siendo este el principal agente de contaminación en los rodamientos.

### **1.1.2. Desmontaje de elementos mecánicos desmontables**

Los operarios desmontan ciertas partes de los equipos para que estos no sufran alguna deformación por su inactividad, por los agentes químicos que circulan en el ambiente, estos químicos suelen ser corrosivos para algunos elementos mecánicos. El desmontaje de las piezas para la limpieza de la máquina suele ser un trabajo complicado ya que en estos puede permanecer resto de pegamento solidificado y estos restos contienen partículas de productos químicos que quedan en suspensión en el aire circundante.

Cuando se desmontan los ejes, se quitan los rodamientos de contacto rodante que permiten su libre movimiento estos elementos suelen desmontarse para sus inspecciones antes y después del uso de máquina para determinar su estado, al igual que se verifica el estado de los rodamientos debido a que la grasa lubricante puede estar contaminada con restos de pegamento y estos impedirían el libre movimiento de estos, el caso de la cadena de transmisión de potencia se desmonta, esto con el objetivo de verificar su estado y determinar las razones de desgaste o deterioro de la misma.

### **1.1.3. Lubricaciones periódicas**

Siendo la lubricación la segunda actividad más realizada por la empresa también en el mantenimiento es una actividad muy importante, ya que con esta se garantiza que los elementos que lo requieran operaran al mínimo de fricción y óptimo rendimiento.

La empresa no cuenta con un plan establecido de lubricaron para sus equipos, ya que varios equipos cuentan con elementos que lo requieren. Pero estos por la baja velocidades a la que operan no son lubricados y los pocos elementos que lo son, no se lubrican adecuadamente, ya que no cuentas con las directrices para poder asegurar una lubricación correcta.

En el caso de la engomadora cuenta con seis rodamientos que componen la máquina engomadora, siendo estos elementos los más importante ya que son los que facilitan el libre movimiento de los ejes y estos para que puedan operar al mínimo de fricción. Pero al no contar con un plan de mantenimiento no se puede garantizar la correcta lubricación de estos elementos y debido a la naturaleza de la operatividad de la máquina los rodamientos son propensos a la contaminación.

#### **1.1.4. Revisiones**

Las revisiones son las primeras actividades frecuentemente realizadas por la empresa ya que con esta corroboran el estado operativo de los equipos, de no estar en condiciones de operar, se realizan las acciones correctivas correspondientes, las cuales consisten en; verificar las fallas, corregir las fallas, dentro de los procedimientos de utilización de los equipos se suelen hacer revisiones antes y después de ser utilizadas por el personal de producción y operarios para así garantizar que el equipo está en disposiciones de operación.

Se suelen revisar en todos los equipos aquellos elementos críticos como lo son ejes, rodamientos, empaques, estado de aceites lubricantes, grasas y motores eléctricos. También son revisados los daños por corrosión provocada por las salpicaduras o por acción de las reacciones químicas que se usan para la formulación de los fertilizantes, se evalúan los daños por corrosión, se determina si presentan desgastes severos o si pueden seguir operando de lo contrario se reemplazan o se programa el mismo, en algunos casos se pueden reacondicionar las piezas y así extender su vida útil.

En el caso particular de la máquina engomadora las revisiones se realizan cuando estas serán usadas, antes de poner en marcha la producir se tiene una serie de preparativos dentro de los cuales se contemplan: las revisiones y limpiezas de la máquina, se verifican el estado de los rodamientos, el estado de la lubricación, el estado del sistema eléctrico de la máquina y del motor eléctrico, así verificando todos los elementos y sistemas que son vitales para que la máquina opere sin ningún contratiempo.

## **1.2. Condiciones de operación del equipo**

Las condiciones de operación son aquellas variables, entorno y medio donde debe operar un equipo, estas pueden ser temperatura de operación del equipo, temperatura ambiente, presión atmosférica, si se está expuesto a agentes corrosivos, temperatura de los líquidos refrigerantes, temperatura de lubricantes, horas de operación, tiempos muertos, todas las variables de control que se consideren esenciales para la operación correcta de los equipos industriales. En este caso los equipos de la empresa están sometidos a medios corrosivos por causa de las materias primas usadas, teniendo que operar los equipos en temperatura ambiente y presión atmosférica correspondiente a la de la Ciudad de Guatemala, la temperatura de operación de los equipos, así como otras variables de control de los procesos de fabricación se manejan con reserva ya que son parte del secreto industrial.

En el caso de la máquina engomadora está expuesta a un ambiente corrosivo debido a las partículas de los químicos usados para la fabricación de los fertilizantes químicos, ya que algunas variables de control y de operación son fundamentalmente un secreto para la empresa y no pueden ser divulgados.

A lo que respecta a los demás equipos de la empresa estos se encuentran operando a las mismas condiciones medio ambientales que la máquina engomadora debido a que se encuentran en el mismo lugar, la condición de operación dañina para los equipos en general son el uso de las materias primas ya que estas con agroquímicos que suelen ser muy corrosivos debido a que en algunos casos algunas materias primas para la elaboración de los fertilizantes son ácidos o contienen en su fórmula química elemento que contribuyen al desgaste por corrosión.

### **1.3. Tipo de servicio del equipo**

Los tipos de servicio se basan a la aplicación de carga de trabajo a la cual son sometidos los equipos. En el caso de la mayoría de los equipos de la empresa todos operan a un servicio intermitente excluyendo la máquina engomadora ya que estos solo trabajan por un intervalo de tiempo limitado un cierto de horas al día a una carga constante.

Ya que la mayoría de los equipos de la empresa no son utilizados todos los días sino en intervalos de tiempos prolongados ya que los equipos de mezclado de líquidos, mezclado de sólidos y la trituradora son usados solo cuando se necesita la formulación de fertilizantes que suelen ser en periodos de 2 a 3 semanas en los cuales son utilizados durante 2 a 3 días, uso aproximado entre 2 a 3 horas continuas, teniendo paros de alrededor de 5 minutos en las cuales se agregan algunas materias primas para la elaboración de los fertilizantes.

#### **1.3.1. Servicio intermitente**

El servicio intermitente se define como la operación de un equipo en operación en intervalos de tiempo bien establecidos, en estos intervalos de tiempo se le es aplicada una carga de trabajo fija o constante, es decir que la máquina o el equipo produce un determinado bien o servicio a una velocidad constante sin que varíe durante el intervalo de tiempo establecido. Esto conlleva también que los equipos puedan tener periodos de tiempo inactivos prolongados, como, por ejemplo, las horas de operación de la máquina pueden ser intervalos de 3 días continuos sin interrupciones y tenga un mes sin uso o en paro.

En el caso especial de la empresa algunos de sus equipos reúnen características que hacen que se encuentren en este régimen ya que no son utilizados en tiempos prolongados ni son sometidos a un uso constante o diario, como en los casos de las dos mezcladoras y la trituradora. Ya que este tipo de servicio se caracteriza por tener a los equipos sometidos a cargas de trabajo en tiempos poco constantes y periodos irregulares de operación.

### **1.3.2. Servicio continuo**

El servicio continuo se caracteriza por tener a los equipos en constante operación a cargas constantes de trabajo durante tiempos prolongados, hasta llegar a las temperaturas de operación del equipo, este tipo de servicio se caracteriza, por estar en funcionamiento un equipo por intervalos de tiempos prolongados a cargas constantes sin interrupciones hasta que ya no se dispongan de su uso, por ejemplos de este tipo de servicio se pueden mencionar aquellos equipos que son usados en la generación de energía eléctrica, los equipos dispuestos en las líneas de plantas que necesitan operar a 24 horas continuas a una carga de trabajo contante para poder cumplir con las demandas de producción.

Como en el caso de los ingenios azucareros la mayoría de sus equipos no operan de manera constante durante el año, solo cuando es época de zafra o temporada de cosecha de la caña de azúcar para que sea procesada y pueda convertirse en los productos derivados.

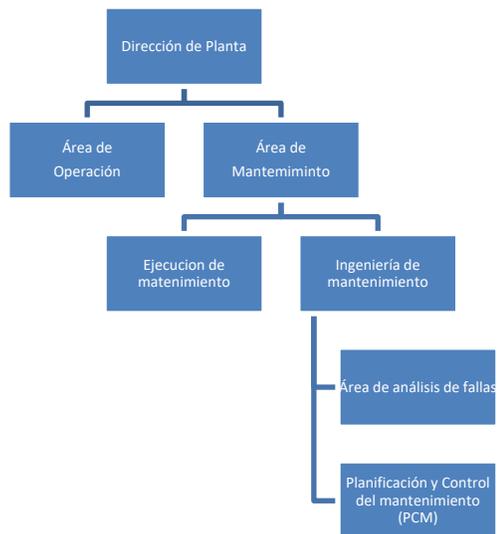
En el caso particular de la empresa se podría decir que la máquina engomadora podría clasificar en este tipo de servicio, pero solo en ciertas épocas del año ya que al ser este un producto utilizado en la agro-industria tiene una temporada alta para su demanda que es en las temporadas cuando empieza las lluvias y termina en la temporada seca, en el caso de ciertos cultivos esta temporada puede variar debido a las fechas en las cuales se siembra y se cosecha, ya que hay algunas plantaciones que suelen ser más susceptibles a las plagas por insectos como lo son el banano y el cardamomo.

## **2. CONCEPTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

La conceptualización del mantenimiento se empieza a fines del siglo XIX y está siempre acompañado a la industria, el primer tipo de mantenimiento que se conceptualiza es el mantenimiento correctivo ya que se centra en la reparación de averías. En la década de los años 1950 con el fin de que la industria pudiera satisfacer todos los esfuerzos de la posguerra, la evolución de las industrias como la aviación comercial y la industria eléctrica, el personal técnico encargado de efectuar las tareas de corrección de fallas pasó a desarrollar procesos de prevención de averías o de fallas así complementando todas las tareas de mantenimiento. Dando así origen a lo que se conoce hoy en día como ingeniería de mantenimiento, esta es la encargada de planificar y controlar todas las actividades del mantenimiento preventivo haciendo uso del análisis de causas y efectos de averías. En la figura 1 se da un ejemplo de cómo podría estar distribuida una planta de producción de un bien o servicio.

## Figura 1.

*Ejemplo de subdivisiones de la escala jerárquica de una planta por áreas*



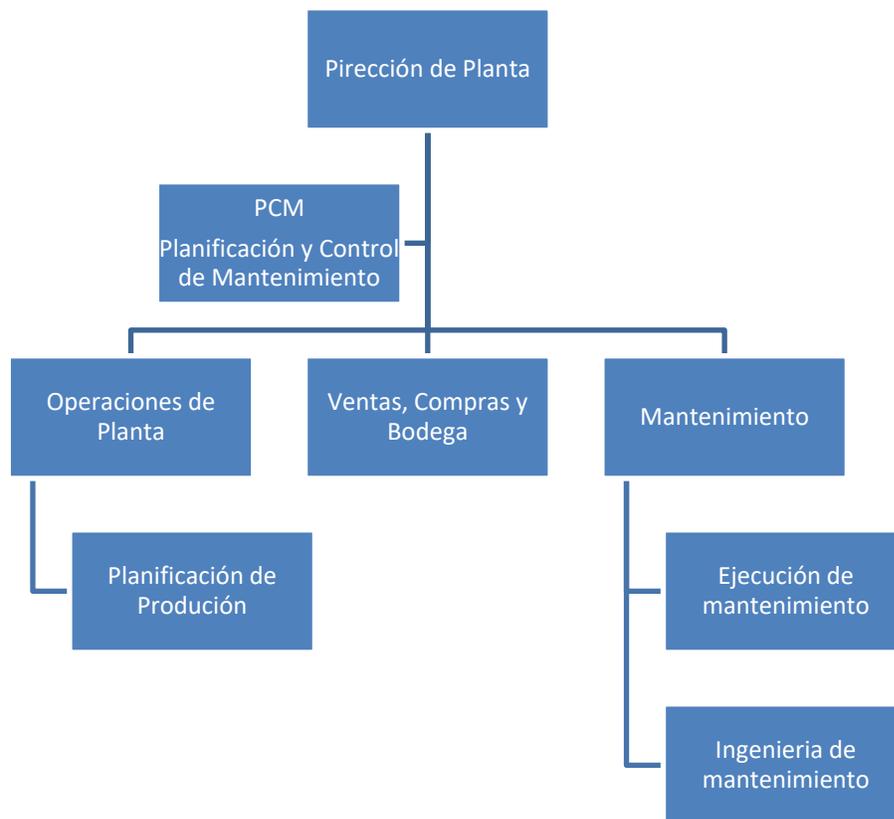
*Nota.* Diagrama de escala jerárquica de una planta. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

A partir del desarrollo de la computación y que las computadoras personales cada vez tomaban espacio en los hogares por empezar a tener precios bastante asequibles, haciendo que se hiciera uso de esta herramienta tecnológica para el desarrollo de propios programas para la gestión del mantenimiento, se recomienda que las computadoras estén en una red para poder facilitar la comunicación y el envío de información disponible por parte del departamento de mantenimiento ante las demás áreas de la empresa y viceversa.

Lo que se conoce como Planificación y Control del Mantenimiento o PCM pasa a convertirse en un órgano de asesoramiento a la supervisión general de producción. En la figura 2 se puede tener un ejemplo de un organigrama de cómo puede ser la organización de una planta industrial, teniendo en cuenta que el PCM es un organismo o un área encargada de supervisar las operaciones de la planta.

**Figura 2.**

*Ejemplo del PCM como asesor de la supervisión general de la producción*



*Nota.* Diagrama de escala jerárquica de una planta. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

## 2.1. Definición de mantenimiento

Se define como mantenimiento al conjunto de acciones para mantener en un estado de preservación o restaurarlo con el fin que este pueda realizar una tarea o funciones que se le requieran. También se puede definir que es una serie de trabajo que hay que ejecutar en algún equipo, planta o método a fin de conservarlo y de él servicio para lo que fue diseñado.

El objetivo del mantenimiento es la conservación, ante todo, del servicio que están suministrado del equipo, instalaciones, entre otros. Las acciones del servicio de mantenimiento implican la realización de las siguientes atribuciones:

- Reparación de averías: las que surjan durante el periodo de operación de los equipos o instalaciones.
- Prever las posibles averías: prevención de las averías para que estas no se produzcan, eliminando los paros de los imprevistos.
- Verificación de la calidad: se verifica la calidad de fabricación de los equipos o instalaciones para evitar los deterioros prematuros.
- Eliminación de averías sistemáticas: siendo estas las principales causas de paros ni previstos en la producción y aumento en los costos de los servicios de mantenimiento.
- Gestión de los inventarios de refacciones o repuestos: gestionar los recursos tales como inventario de materiales, refacciones y todo insumo necesario para realizar las tareas de mantenimiento, para evitar la extensión o alargamiento de los tiempos muertos o paros en la producción.
- Reacondicionamiento de los equipos o instalaciones: reacondicionar las instalaciones o equipos a modos que estos pueden tener un estado lo más cercano o aproximado a su estado cuando fueron adquiridos de fábrica.

En las labores del mantenimiento hay factores principales o esenciales los cuales rigen el cómo debe de adaptarse las tareas de mantenimientos a los equipos o instalaciones:

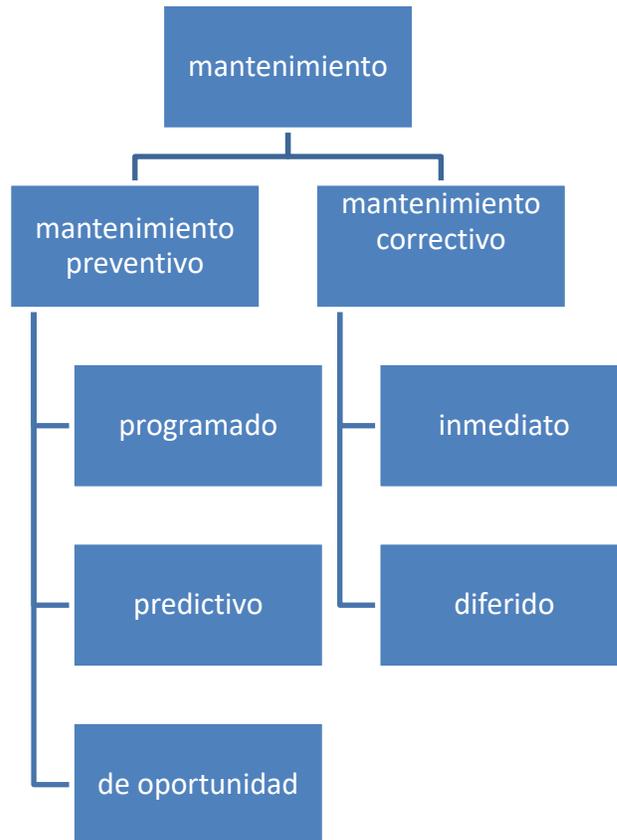
- Calidad económica del servicio
- Duración adecuada del equipo
- Costos mínimos de mantenimiento

Estos 3 factores son los que regirán las acciones del mantenimiento, a modo que estas se puedan ajustar a las necesidades económicas de los dueños de los equipos o bien a las necesidades que requieran estos por su uso o por la calidad del servicio que estos deben prestar durante su vida útil.

En el mantenimiento se puede dividir en dos ramas principales el mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, son las dos ramas o tipos principales de mantenimiento como se puede ver en la figura 3.

### Figura 3.

*División de los tipos de mantenimiento*



*Nota.* Mapa conceptual que muestra las clases de mantenimiento. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Recordemos una simple ecuación que en el año de 1975 fue desarrollada donde  $\text{producción} = \text{operación} + \text{mantenimiento}$  donde el segundo término del binomio, entiéndase el mantenimiento tiene bajo su total responsabilidad y debiendo garantizar su cumplimiento de los siguientes tres aspectos:

- Reducción del tiempo de paralización de los equipos.
- Reparación oportuna para la reducción de daños.

- Garantía de operación de manera que los equipos presten los servicios con un estándar de calidad previamente establecido.

### **2.1.1. ¿Qué es mantenimiento preventivo?**

El mantenimiento preventivo en definición muy simple trata de prever la ocurrencia de fallas potencialmente catastróficas, en otra palabra este tipo de mantenimiento trata de reducir la probabilidad de la ocurrencia de una falla mediante la prevención y la planificación de las siguientes actividades:

- Visitas
- Revisiones
- Lubricación periódica
- Limpiezas

Están cuatro características son las que rigen a un mantenimiento preventivo más adelante en este capítulo definiremos a detalle estas actividades tan importantes en lo que se refiere al mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo es postulado alrededor de la década de 1930 cuando durante los esfuerzos para elevar la eficiencia de los equipos industriales durante la segunda guerra mundial, donde ya se empieza no solo a corregir fallas sino a empiezan a planificar rutinas de actividades que prevengan la ocurrencia de fallas. En la década de 1950 con un crecimiento exponencial en la industrial de la tecnología, el mantenimiento empieza empiezan a emplear más tiempo en diagnosticar las fallas o las causas de esta y posteriormente se ejecutan las reparaciones correspondientes, con la llegada de las computadoras en los años 1980.

Teniendo ya estos antecedentes históricos de la conceptualización del mantenimiento preventivos, lo definimos, el mantenimiento preventivo es aquel, mediante las acciones de visitas, inspecciones, lubricación y limpiezas trata de disminuir la probabilidad de la ocurrencia de fallas que puedan afectar la calidad del servicio prestado por un equipo o instalación.

Existen tipos de mantenimiento preventivo que se pueden nombrar en la figura No. 4 se pueden ver los tipos de mantenimiento preventivo que se pueden adoptar según las necesidades que tenga el equipo o instalación.

## Figura 4.

### *Tipos de mantenimiento preventivo*



*Nota.* Mapa conceptual de tipos de mantenimiento y su relación con el mantenimiento preventivo. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **2.1.2. Visitas**

Son verificaciones que se realizan con periódicamente en las instalaciones y máquinas para comprobar su estado de operatividad, estas actividades sirven para la detección de anomalías en la operatividad de las instalaciones o equipos, seguimiento de estas, así se tiene una detección temprana de estas, así pueda atenderse su reparación a la brevedad de lo posible. Para definir una visita como tal debe cumplir con las siguientes consideraciones:

- Verificar y comprobar que en el lugar de operación de los equipos estén en rendimiento óptimo.
- Ser rápidas, teniendo equipos específicos si las situaciones lo demandan, realizando esto en el menor tiempo posible evitando atrasos en la producción. Estas deben ser planificadas para que no excedan una hora, si es necesario tomarse más tiempo para hacer las verificaciones esto debe siempre ser notificado producción para evitar atrasos.
- Evitar desmontajes de sistemas o mecanismos complejos, procurar que estos sean montajes mínimos o pequeños para hacer las verificaciones.
- Se pueden realizar mínimas reparaciones sin que estas excedan el tiempo establecido para evitar paros imprevistos.
- Usar ensayos no destructivos para tener diagnósticos previos o detección de potenciales fallas.

La realización de las visitas debe ser una serie de acciones sucesivas, sin necesidad de que la primera actividad esté terminada se puede realizar la siguiente, siendo así se puede dividir al equipo de trabajo en grupos para poder agilizar la ejecución de las actividades.

Las visitas deben organizarse y planificarse con el objeto de:

- A cortar el tiempo de la ejecución a lo máximo posible.
- Realizar las tareas.
- Capacitar al personal para trabajar con base en normativas.
- Determinar las herramientas y equipos de medición y de seguridad, para las visitas.

### **2.1.3. Inspecciones**

Son intervenciones que se realizan sobre las instalaciones o máquinas para detectar o confirmar las anomalías localizadas durante la visita previa, reparándolas con el fin de dejar que los equipos estén en capacidad operativa evitando así potenciales fallas, que requieran intervenciones mayores provocando así paros muy prolongados.

Las inspecciones de se realizan en el lugar de la máquina o equipo, pero si la dificultad de reparación requiere que se trasladen a un taller algunos equipos los tiempos de las inspecciones deben ser coordinados con las áreas de producción. Estas tareas tratan de localizar y verificar la existencia de fallas o averías en las instalaciones y equipos, mediante los ensayos no destructivos como son los polvos magnéticos, radiografías, ultrasonidos, líquidos penetrantes, la aplicación de estos ensayos u otros dependerá mucho de las condiciones de las cuales se encuentren los elementos mecánicos, en donde están instalados. Por lo mismo el personal de mantenimiento debe estar capacitado para poder realizar estos ensayos.

Es indispensable realizar las inspecciones, invertir constantemente en la capacitación del personal en el ámbito de los ensayos no destructivos aplicables en campo, así como normativas de seguridad ocupacional, esto con el fin de asegurar la mejor calidad de servicio.

## **Figura 5.**

*Ejemplo de la supervisión de las actividades de inspección y de visitas*



*Nota.* Imagen donde se observa las inspecciones de mantenimiento rutinarias. Obtenido del foreasywork (2019) *Hacer Inspecciones de Seguridad.* ([https://foreasywork.com/wp-content/uploads/2018/07/shutterstock\\_761907286-1080x675.jpg\\_-para-que/](https://foreasywork.com/wp-content/uploads/2018/07/shutterstock_761907286-1080x675.jpg_-para-que/)), consultado el 10 mayo 2021. De dominio público.

### **2.1.4. Lubricación de elementos mecánicos**

La lubricación es una alteración de las características de las características del contacto de dos cuerpos sólidos, cuando estas se encuentran en movimiento es decir la fricción, así reduciendo el desgaste y daños ente las superficies de los elementos. Cualquier sustancia que reduzca o ayude a disminuir la fricción entre dos elementos que se mueven entre sí, a esa sustancia de le denomina lubricante. Entre las funciones simples que efectúan con frecuencia los lubricantes son: servir como medio de transferencia de calor, protector contra herrumbre y la corrosión, sellador y para arrastrar o suspender contaminantes.

Esta es la actividad más importante dentro del mantenimiento preventivo, ya que gran parte de la vida útil del equipo depende de la lubricación aplicada correctamente, gran parte de las averías suceden por la mala lubricación o la escasa aplicación de lubricantes. La planificación de esta actividad de mantenimiento viene estipulada por los fabricantes de los equipos, esta regularmente da indicaciones del tipo de aceites o grasas a usar en los equipos, así como la planificación de los cambios de los mismos lubricantes y en algunos casos las marcas sugeridas por el fabricante. En los casos que los equipos no cuenten con un manual de referencia, es muy recomendado hacer los análisis de lubricantes mediante la tribología, así se puede tener una idea de general del estado en el que se encuentran los elementos, si los lubricantes están teniendo algún tipo de contaminación por cuerpos extraños.

Es aconsejable tener una tabulación de las propiedades de los lubricantes requeridos como, por ejemplo:

- Propiedades físicas como la densidad, viscosidad, índice de viscosidad (i.v).
- Denominaciones comerciales o normadas
- Fichas técnicas, indicaciones de uso por parte del fabricante

Es recomendado tener un inventario de los lubricantes a utilizar en los equipos de las instalaciones lo referente a los aceites lubricantes es recomendado tener de 8 a 10 y lo correspondiente a las grasas lubricantes de 2 a 4 tipos, estos números puedan que varíen dependiendo el número de equipos que requieran lubricación, como los tipos de lubricantes sugeridos por los fabricantes de los mismo. Después de tener clasificados los lubricantes se elaboran fichas las cuales deben tener al menos:

- Croquis de la máquina o de las instalaciones, con los señalamientos de los puntos de aplicación, de muestras y niveles.
- Una bitácora donde se especifique la periodicidad de la lubricación, cambio de filtros, limpieza de depósitos. Para esto sugiere una simbología.



○ Lubricación diaria

○ Lubricación semanal

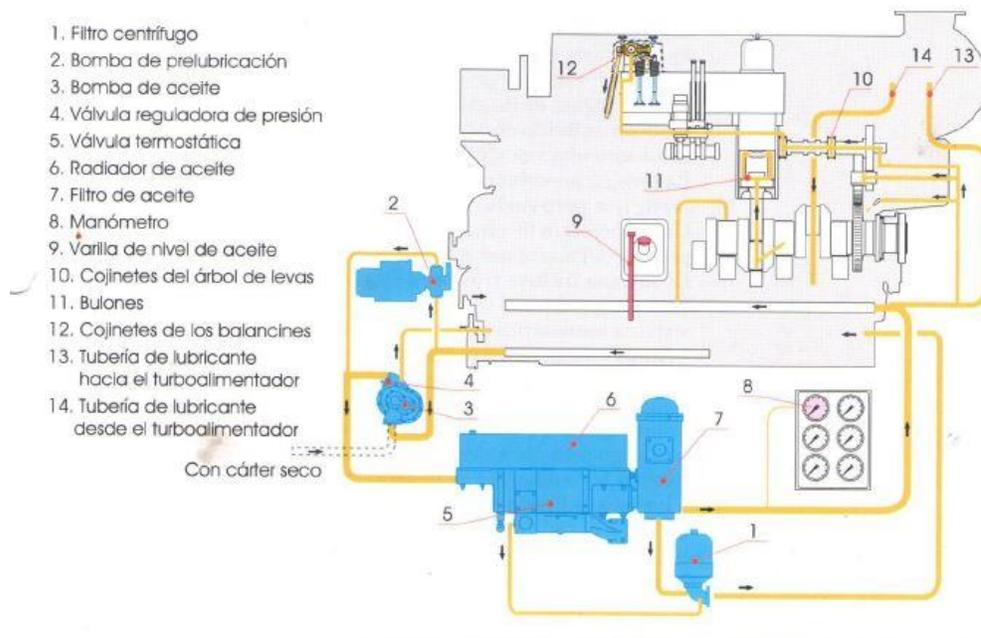


○ Lubricación mensual



**Figura 6.**

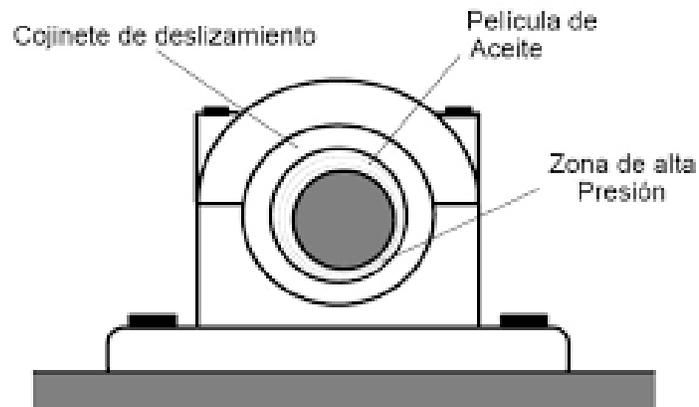
*Croquis del sistema de lubricación de un motor de combustión interna*



Nota. Ilustración del diagrama del sistema de lubricación de un motor de combustión interna. Obtenido del ingeniero marino (2016). *Circuito de Lubricación. MCIA (2ªParte)*. (<https://ingenieromarino.com/circuito-de-lubricacion-mcia/>), Consulto el 10 mayo 2021. De dominio público.

## Figura 7.

*Ilustración de la lubricación de un rodamiento de contacto directo*

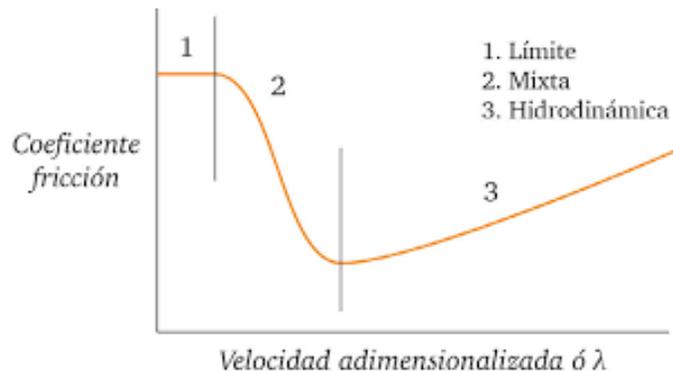


Nota. Ilustración del diagrama de un rodamiento o chumacera. Obtenido del blogspot (2019). *Rodamientos*. [http://3.bp.blogspot.com/clmrA7u\\_PrU/TWMEyzZSj\\_I/AAAAAAADY8/CdFkOBUOJYk/s1600/Lubricaci%25C3%25B3n%2BL%25C3%25ADmite.bmp](http://3.bp.blogspot.com/clmrA7u_PrU/TWMEyzZSj_I/AAAAAAADY8/CdFkOBUOJYk/s1600/Lubricaci%25C3%25B3n%2BL%25C3%25ADmite.bmp)), Consultado el 10 mayo 2021. De dominio público.

Los regímenes de lubricación son fundamentales para escoger adecuadamente las viscosidades de los lubricantes, siempre con las premisas de evitar el desgaste, para ello se hace uso de las curvas de *Stribeck*. Esta curva es utilizada en la tribología, para explicar el comportamiento de los lubricantes, mediante las variaciones del factor de coeficiente de fricción en función de distintos parámetros.

## Figura 8.

Curva Stribeck marcando las regiones de los tipos de régimen de lubricación



Nota: gráfica ilustrativa de la curva de Stribeck. Obtenido de Álvaro Blázquez de Mingo (2016). *Análisis de la lubricación termo-elastohidrodinámica y mixta mediante la aplicación de modelos numéricos.* ([https://lh3.googleusercontent.com/FqInetRcaQqOM7ILiYF33QQZBhCzehEuVkpZTL\\_cV4-jQ57iMITM2yL\\_7cG9wJZMhKH0qaQW6iDY-qPb9IVvDm04\\_ZXVIWWAw5\\_8ldc](https://lh3.googleusercontent.com/FqInetRcaQqOM7ILiYF33QQZBhCzehEuVkpZTL_cV4-jQ57iMITM2yL_7cG9wJZMhKH0qaQW6iDY-qPb9IVvDm04_ZXVIWWAw5_8ldc)), consultado el 15 julio 2021. De dominio público.

La curva de Stribeck es descubierta por la investigación que realiza Richard Stribeck y Mayo D. Hersey que estudiaron el efecto de la fricción en los bordes presente en los vagones de ferrocarriles durante la primera mitad del siglo XX, para el contacto de dos superficies con un fluido lubricante, la curva de Stribeck muestra la relación denominada número de Hersey, un parámetro de lubricación adicional.

La lubricación tiene 4 regímenes relacionados con el espesor de la película:

- Lubricación límite o de frontera: cuando el área de contacto es insuficiente, hay desplome de la velocidad de las superficies móviles, poca cantidad de lubricante suministrado a los cojinetes, un incremento en la carga, aumento de la temperatura del lubricante, provocando una disminución de la película completa. Cuando pasa las características anteriores, la viscosidad del lubricante no tiene importancia en la lubricación límite como la en la composición química.
- Lubricación hidrodinámica: las superficies de soporte de carga de los elementos se encuentran separadas por una película de lubricante relativamente gruesa, así reduciendo el contacto de las superficies de los elementos metálicos en contacto, así teniendo una estabilidad la cual puede ser descrita mediante las leyes de la mecánica de los fluidos, este tipo de régimen de lubricación no depende de la introducción de lubricante a presión, aunque puede darse en algunos casos, la lubricación hidrodinámica también es llamada película completa o fluida.
- Lubricación hidrostática: esta es obtenida al introducir el lubricante, simultáneamente en aire y agua, en un área de soporte de carga a presión alta para separar las superficies en contacto con una película gruesa, a diferencia de la lubricación hidrodinámica esta no necesita que ambas superficies se muevan con respecto a la otra.
- Lubricación elasto-hidrodinámica: es el fenómeno donde se introduce un lubricante entre las superficies en contacto rodante, por ejemplo; engranajes acoplados o cojinetes de contacto rodante o rodamientos, las deducciones matemáticas requieren del uso de la teoría de la hertziana del esfuerzo de contacto y de la mecánica de fluidos.

**Figura 9.**

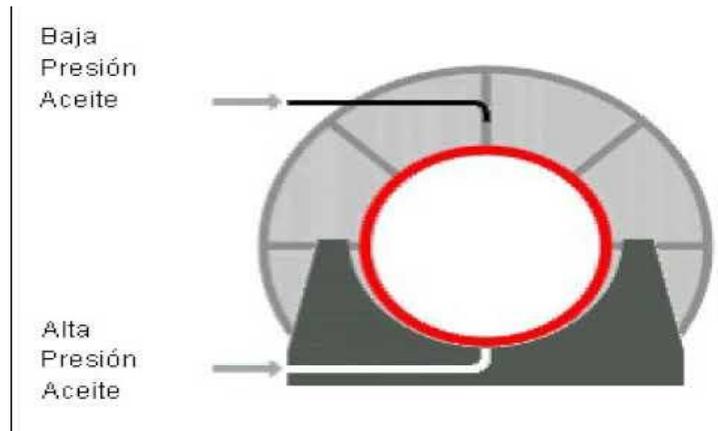
*Grafica representativa del comportamiento de los tipos de lubricación*



*Nota:* grafica ilustrativa de la curva de Stribeck donde se mencionan los tipos principales de lubricación y su localización exacta en la curva. Obtenido de revista img (2019). *Consejos tribológicos para evitar el desgaste de maquinaria.* (<https://www.revistaimg.com/wp-content/uploads/2021/09/DIAGRAMA.jpg>), consultado el 15 julio 2021. De dominio público.

## Figura 10.

*Representación de las zonas de alta presión y baja presión en la lubricación*



*Nota:* grafica ilustrativa de un rodamiento sometido a un tipo de régimen de lubricación denotando las áreas de mayor y menor presión de aceite lubricante. Obtenido de imágenes de YouTube (2019). *DPM02.- Análisis de los elementos de máquinas.* ([https://img.youtube.com/vi/EBLN\\_Kubc3E/0.jpg](https://img.youtube.com/vi/EBLN_Kubc3E/0.jpg)), consultado el 15 julio 2021. De dominio público.

### 2.1.4.1. Elementos que requieren lubricación

La pregunta principal que hay que hacerse es ¿Qué elementos mecánicos van a requerir lubricación? Pues requerirán lubricación todos aquellos, que tengas contacto directo entre sí. Por dar ejemplos rodamientos, bujes, cadenas son ejemplos de elementos comunes que deben ser constantemente lubricados o tener un régimen estricto de lubricación.

Los elementos mecánicos básicos que, debido a sus funciones de transición de potencia o ayuda al facilitar el libre movimiento o soporte de carga, como el alto índice de desgaste por abrasión, por lo cual estos deberán ser sometidos a regímenes de lubricación para mitigar y facilitar el libre movimiento

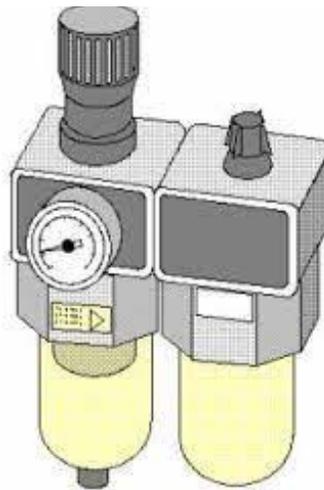
entre las superficies en contacto directo de metal con metal. Algunos de estos mecánicos podrían mencionarse:

- Cojinetes simples y antifricción
- Rodamientos de bola, cilíndricos
- Engranajes rectos, helicoidales, hipoidales, tornillos sin fin
- Cadenas de rodillos
- Acoples flexibles

En el caso de los compresores de aire estos cuentan con sistemas especiales de lubricación, el cual es denominado unidad de mantenimiento que tiene un pequeño depósito de aceite lubricante para lubricar no solo los elementos del compresor si no los elementos de las válvulas y elementos que compongan un sistema neumático como se muestra en la figura 11.

## Figura 11.

*Ilustración de una unidad de mantenimiento de un sistema neumático*



*Nota:* ilustración de una unidad de mantenimiento utilizada en instalaciones de aire comprimido o líneas de aire comprimido de uso industrial. Obtenido de Automatización Industrial (2010). *Tratamiento del Aire Comprimido.* (<http://industrial-automatica.blogspot.com/2010/09/tratamiento-del-aire-comprimido.html>), consultado el 15 julio 2021. De dominio público.

### 2.1.5. Limpiezas

Esta actividad consta principalmente de limpiezas, conservación, acondicionamiento cromático, remoción de oxidación o impurezas, señalización y conservación. En estas actividades se deben excluir la limpieza de tanques o depósitos de lubricantes ya que la limpieza y remoción de lubricante se realizan en las acciones de lubricación, pero los demás depósitos que tenga una máquina que no tengan como función almacenar lubricante estos deberán ser limpiados para evitar contaminación por cuerpos extraños ya que suelen ser estos los que contienen productos terminado o materias primara para la producción.

Las actividades que comprende el apartado de limpieza se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Limpieza de máquina: esta si no deben requerir desmontaje de elementos o piezas, ingresar a áreas difíciles pueden ser realizadas por el personal de producción. En el caso de requerir una intervención mayor siendo el ingreso a áreas de difícil acceso, desmontaje de piezas para poder limpiar o extraer, remover oxidación deben ser siempre realizadas por el técnico de mantenimiento. En la figura 12 vera un ejemplo de esta actividad.
- Limpieza de instalaciones: este apartado es por motivos de seguridad y rendimiento, siendo específicos en almacenes donde yacen materiales contaminantes. Tales como productos o subproductos químico, combustibles, insumos como lubricantes, grasas, entre otros. En la figura 13 vera un ejemplo de esta actividad.
- Señalizaciones y acondicionamiento cromático: se deben señalar todas las áreas de limitando así las misma, de modo que se puede distinguir las áreas de tránsito, zonas de descarga y carga, rutas de evacuación, señales de emergencia, reacondicionamiento de pintura anticorrosiva para aquellos equipos que lo requiera y partes de la instalación. En la figura 14 vera un ejemplo de esta actividad.
- Conservación de instalaciones: se deben englobar todas las actividades que vayan relacionada con reparaciones o mantenimiento de edificios o instalaciones, como quedan ser el cambio de pintura, vidrios rotos, bobillas, tuberías con fuga, todas aquellas actividades de cambio o reparación que se ven desde la visita se visualizan esas deficiencias. En la figura 15 vera un ejemplo de esta actividad.

**Figura 12.**

*Limpieza de la bandeja de una fresadora*



*Nota:* ilustración de limpiezas rutinarias en bandeja de residuos de una máquina herramienta .  
Obtenido de BELLVIS (2021). *Maquinaria de limpieza BELLVIS.*  
(<https://www.bellvis.net/images/maquinaria-limpieza-bellvis-aspiradores-zaragoza.jpg>),  
consultado el 15 julio 2021. De dominio público.

**Figura 13.**

*Ejemplo de las limpiezas de una planta industrial*



*Nota:* ilustración de limpiezas rutinarias en una instalación industrial. Obtenido de h guerrero-constructores (2021). *La importancia del mantenimiento en naves industriales.* ([https://hguerreroconstructores.com/wp-content/uploads/2021/04/Limpieza-Industrial\\_phixr.jpg](https://hguerreroconstructores.com/wp-content/uploads/2021/04/Limpieza-Industrial_phixr.jpg)), consultado el 30 julio 2021. De dominio público.

**Figura 14.**

*Ejemplo de las áreas señalizadas de una planta industrial*



*Nota:* ilustración de limitación de áreas de trabajo en una instalación industrial. Obtenido de constru epoxicos (2021). *Características de la resina epóxica en la señalización horizontal.* (<https://construepoxicos.com/wp-content/uploads/2018/10/senializacion-prevencion-de-riesgos-.jpg>), consultado el 30 julio 2021. De dominio público.

**Figura 15.**

*Remodelación en las oficinas de una planta*



*Nota:* ilustración de remodelación de oficina con separación de ambientes con tabla yeso l. Obtenida de Google (2019). *Remodelaciones.* ([https://lh3.googleusercontent.com/LDOq3b8UIICxOY1lvx7DkT8k4pfiZnN6lw3\\_REOoPBDg-cDW8xpe-CQEiicJBDCUMVGx\\_mjudTJaMB-PIB6ZrgdMrYQnvZM5RKu08U5HQ](https://lh3.googleusercontent.com/LDOq3b8UIICxOY1lvx7DkT8k4pfiZnN6lw3_REOoPBDg-cDW8xpe-CQEiicJBDCUMVGx_mjudTJaMB-PIB6ZrgdMrYQnvZM5RKu08U5HQ)), consultado el 30 julio 2021. De dominio público.

## **2.2. Definición de la técnica VOSO**

Esta técnica es ampliamente utilizada en el mantenimiento preventivo ya que, haciendo uso de los sentidos de la vista, el tacto, el oído y el olfato permiten a los operario o técnicos del área de mantenimiento detectar posibles fugas, anomalías en la operación de los equipos o de las instalaciones, detectar deterioro de los elementos o en los equipos, detectar ruidos inusuales en el arranque, operación o en el para de los equipos. Esta técnica resulta de mucha utilidad durante las visitas y las inspecciones de rutina que se realicen dentro de un marco de mantenimiento preventivo, esta técnica puede servir como una detección temprana de algunas fallas potenciales, siendo estas corroboradas en las inspecciones y mediante el uso de ensayos no destructivos como pueden ser termografías, ultrasonidos, radiografías.

Para definir qué significan las siglas de V.O.S.O estas se refieren a las siguientes acciones o actividades;

- Ver: esto consiste en utilizar el sentido de la vista con o sin apoyo de herramientas para la detección de anomalías, derrames, fugas, entre otros. Que pueden existir en los equipos o instalaciones con el fin de corregirlas de inmediato o planificar una reparación mayor si requerirse, esto con el fin de evitar tanto accidentes como posibles averías graves que perjudican la producción con un paro de equipo mucho mayor.
- Oír: mediante el uso del sentido del oído o equipos especiales poder detectar ruidos debido a las vibraciones excesivas, por defecto en el montaje del equipo. Ya que el operario al tener una frecuencia de sonido que emite el equipo pode deducir que no es el sonido habitual que está acostumbrado a escuchar al encender o poner en marcha la máquina, en tener en la operación o cuando este decide parar el equipo.

- Sentir: usando el sentido del tacto puede el operario percibir algunas vibraciones pero estas deberían ser corroboradas mediante el uso de ensayos no destructivos que detecten con exactitud el origen de estas, puede el operación o técnico de mantenimiento usar esto para la detección de cuerpos extraños o anomalías que puedan existir en los elementos mecánicos o en los lubricantes, de ser el caso de la detección de cuerpos contaminantes en los lubricantes siendo aceites o grasas, es altamente recomendable el análisis de laboratorio para poder determinar o definir los contaminantes que contengan y así evitar desgastes prematuros.
- Oler: mediante el uso del sentido del olfato, el equipo de seguridad e instrumentos que se requieran para la detección de fugas de algunos fluidos ya estén estos en estado líquido o gaseoso siendo estos los que no causen efectos nocivos como lo pueden ser el amoniaco ya que este es usado recurrentemente como refrigerante, en el caso del hidrogeno este no tiene ni olor, ni color, pero este es muy volátil. Es muy recomendable que al detectar el operario un olor extraño ya sea olor a quemado o a los gases que se utilicen en las instalaciones para los procesos, al detectar los olores deberá confirmarse la concentración de este mediante el detector de fugas localizando el ponto de la fuga y cerrar las válvulas para que este no siga escapando.

### **3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Un plan de mantenimiento es aquel donde se planifican, calendarizan todas las actividades, acciones de mantenimiento, con el fin de que se cumplan los objetivos de disponibilidad, fiabilidad, conservación, costos y extensión de vida útil de los equipos e instalaciones industriales. El plan de mantenimiento preventivo permite la optimización de los recursos, el mantener costos de mantenimiento o permita reducirlos y garantizando lo total operatividad de los equipos e instalaciones.

La intención de un plan de mantenimiento preventivo es la organización de las tareas que comprenden el mantenimiento preventivo, como lo son las visitas las inspecciones, la lubricación y las limpiezas. Ahora con el avance de la tecnología desde los años 1980 es posible ahora hacer todas las gestiones y todas las tareas administrativas y controles de las planificaciones de todas las tareas mediante el uso de software especializados para los especializados para los controles y planificaciones, así como las funciones adicionales que puedan ofrecer.

### **3.1. Plan de mantenimiento preventivo**

Como se definió en la introducción del capítulo un plan de mantenimiento se define como el conjunto de actividades relacionadas al mantenimiento preventivo donde estas ya con lleva una organización de las tareas y planificación de estas. Estos se realizan con el fin de alcanzar las metas propuestas por el área o departamento de mantenimiento o cumplir con los propósitos que se establecen en la definición de mantenimiento preventivo que es maximizar la vida útil de los equipos, conservar en estado óptimo, garantizar la operatividad de los equipos, prevenir la ocurrencia de fallas potenciales.

El cómo se deban calendarizar y planificar las tareas de mantenimiento dependerán de algunos factores. Los factores más comunes que determinan el plan de mantenimiento son; factores económicos, estado de los equipos, planificación de la producción, preparación académica y técnica del personal de mantenimiento, estado de las instalaciones. Estos suelen ser los principales factores para poder elaborar un plan de mantenimiento.

En el caso de la máquina engomadora se utilizará una combinación de dos tipos de mantenimiento que en este capítulo se van a definir y nos servirán para definir a detalle las actividades del plan de mantenimiento preventivo.

#### **3.1.1. Tipos de planes de mantenimiento preventivo**

Los tipos de mantenimiento básicos se definen en tres, estos son utilizados para determinar las tareas de mantenimiento preventivo enfocadas u orientadas, a las necesidades de las instalaciones, de la producción, esto en aras de programar su calendarización y planificación a todas las tareas preventivas.

En el caso específico de la máquina engomadora propiedad de la empresa AIG debido a que el equipo no es adquirido mediante una empresa dedicada a la distribución y montaje de equipos industriales y tampoco se adquirió por medio de casa diseñadora o los distribuidores certificados por las mismas, esta es mandada hacer con un profesional de la ingeniería, por lo cual hace inviable hacer o gestionar un plan de mantenimiento con base en recomendaciones de fabricante pero si puede usarse algunas directrices adaptas para el equipo en cuestión, ya que es posible combinar los tres tipos de planes de mantenimiento esto hace la tarea más sencilla en cuestión de organización y planificación.

#### **3.1.1.1. Por Instrucciones de Fabricantes**

Este consiste en planificar las tareas con base en las tareas de prevención con base en las recomendaciones del fabricante, estas habitualmente estas vienen descritas en los manuales de referencias de mantenimiento. Estos por regularidad trae directrices específicas tales como; los tiempos de cambios de elementos críticos como rodamientos, los periodos de cambio de aceite y grasas, las marcas sugeridas de lubricantes sugeridas, las instrucciones de montaje y desmontaje de los elemento o piezas que requieran cambio, croquis y planos de todos los circuitos y mecanismos de los equipos. En general estos siempre estos manuales contienen toda la información necesaria para que los operarios de mantenimiento pueden realizar las tareas preventiva de la manera que se cumplas la proyección de vida útil estimada por el fabricante.

Este método de planificación es el preferido por técnicos, gerentes o jefes de mantenimiento ya que cuenta con ventajas muy notables la primera ventaja que podemos destacar es la de que al seguir todas las indicaciones por parte del fabricante se garantiza en plenitud las garantías de los equipos, esto es algo establecido por algunos de los fabricantes por reclamos de garantía se exige que se cumplan todas las directrices establecidas en los manuales de operación y manuales de mantenimiento de los equipos. La segunda ventaja notable en este plan es la cantidad de conocimientos técnicos no son muy específicos, tampoco es indispensable conocimientos específicos de los equipos ni de mantenimiento industrial. Ya que toda la información necesaria ya viene descrita en los manuales de referencia proporcionados por los fabricantes. En algún caso se puede hacer uso de las recomendaciones de otros fabricantes, pero estas teniendo que se adecuen a nuestros equipos y condiciones de operación.

### **Figura 16.**

*Ilustración de un operario con manual de operación y mantenimiento*



*Nota:* técnico operario de CAT en maquinaria para la construcción. Obtenido de Manuales de todo. net (2019). *Descarga Manuales de Maquinaria Pesada Retroexcavadoras Vibrocompactadores Motoniveladoras.* (<https://www.manualesdetodo.net/wp-content/uploads/2021/12/manuales-de-propietario-maquinaria-pesada.jpg.webp>), consultado el 12 agosto 2021. De dominio público.

**Figura 17.**

*Portada de un manual de mantenimiento y operación de una maquina papelera*



*Nota:* Fotografía de un manual de operación y mantenimiento de una máquina papelera. Obtenido de behance (2013). *Manual de Mantenimiento y Operación*. ([https://mir-s3-cdn-cf.behance.net/project\\_modules/fs/53b14e8174795.560b88b6a292f.jpg](https://mir-s3-cdn-cf.behance.net/project_modules/fs/53b14e8174795.560b88b6a292f.jpg)), consultado el 12 agosto 2021. De dominio público.

### **3.1.1.2. Por protocolo de mantenimiento según el tipo de equipo**

Este tipo de planificación se centra en agrupar las tareas o definir las por el tipo de equipos, es decir que los equipos deberán ser en listados de tal manera que se pongan los equipos utilizados para los mismos fines o por su naturaleza de los mecanismos utilizados. Este tipo de planificación es más útil cuando se desea planificar las tareas de mantenimiento generalizadas o estandarizadas en plantas industriales.

Por ejemplo, que una planta tenga diez equipos de bombeo, pero estos sean de diferente marca o serie, el gerente o jefe de mantenimiento, pueda de forma más práctica establecer sus rutinas de mantenimiento mediante el agrupamiento por tipo de equipo, esto ahorraría tiempo, costos, reduciría el tiempo de paros en los equipos.

### **3.1.1.3. Por análisis potencial de falla**

Este método consiste en analizar todas aquellas fallas potenciales que pueda ocurrir en el equipo, empezando por los elementos son más propensos a sufrir fallas de cualquier tipo o por causas específicas, al igual que se analizan los sistemas y mecanismo de la máquina que puedan ser propensos a sufrir algún tipo de daño o irregularidad en su funcionamiento, este tipo de planificación es muy útil cuando no se cuentan con manuales de referencias ya que se clasifican los sistemas y mecanismos por orden de prioridad.

### **3.2. Determinación de elementos y mecanismos críticos en la máquina**

Existen elementos mecánicos y mecanismos en la engomadora que son indispensables para el funcionamiento de este, es necesario determinar estos por orden de prioridad, una de la manera para poder determinar cuáles son los elementos críticos es según la seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento y tiempo de reparación principalmente. Estos criterios se relacionan matemáticamente, generando puntuaciones para cada elemento evaluado.

En el caso de la máquina engomadora, los elementos críticos se determinan mediante la operación y observación, los elementos menos críticos seleccionados están; los rodamientos, cadenas, engranajes, dentro de los mecanismos críticos están; la transmisión de potencia, la cual está constituida por un motor eléctrico, dos engranajes, una cadena de casquillos, tres chumaceras y un eje.

#### **3.2.1. Elementos mecánicos**

Los elementos mecánicos críticos de las máquinas engomadora se enlistan según el grado de criticidad:

- Rodamientos, chumaceras
- Cadena de casquillos
- Engranajes
- Rodillo de impregnación
- Ejes
- Removedores de excedentes

### 3.2.2. Mecanismos

Un mecanismo es un conjunto de elementos rígidos, móviles y uniones móviles, teniendo como fin modificar un movimiento de entrada en uno de salida totalmente diferente con la intención de generar un trabajo o vencer una resistencia.

En la máquina engomadura el mecanismo de transmisión de potencia usado está compuesto por dos ejes, una cadena de casquillos, dos ruedas dentadas y un motor eléctrico, estos elementos mecánicos constituyen el mecanismo encargado de enrollar las trampas impregnadas con pegamento como se observa en la figura 18. También podemos incluir en este apartado del capítulo los mecanismos de sujeción y de remoción de excedentes como se ven en la figura 19 y figura 20 respectivamente.

#### **Figura 18.**

*Mecanismo de transmisión de potencias con engranajes y cadena*



*Nota.* Mecanismos de transmisión de potencia de la máquina engomadora, donde se encuentra la cadena de casquillos y ruedas dentadas. Elaboración propia.

**Figura 19.**

*Sistema de impregnación de pegamento compuesto*



*Nota.* Mecanismos de impregnación de la máquina engomadora, donde se encuentra la cadena de casquillos y ruedas dentadas. Elaboración propia.

## **Figura 20.**

*Mecanismo de remoción de excedentes de pegamento*



*Nota.* Mecanismos de remoción de excedentes de la máquina engomadora, donde se encuentra la cadena de casquillos y ruedas dentadas. Elaboración propia.

### **3.2.3. Priorización de equipo**

La priorización de un equipo se centra en que tan vital o indispensable es para un proceso determinado, para determinar la prioridad se debe analizar mediante el código máquina y el código de trabajo a realizar para establecer así la prioridad del equipo.

Para establecer la prioridad se puede hacer mediante la metodología del código máquina, con base en un número donde es más alto mayor importancia tiene este en los procesos siendo así este se le podría dar un número 9 ya que este es recursos de vital importancia para los procesos productivos, ya que la pérdida de la calidad del servicio afectaría seriamente los procesos productivos de la fabricación de las trampas, de igual manera con el código de trabajo se

tomaría 6 o 7 ya que se trata de hacer todas las acciones preventivas con el mantenimiento.

### **3.3. Planificación de visitas**

La planificación de las visitas se realizan con base en un periodo de tiempo o según las recomendaciones del fabricante, estas son la primera fase de un plan de mantenimiento preventivo en la que se debe visualizar todas aquellas imperfecciones, irregularidades, fugas, grietas, olores, ruidos, oxidación, suciedad, contaminación en elementos lubricados o contaminantes en los depósitos de lubricantes, todos esto se realiza con la finalidad de poder detectar con anticipación una posibles averías o anomalías.

Estas a su vez provocan una baja eficiencia o calidad del servicio prestado por el equipo, teniendo una probabilidad más alta de convertirse en una falla, la cual puede causar un paro del equipo y prolongarlo por reparaciones no contempladas o no planificadas.

Por esto las visitas se deben realizar con cierta periodicidad algunos fabricantes de equipos industriales en sus manuales de operación como de mantenimiento recomiendan ampliamente que estas se realicen a diario con el fin de garantizar al área de producción que los que equipos estas en condiciones de operación optima, en este apartado se le dará una tabla de referencia la cual puede utilizarse para el control de las visitas.

**Tabla 1.**

*Ejemplo de hoja de control de visitas*

HOJA DE VISITAS								
	fecha de inicio:		fecha de finalización:					
	nombre del técnico:							
	equipo:							
	línea de producción							
	No. De hoja:		No. De orden de visita:					
	descripción de anomalía detectada	naturaleza de la anomalía						
No.		ruido	goteos	vibraciones	fisuras o grietas	suciedad u oxidación	otras	observaciones
1								
2								
3								

*Nota.* Formato para el control de visitas que puede ser usado de forma general en cualquier equipo. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Como se muestra en la tabla 1, un ejemplo de una hoja o ficha que se utilizará como control en la visita y como se observa puede marcarse las fallas más comunes y con un apartado para anotar algunas observaciones que ayuden a localizar y a definir con el apoyo de los ensayos no destructivos.

### **3.4. Planificación de inspección**

Una inspección trata de localizar las anomalías que pueden encontrarse en la realización de las visitas, para poder definir las anomalías que causen algún tipo de falla por consiguiente suceda un paro prolongado. Estas fallas se pueden también corroborar o descartar si se ejecutan ensayos no destructivos.

Hay protocolos estipulados en los manuales de mantenimiento para la realización de esta actividad, al igual hay que dar un seguimiento a las anomalías. Para esto se corrobora y rectifica las fallas que se detecten mediante el uso de la tabla 1, y posteriormente se utiliza una hoja de inspección propuesta en la tabla 2.

Estas actividades se realizan antes de poner en marcha los equipos, también en algunas industrias optan por tener una planificación y calendarización ya que con esto aseguran un periodo de tiempo ya establecido por sugerencias de fabricante o por cálculos del departamento de mantenimiento, en el caso de la máquina engomadora es recomendable y deseable que se efectúen con base en las anomalías que se reporten en las hojas o fichas de visitas como se muestra en la tabla 1, como se puede observar en la tabla 1, podemos indicar la índole de la anomalía y si esta necesita ser corroborada por medio de un ensayo no destructivo para determinar las causas de su falla.

**Tabla 2.***Ejemplo de hoja para la realización y control de inspecciones*

HOJA DE INSPECCIÓN						
	fecha de inicio:			fecha de finalización:		
	nombre del técnico:					
	equipo:					
	línea de producción					
	No. De hoja:			No. De orden de visita:		
	No. De hoja de visita					
No.	descripción de la anomalía	descripción de actividades a realizar				
		preventivas	correctivas	paro de equipo	actividades realizadas o a realizar	observaciones
1						
2						
3						

*Nota.* Formato para el control de inspecciones que puede ser usado de forma general en cualquier equipo. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Para la planificación de las inspecciones es necesario tomar en cuenta que si durante la visita se encuentran cierto número de anomalías o se detectan ciertas irregularidades en la operatividad del equipo por la cuales según la prioridad que tenga el equipo debe de coordinarse en un lapso de tiempo pequeño el que los técnicos realicen una inspección con el uso de la tabla 2 y así llevar un control de su inspección y determinar si es necesario que el equipo cese operaciones para poder intervenir de manera preventiva o correctiva, de esta manera se reduce de manera considerable los paros imprevistos y se pueda llevar al equipo a su vida útil.

### **3.4.1. Inspecciones con ensayos no destructivo**

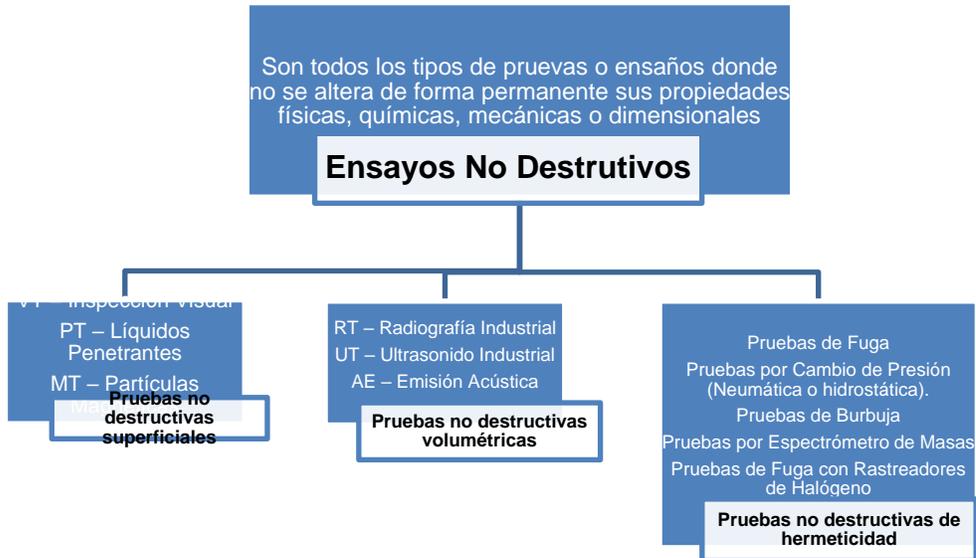
Los ensayos no destructivos son herramientas de apoyo para el diagnóstico o para la detección de fallas, al ser en su mayoría los ensayos realizables en campo existen sus excepciones que se deben llevar a cabo en condiciones de laboratorio.

Los ensayos no destructivos tienen su propia clasificación pruebas no destructivas, superficiales, volumétricas y de hermeticidad. Las pruebas superficiales sirven exclusivamente para detectar las discontinuidades superficiales, como el caso de las partículas magnéticas y líquidos penetrantes pueden detectar defectos o discontinuidades superficiales de manera que puedo detectar una fractura o grieta, pero no puede determinar la profundidad con precisión. A diferencia de los ensayos volumétricos estos si pueden detectar discontinuidades internas y subsuperficiales en los materiales. Las pruebas de hermeticidad son muy utilizadas en las industriales del petróleo, aeronáutica y aeroespacial.

En la figura 21 se puede observar un esquema con los tipos de ensayos no destructivos agrupados en las 3 clases existentes, a cuanto las aplicaciones de estos ensayos para la detección de fallas o anomalías que se presenten durante las rutinas de mantenimiento. Se expondrán a detalle en la siguiente sección de este figura 23.

**Figura 21.**

*Diagrama de los tipos de ensayos no destructivos con ejemplos*



*Nota.* Mapa conceptual de la división de los ensayos no destructivos. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **3.4.2. Ensayos no destructivos aplicables**

Ensayos no destructivos varían según el tipo de imperfección que deseamos encontrar, en muchos casos las pruebas no destructivas como métodos para el control de calidad como son los superficiales, en el caso de las pruebas volumétricas son más utilizadas para la detección de discontinuidades o anomalías que puedan dar lugar a una falla y por consiguiente la fractura del material del cual este constituida las pizas. En el caso de las pruebas de hermeticidad son bastante utilizadas para la detección de fugas o fallos en sellos

en ciertos sistemas como de refrigeración, atmosferas controladas, sistemas hidráulicos, oleo-hidráulico, neumáticos, gaseoductos.

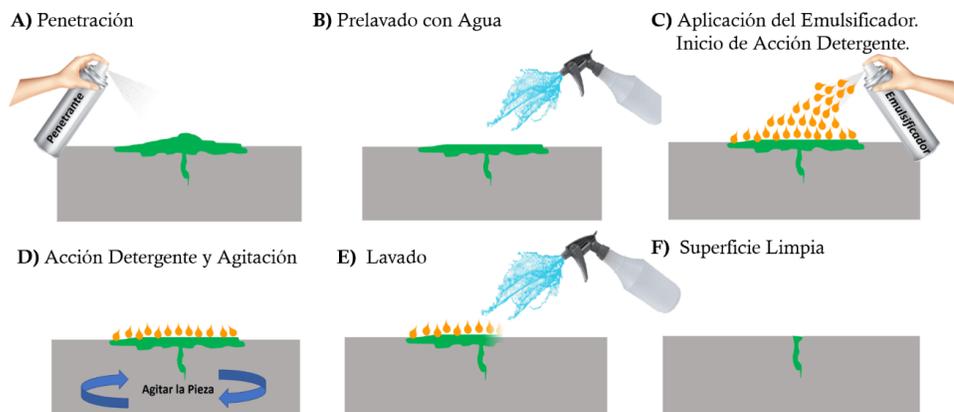
En el caso específico de la máquina engomadora, se pueden hacer uso de ensayos superficiales para componentes considerados como críticos, tal como el ensayo por líquidos penetrante y pruebas de fugas. En caso de que los elementos mecánicos o elementos de los sistemas o mecanismos necesitan someterse a ensayos más profundos se utilizaran los ensayos volumétricos por ejemplo ultrasonido, para corroborar la integridad estructural o para medir y localizar la profundidad de micro fisuras, en la siguiente lista se mencionan los ensayos que pueden utilizarse:

- Métodos superficiales
  - Líquidos penetrantes: este método consiste en hacer uso de una serie de líquidos que se adhieren a las irregularidades o imperfecciones de manera que el líquido o la serie de líquidos que se utilizan como se ve en la figura 22. Puede consultarse las siguientes normas *ASME V Nondestructive Examination ASTM E165 Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination ASTM E1417 Standard practice for Liquid Penetrant Examination*
  - Inspecciones visuales: el método consiste en hacer uso de la técnica V.O.S.O para detectar cualquier tipo de anomalía y poder la localizar y corroborarla mediante cualquier método de inspección.
- Métodos volumétricos
  - Ultrasonido industrial: el método es para la localización de defectos o fallas estructurales, también se puede utilizar para la medición de fractura. recomendado para el análisis de causa raíz, y para corroboración o inspección de daños como se muestra en la figura 23.

- Radiografías industriales: este método puede ser una alternativa al método de ultrasonido o como un método de corroboración, como se ilustra en la figura 24.
- Métodos de hermeticidad
  - Pruebas de fugas: esta prueba es útil para cuando deseamos encontrar fugas en el caso particular, es indispensable para la detección de fugas en el tanque de pegamento caliente ya que este es una materia prima indispensable para el proceso de engomado.

**Figura 22.**

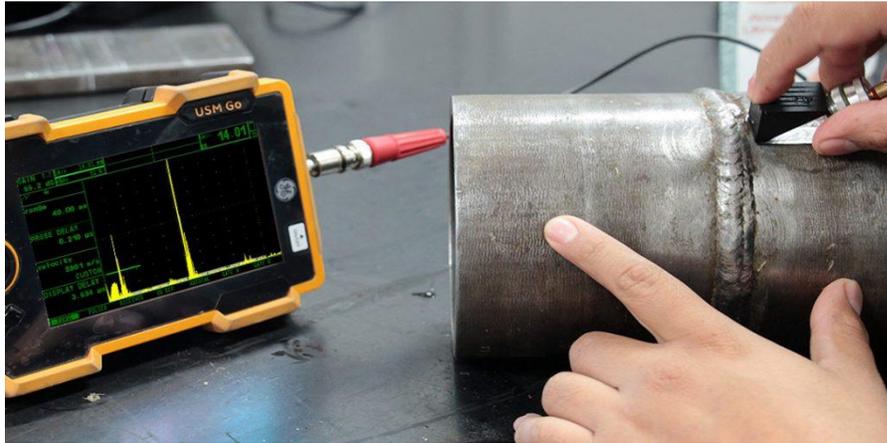
*Ilustración de cómo se realiza el ensayo de líquidos penetrantes*



*Nota:* ilustración de cómo deben aplicarse los líquidos penetrantes. Obtenido de Testek group (2021). *Emulsificación en líquidos penetrantes.* (<https://www.testekndt.net/wp-content/uploads/2021/09/Emulsificacion-Hidrofílica-en-Líquidos-Penetrantes-Tipos-de-Emulsificadores.png>), consultado el 20 de agosto 2022. De dominio público.

**Figura 23.**

*Ilustración de cómo se realiza el ensaño de ultrasonido*



*Nota:* ilustración de cómo se realiza el ensayo de ultrasonido. Obtenido de Ing. jhonathan Haz INMAPET.EC (2021). *Detección de Fallas*. (<https://inmapet.ec/wp-content/uploads/2020/10/USMGo-1024x509-2.jpg>), consultado de 20 de agosto 2022. De dominio público.

## Figura 24.

*Radiografía para la detección de grietas*



*Nota:* ilustración de cómo se realiza el ensayo de ultrasonido. Obtenido de SCI (2021). *Tipos de ensayos por radiografía industrial* (<https://cdn-ilmkl.nitrocdn.com/seovjqpNedOSwygEijyLvFPxJCjHzfs/assets/images/source/rev-1589a5f/wp-content/uploads/2017/03/radiografia-soldadura-2.jpg>), consultado el 20 de agosto 2022. De dominio público.

### 3.5. Planificación de limpiezas

Para la planificación de las limpiezas se realizan cuando hay paros programados, donde se aprovecha ese tiempo de paro de los equipos para hacer reacondicionamiento cromático, señalización, se previene la corrosión en los equipos que lo requieran. En general las actividades de limpieza suelen realizarse a nivel de toda la planta no solo incluye los equipos, sino también a las instalaciones.

Para la planificación de estas es recomendable programarlas al mismo tiempo que se realice un paro del equipo, ya sea este por inspecciones o por mantenimiento, en estas actividades a lo que respecta a los equipos de una planta suelen incluir los tratamientos anticorrosión cuando los equipos lo requieren, limpiezas de depósitos o tanques de materias primas, remoción de restos de polvo o partículas extrañas que puedan llegar a contaminar no solo a las materias primas si no a los elementos mecánicos que requieren lubricación.

Lo que respecta al tratamiento de residuos se detalla en la sección 3.7 aquí se trata específicamente de cómo se debe clasificar y tratar cada tipo de residuo que se genere durante las actividades de mantenimiento.

Usando de ejemplo la máquina engomadora, este equipo opera cuando hay existencia de demanda de las trampas entomológicas, por defectos de diseño, de los sistemas de aplicación y remoción de excedentes las limpiezas de este equipo en particular suelen hacerse antes de su puesta en marcha para remover todo el polvo que puede contaminar el pegamento que se pone en el depósito de calentamiento y almacenamiento, así mismo al finalizar la operación o la producción de las trampas se limpia tanto el área donde se encuentra la máquina, los ejes, rodamientos, deposito, removedores de excedentes deben ser limpiados con paños humedecidos con cualquier tipo de solución solvente como; thinner, vaselina, gasolina u otros solventes de tipo industrial. Esto para remover todas las partículas de pegamento que pueden quedar adheridas a las superficies anteriormente mencionadas.

### **3.5.1. Elementos propensos a contaminación por el pegamento**

La máquina engomadora por defectos en su diseño tiende a contaminar con el pegamento fundido algunos elementos que la constituyen, esto ocasiona contaminación de las grasas lubricantes, esto llega a afectar en gran medida a los elementos mecánicos que requieren lubricación, el libre movimiento de las partes móviles se ve afectado por este contaminante de las grasas lubricantes.

Los elementos más propensos a esta contaminación son los rodamientos que se encuentran en los extremos de los ejes, de manera que los rodamientos más afectados se ubican en; el rodillo que compone el sistema de impregnación como se muestra en la figura 25, los rodamientos que se encuentran en el mecanismo de enrollado de trampas como se muestran en la figura 26.

**Figura 25.**

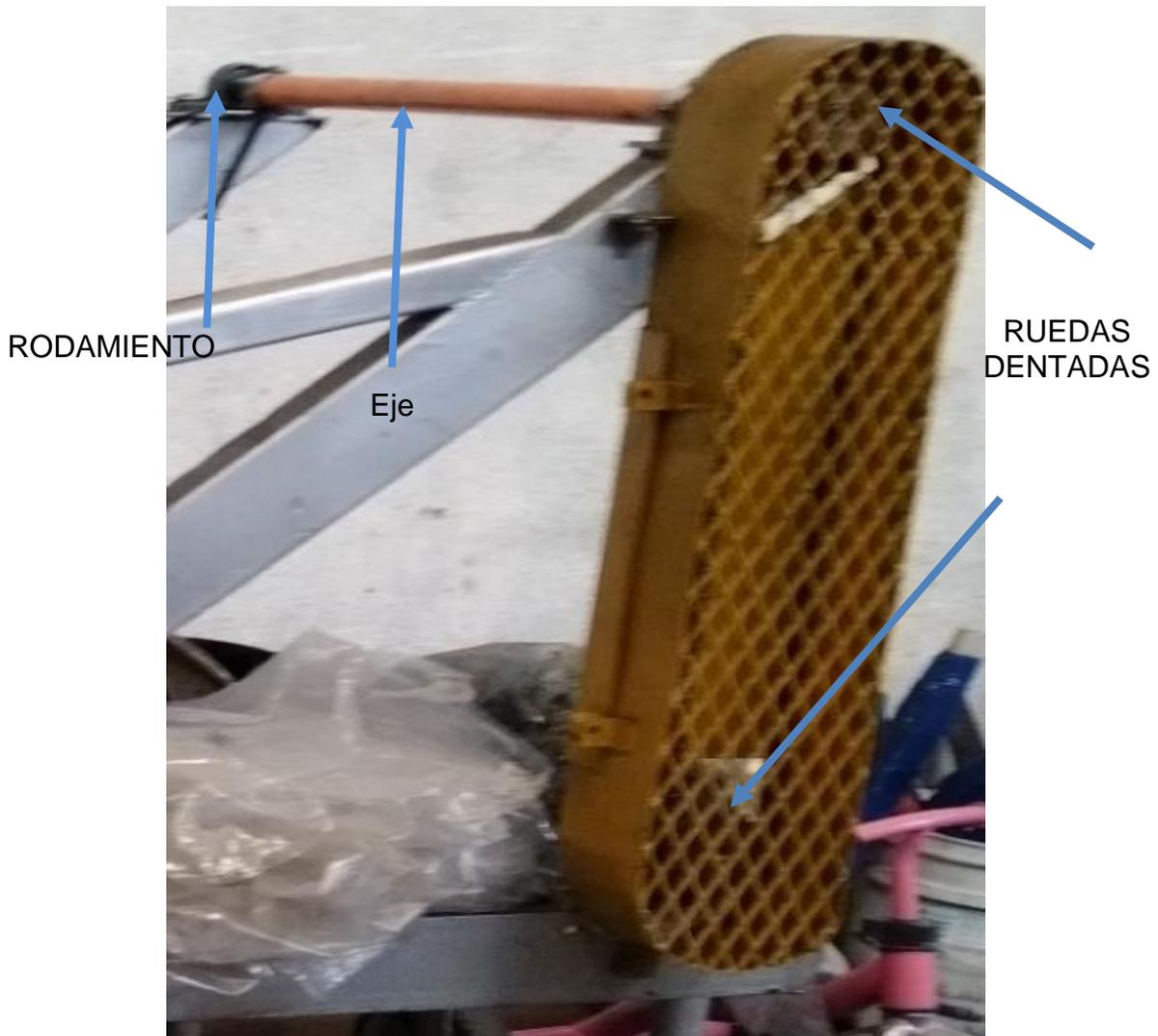
*Rodamiento del rodillo de impregnación*



*Nota.* Rodamientos del cilindro de impregnación. Elaboración propia.

**Figura 26.**

*Mecanismo de en rollado de trampas*



*Nota.* Mecanismo de enrollado de trampas, se pueden observar el eje rodamientos y el mecanismo de transmisión de potencia. Elaboración propia.

Para evitar la contaminación de estos elementos mencionados, se recomienda que las limpiezas se realicen antes que la máquina empiece operación y después que terminar su operación, con esto se debería de disminuir la probabilidad de que se vean contaminados estos rodamientos con el pegamento porque al enfriarse este pasa a una consistencia más sólida, la cual impide el libre movimiento de los balines que componen el rodamiento, por consiguiente, aumenta la resistencia al movimiento del eje.

### **3.5.2. Elementos propensos a contaminación por suciedad**

Los elementos mecánicos propensos a contaminarse de suciedad o polvo serán aquellos que mantengan residuos de pegamento, esto al ser una sustancia con alta viscosidad atrapa las partículas de polvo, al igual a las partículas de las materias primas que se encuentran en suspensión en el aire ya que estas son altamente corrosivas por su composición química rica en nitrógeno y oxígeno. Por estas circunstancias se hace indispensable la limpieza de los elementos mecánicos por la retención de estas partículas que pueden llegar ocasionar daños prematuros, causas de la corrosión química por la reacción de las partículas de las materias primas.

Aunque no solo los elementos mecánicos que porten restos de pegamento ya solidificado sean los que se vean afectados por la suciedad y otras partículas contaminantes, también podemos mencionar que hay otros que serán propensos a esto como puede ser el caso de la cadena de transmisión de potencia como se muestra en la figura 27 que componen el mismo sistema de transmisión de potencia. Este elemento puede guardar cierto polvo por las propiedades que posee el lubricante que se usa en ella y no está exenta de sufrir daños, ver figura 27, este componente tiene su guardacadena que la protege de los

excedentes de pegamento que se acumulan en los extremos, durante el proceso de enrollado.

**Figura 27.**

*Sistema de transmisión de potencia*



*Nota.* Mecanismo transmisión de potencia, se pueden observar las ruedas dentadas, cadena y porta cadenas. Elaboración propia.

Por lo tanto, se recomienda limpiar tanto el guardacadena como la cadena antes de realizar el cambio de lubricante, para evitar contaminación de partículas de polvo y de otros contaminantes como las materias primas que pueden alterar las propiedades del lubricante. Al igual que las chumaceras que son los rodamientos que se mencionaron anteriormente, estos también son propensos a contaminarse por la suciedad, pero por la propiedad de adsorción que poseen algunas grasas lubricantes la cual puede también albergar partículas de las

materias primas que son altamente corrosivas por tener altas concentraciones de nitrógeno y estas causar un daño o desgaste prematuro.

### **3.6. Planificación de lubricación de elementos mecánicos**

La lubricación es una parte importante del mantenimiento, ya que se garantiza la buena operatividad. En la planificación de lubricación van incluidas las limpiezas de depósitos o los cárteres de aceite para mantenimiento del sistema de lubricación en general, como se sabe estos sistemas suelen alojar demasiado polvo y estas partículas al ingresar a elemento a lubricar puede generar desgaste por abrasión. Para evitar precisamente este tipo de contaminación es necesario ejecutar limpiezas periódicas de los depósitos de aceites.

Para la planificación de la lubricación en la mayoría de los casos se adoptan las sugerencias de los fabricantes de las máquinas o de las indicaciones de los proveedores de estos, en ocasiones por el tipo de plan de mantenimiento y ahorro en los costos de mantenimiento suelen someterse a análisis de laboratorio los lubricantes para corroborar presencia de contaminante, así mismo como se hacen las recomendaciones de parte del laboratorio para poder ajustarlas rutinas de lubricación.

### **3.7. Tratamiento de residuos o desechos**

El tratamiento de los desechos o residuos que se generan durante las rutinas de mantenimiento, adquieren más importancia para el cumplimiento de las leyes y acuerdos internacionales para la reducción de la contaminación por parte de las industrias. En Guatemala existiendo una legislación para la gestión de los residuos sólidos, deberá consultarse el acuerdo gubernativo 164-2021.

En el mantenimiento es de vital importancia tener protocolos que ayuden al reciclaje, al buen manejo de residuos y al tratamiento de estos, como vera en esta sección se han divididos estos en dos grandes grupos siendo; residuos sólidos y líquidos. Esta clasificación se realiza de esta manera para la mitigación de la contaminación ambiental.

En el tratamientos de residuos hay empresas dedicadas a la recolección y tratamiento de residuos, estas se encargan de su disposición final, en algunas ocasiones estos se reciclan dependiendo del material, por ejemplo los filtros de aceite en su mayoría son fabricados con fibra de papel o cartón especial, carcasa metálica y en algunos casos algunos sellos de hule o caucho, simplificando el proceso este separa los materiales para su reciclaje, en el caso del cartón este pasa por un proceso de prensado para extraer los restos de aceite lubricante que este puede ser reciclado para convertirlo como combustible para calderas.

La finalidad de esta sección es promover las prácticas de conservación, reducción y reutilización de los materiales usados en el mantenimiento, la finalidad de esto es tener presente que a pesar de que las actividades de mantenimiento no son acciones directas, si generan residuos las actividades de mantenimiento, en su mayoría los residuos o desechos generados por el mantenimiento pueden ser reutilizados o reciclados, mediante procesos industriales los cuales nos permitirían darles nuevos usos a los insumos o materiales usados durante el mantenimiento.

### **3.7.1. Tratamiento de residuos sólidos**

Los residuos sólidos en el mantenimiento se pueden dividir por el tipo de material, en algunos casos algunos residuos sólidos se pueden reciclar para esto se deben clasificar por el tipo de material que están compuestos ya sea en

metálicos, plásticos, papel y telas. En el caso de algunos rodamientos tiene tapas de neopreno o de nylon las cuales deben ser separadas y puesta en el contenedor de desechos plásticos. En lo correspondiente a normativas gubernamentales Guatemala bajo el decreto gubernativo 164-2021 Reglamento para la gestión integral de los residuos sólidos comunes

En el mantenimiento específico de la máquina engomadora podemos mencionar que la mayor masa de los desechos sólidos es de material metálico por el cambio de elementos como los rodamientos, el residuo plástico mayormente proviene de los recipientes que contienen los lubricantes y solventes.

Se recomienda que los desechos sólidos producidos por el mantenimiento se almacenen y que su disposición final sea a través de subcontratación de empresas que se dediquen al manejo de residuos. Teniendo como única responsabilidad el departamento de mantenimiento mantener un almacenamiento adecuado hasta que el tercero se encargue de la disposición final de los mismos.

**Figura 28.**

*Manejo integral de residuos o desechos con énfasis en el reciclaje*



*Nota.* Ilustración de un diagrama de flujo del reciclaje de desechos sólidos. Obtenido de Juan Luis Díaz-Ojeda, Jesús Aguiluz-León, Universidad Autónoma del Estado de México (2017). *Manejo integral de residuos.* ([https://www.redalyc.org/journal/4779/477951390009/477951390009\\_gf12.jpg](https://www.redalyc.org/journal/4779/477951390009/477951390009_gf12.jpg)), consultado el 29 de agosto de 2022. De dominio público.

### **3.7.1.1. Tratamiento de residuos metálicos**

En el caso de los residuos metálicos su procedencia es del cambio de los elementos como estos son cambiados por defectos o porque ya cumplen con su vida útil, para el aprovechamiento de del material estos suelen reciclarse ya que la mayoría están hechos de aleaciones de aceros simples las cuales pueden ser reutilizados. Este proceso de reutilización se lleva a cabo mediante procesos de clasificación y fundición ya que en algunos casos muy específicos algunos elementos podrían no tener en su totalidad homogeneidad en su ensamble de partes. Se hace necesario su desmontaje en sus componentes.

En cuanto a su tratamiento es recomendable que el personal de mantenimiento solo se encargue de su almacenamiento y que los desechos metálicos sean vendidos o se pongan a la disposición de un tercero, este tendrá la responsabilidad de darle su disposición final.

## Figura 29.

*Ilustración de un parque que recicla chatarra metálica*



*Nota.* Fotografía de un parque para el reciclaje de metales. Obtenido de ASECA (2017). *¿Cuál es el proceso para reciclar metales?* (<https://aseca.com/wp-content/uploads/2020/06/Proceso-de-rec-metales.jpg>), consultado el 29 de agosto de 2022. De dominio público.

### **3.7.1.2. Tratamiento de residuos plásticos**

En el caso de los plásticos estos vendrían solo de los recipientes o envases que contienen los lubricantes o algunas materias primas, estos residuos por ley no pueden ser catalogados como sólidos comunes como define el acuerdo gubernativo 164-2021 ya que estas cuentan como residuos de componentes que son contaminantes para el ambiente y algunas tienen características tóxicas y dañinas para la salud del medio ambiente. Así que se recomienda que la

disposición final de los residuos de esta índole se tercerice con empresas certificadas para el manejo y disposición de desechos sólidos pocos comunes.

**Figura 30.**

*Banda transportadora de una planta de tratamientos de residuos plásticos*



Nota. Fotográfica de una planta de reciclaje de plásticos. Obtenido de residuos profesional(2021). *un estudio destaca la relación directa entre el reciclaje y la reducción de emisiones.* (<https://www.residuosprofesional.com/wp-content/uploads/2021/11/Planta-gesti%C3%B3n-residuos-12112021-copyright-RESIDUOS-PROFESIONAL.jpg>), consultado el 29 agosto de 2022. De dominio público.

### **3.7.2. Tratamiento de residuos líquidos**

Los residuos líquidos en su mayoría en el mantenimiento suelen provenir de los cambios de líquidos hidráulicos, lubricantes, solventes, limpiadores u otro tipo de líquido que se utilizan para el mantenimiento, en la mayoría de las ocasiones no existen normativas gubernamentales o ministeriales en el manejo

de este tipo de residuos que no pueden ser catalogados como comunes por sus características tóxicas, inflamables y nocivas para el medio ambiente.

En ocasiones parte de estos desechos pueden ser reutilizados como los lubricantes, estos mediante un proceso químico pueden ser convertidos en combustibles para calderas, en el caso de los solventes estos en su mayoría dependerán de su origen vegetal o mineral.

### **3.7.2.1. Tratamiento de aceites lubricantes**

Estos en su mayoría representan una gran parte de los residuos líquidos producidos por las actividades de mantenimiento, aceptando las tendencias de cuidados del medioambiente y economía circular ahora es muy común encontrar fabricantes de lubricantes que vendan lubricantes reciclados a menor precio. Pero para que sea posible su reciclaje los aceites lubricantes no deben ser mezclados con otros tipos de fluidos, si estos están contaminados con otras sustancias estos deberán ser tratados como desechos peligrosos. El proceso en el cual se filtran los lubricantes usados para quitar todas las partículas extrañas que puedan tener se realizan mediante procesos químicos se extrae el aceite base derivado del petróleo y después se le agregan todos los aditivos según las exigencias del caso. O bien este puede ser procesado y convertido en combustible tipo bunker.

Al tratarse de sustancias líquidas estos deben ser almacenados en depósitos especiales y separados del resto de desechos líquidos para evitar que estos se contaminen de otras sustancias como pueden ser solventes, líquido hidráulicos u otros líquidos utilizados en el mantenimiento, siendo sumamente contaminantes para el ambiente se recomienda hacer economía circular con estos o bien en casos especiales hacer su reciclaje a combustibles. Para su

disposición final es recomendable que empresas dedicadas a la compra de lubricantes usados o de tratamientos de desechos se encarguen de su disposición final. Para que la empresa produzca esto como desecho después del mantenimiento tenga solo el almacenamiento hasta hacer su disposición final.

### **3.7.2.2. Tratamiento de grasas lubricantes**

En las grasas lubricantes en su fabricación llevan espesantes los cuales les dan las consistencias tan características, en casos en los cuales las grasas se vean contaminadas por sustancias usadas o derivadas de los procesos de producción estas al igual que los aceites deberán ser tratados y desechados como desechos peligrosos para el medio ambiente por su alta capacidad para contaminar el suelo. En caso es posible el reciclaje de estos como aceites o como combustible tipo bunker, es más habitual que estas se almacenen en un depósito y este mismo se pone a disposición de entidades certificadas para el manejo de desechos peligrosos, para que sea esta el ente encargado de la disposición final de los mismos.

### Figura 31.

*Reciclaje del aceite de motor de combustión interna a combustible tipo Diesel*



Nota. Ilustración de un diagrama de flujo del reciclaje de los lubricantes. Obtenido de Henan Doing Maquinaria S.L (2014). *Destilación de aceite usado*. (<https://es.wastetireoil.com/uploads/160818/2-160QQ91410942.jpg>), consultado el 29 agosto de 2022. De dominio público.

#### 3.7.2.3. Tratamiento de solventes

Los solventes usualmente en el mantenimiento son utilizados para limpiezas ya sea de restos de sustancias muy viscosas como pueden ser pegamentos industriales, grasas lubricantes o como medio de disolución para algunos productos. Los solventes al tratarse de sustancias líquidas que en su mayoría son inflamables deben tratarse como desechos peligrosos, estos para su almacenaje deberán seguirse las indicaciones y rombos de seguridad de los solventes, asimismo seguir las indicaciones de seguridad para el manejo apropiado de estos.

Lo referente a su tratamiento como desecho es que estos se dispongan a entidades certificadas en el manejo de estos y su disposición final, siendo solo responsabilidad de las áreas de mantenimiento su almacenamiento con sus medidas de seguridad apropiadas hasta que se hagan su disposición final de los desechos.



## 4. MANUAL DE REFERENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este es un manual que servirá de referencia para elaborar y planificar las tareas de mantenimiento de la máquina engomadora de trampas, en este manual se encuentran las directrices necesarias para realizar la planificación de las tareas de mantenimiento de la máquina. El equipo al cual hace alusión este manual es el que se muestra en la figura 32

### Figura 32.

*Imagen de la máquina engomadora*



*Nota.* Máquina engomadora. Elaboración propia.

Recordemos que el mantenimiento preventivo su finalidad es prevenir la ocurrencia o disminuir la aparición de fallas que puedan no solo provocar paros no programados si no también daños al equipo o a los operarios.

#### **4.1. Revisiones e Inspecciones**

Las revisiones como las inspecciones tienen que realizarse con cierta periodicidad para la detección de anomalías, estas pueden llevar a paros no programados de equipos, las revisiones servirán para la detección de posibles de fallas, para la corroborar estas se harán mediante las inspecciones haciendo uso de los ensayos no destructivos mencionados en el capítulo 3.

Las revisiones deberán ser programadas al inicio y finalización de las jornadas de trabajo o de operación del equipo siendo estas realizadas por el personal de mantenimiento o de operación, haciendo uso de la siguiente tabla para poder llevar el control de las revisiones y anotar las posibles anomalías que deberán ser ratificadas durante una inspección.

**Figura 33.**

*Formato para la realización de las revisiones*

HOJA DE REVISIONES									
fecha de inicio:		fecha de finalización:							
nombre del técnico:									
equipo:									
línea de producción									
No. De hoja:		No. De orden de visita:							
No.	descripción de anomalía detectada	naturaleza de la anomalía				observaciones			
		ruido	goleros	vibraciones	fisuras o grietas	suciedad u oxidación	otras	otras	observaciones
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

*Nota.* Formato de revisiones sugerido para la máquina engomadora. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Este formato es una sugerencia para que los técnicos de mantenimiento o las personas que se les delegue la responsabilidad de realizar la actividad de revisiones, si se recomienda que el personal encargado pueda hacer cualquier modificación a esta figura 33 para su comodidad y necesidades específicas.

Al momento de realizar las visitas, los técnicos o el personal encargado se recomienda que utilice la técnica V.O.S.O para poder detectar las posibles fallas y estas se corroboren en la inspección mediante cualquiera de los ensayos no destructivos que se enlistan a continuación con su aplicación en los elementos mecánicos de la máquina.

- Ensayo de líquidos penetrantes: utilice para la detección de fisuras o grietas en los materiales, esto para corroborar los informes de las revisiones.
- Inspecciones visuales: utilícese para la realización de las revisiones o bien también para que se realicen las actividades de inspección.
- Ultrasonido industrial: utilícese para determinación de la profundidad de las fisuras encontradas en el ensayo por líquidos penetrantes y así determinar la seriedad de los daños y planificar el cambio de las piezas afectadas. En cuanto a la periodicidad de estas pruebas se recomienda que se hagan cuando la situación amerite ya que son laboratorios de alto costo en algunas ocasiones o el equipo de igual manera es de alto costo.
- Radiografías industriales: utilícese como alternativa o como complemento a las pruebas de ultrasonido, al no ser tan grande el equipo se recomienda que se le realice una radiografía al equipo por lo menos cada 2 años para monitoreo del desgaste de la estructura como posibles daños por corrosión.

Las inspecciones pueden utilizar los ensayos anteriormente mencionados como método no solo de detección sino como método de corroboración ya que algunas veces en las visitas y en la misma figura 33 solo se pueden anotar las anomalías o defectos que se pueden detectar con la técnica V.O.S.O ya que es usar 4 de los 5 sentidos.

Las inspecciones en este caso las usaremos como un método de corroboración de las anomalías y así realizar la corrección de la falla o anomalía, para su planificación se recomienda que cada 15 días se realicen las inspecciones para darle seguimiento a los informes que proporciona las hojas de revisiones. Deberá de examinarse durante las inspecciones los siguientes puntos:

- Sistema eléctrico
- Motor eléctrico
- Estados de los rodamientos
- Comprobación de contaminación en los rodamientos
- Estado de la cadena de transmisión
- Eje de impregnación
- Ejes
- Rodamientos

Dependiendo del informe de la hoja de seguimiento u hoja de inspección como se muestra en la figura 34 se deberán programar las acciones pertinentes para la corrección de la falla o la prevención de esta.

**Figura 34.**

*Formato para la realización de inspección*

HOJA DE INSPECCION									
fecha de inicio:		fecha de finalización:							
nombre del técnico:									
equipo:									
línea de producción									
No. De hoja:		No. De orden de visita:							
No. De hoja de visita									
No. descripción de la anomalía	descripción de actividades a realizar			observaciones					
	preventivas	correctivas	paro de equipo	actividades realizadas o a realizar	observaciones				
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

*Nota.* Formato de inspecciones sugerido para la máquina engomadora. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Deberá de programarse los paros del equipo a manera que coincidan con las fechas que se programan las inspecciones, al encontrar una anomalía se corrobore y se corrija de manera que se eviten paros no programados o daño al equipo por falta de mantenimiento.

#### **4.2. Limpiezas**

Las limpiezas se recomiendan programarlas antes y después del uso del equipo esto para asegurar que los excedentes de pegamento no sean depósitos de polvo o partículas contaminantes que puedan afectar no solo el correcto funcionamiento sino también afecten la calidad del pegamento y por consiguiente la calidad de las trampas, dichos excedente se pueden observar en las siguientes áreas que se ilustraran en la figura 35 a la figura 43. Como se muestren en las figuras hay áreas donde se acumulan más los residuos de excedentes de pegamento.

Para la ejecución de la limpieza se recomienda el uso de solventes industriales o vaselina de tipo mineral o vegetal para la disolución del pegamento y poder remover los restos de este en su totalidad ya que este, al ser pegamento de trampas para insecto este suele atrapar o alojar partículas, no solo de polvo si no de la materias primas usadas para la fabricación de fertilizantes y estas son altamente corrosivas y la armadura al no ser de una aleación de acero inoxidable como tampoco tienen pinturas anticorrosivas puede que el los restos de pegamento que aloje partículas de estas materias primas que pueden causar daños por oxidación y debilitar la estructura metálica de la máquina.

Las limpiezas deben realizarse al iniciar la producción porque se garantiza de no haber partículas extrañas que contaminen el pegamento nuevo que se usara para la producción de las trampas. Las limpiezas después de finalizar las

actividades de producción garantizan el cuidado del equipo ya que este al tener restos de pegamento puede que se contamine con partículas de materias primas, insectos u otro tipo de plagas, partículas de polvo o suciedad que pueden probar algún deterioro del equipo.

Para la limpieza deberán usar solventes de grado industrial o vaselinas de tipo vegetal o mineral para disolver los restos de pegamento, esto usando paños humedecidos con los líquidos mencionados y espátulas para la remoción de pegamento solidificado, para la limpieza de los restos que caigan en el suelo o al alrededores de la zona de la máquina deben ser retirados con espátulas de pastico y después se limpiara con paños humedecidos con solvente o vaselina como se muestra en la figura 35 puede ponerse un plástico alrededor de la máquina, esto no se recomienda por razones de seguridad ya que pueden resbalar los operarios.

### **Figura 35.**

*Sistema de remoción de excedentes*



*Nota.* sistema de remoción de excesos de pegamento. Elaboración propia.

**Figura 36.**

*Suciedad acumulada por residuos de pegamento*



*Nota.* Partículas de suciedad y cuerpos extraños que suelen dar adheridas a la estructura de la máquina debido a la mala ejecución de las limpiezas. Elaboración propia.

**Figura 37.**

*Pegamento seco en el suelo por mala remoción de excedentes*



*Nota.* Excedentes de pegamento que caen en el suelo. Elaboración propia.

**Figura 38.**

*Tanque de pegamento antes de su limpieza*



*Nota.* Tanque antes de su limpieza. Elaboración propia.

**Figura 39.**

*Sistema de remoción de excedentes*



*Nota.* Sistema de remoción de excesos de pegamento señalado los puntos de mayor acumulación. Elaboración propia.

**Figura 40.**

*Rodamiento del rodillo de impregnación*



*Nota.* Rodamiento del cilindro de impregnación, se observa el excedente de grasa lubricante ya contaminada. Elaboración propia.

**Figura 41.**

*Motor eléctrico, con pegamento por una mala remoción de excedentes*



*Nota.* Motor eléctrico del mecanismo de transmisión de potencia, donde se evidencia la mala remoción de excedentes. Elaboración propia.

**Figura 42.**

*Tanque y rodillo después de la limpieza con solventes*



*Nota.* Limpieza del sistema de impregnación, cilindro de impregnación y tanque limpios.  
Elaboración propia.

**Figura 43.**

*Eje de enrollado de trampas*



*Nota.* mostrando los puntos de acumulación de excedentes de pegamento. Sistema de enrollado de trampas, donde se dé nota que en los extremos se acumulan los excedentes de pegamento.  
Elaboración propia.

**Figura 44.**

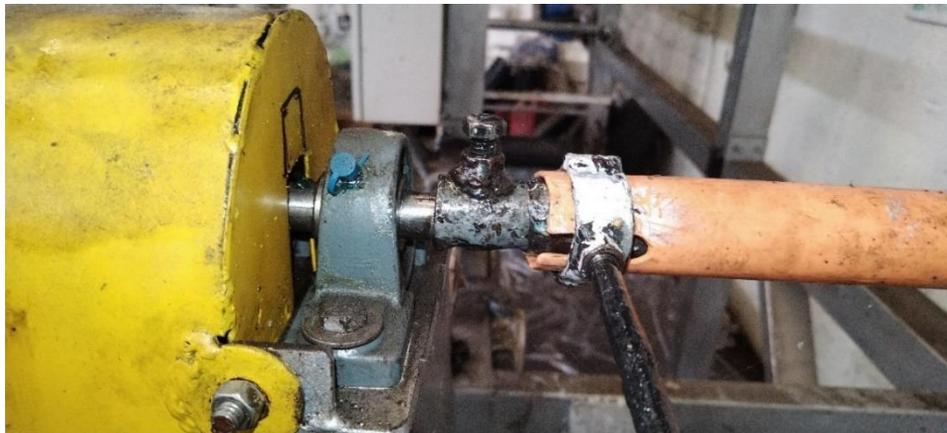
*Rodamiento de eje de enrollado*



*Nota.* Rodamiento del sistema de enrollamiento de trampas, se ve como este está siendo afectado por los excedentes de pegamento. Elaboración propia.

**Figura 45.**

*Rodamiento de acople del eje de enrollado al mecanismo de transmisión*



*Nota.* Rodamiento del sistema de enrollamiento de trampas, se ve como este está siendo afectado por los excedentes de pegamento. Elaboración propia.

### **4.3. Lubricación**

La lubricación es una parte importante del mantenimiento para asegurar el correcto funcionamiento de los rodamientos que se muestran en las figuras 37, 38, 41, 42 y 43 estos son los que permiten el libre movimiento de los ejes, la grasa que debe usarse para estos debe cumplir condiciones para bajas revoluciones, se recomienda el análisis de laboratorio para las grasas ya que esta se puede contaminar con pegamento como se muestra en las figuras mencionadas anteriormente y están expuestos a los excesos de pegamento que no son removidos por el sistema de remoción de excedentes, el pegamento al secarse se solidifica esto mermara en gran parte la movilidad de los rodamientos, se recomienda cambiar la grasa lubricante y limpiarlos rodamientos cada mes con la excepción de los que se ven en la figura 41 a la 43 ya que estos son los que se recomiendan que la grasa sea analizada en laboratorio mediante la tribología para determinar cada cuanto deberá ser cambiada la grasa por su contaminación de pegamento.

Con respecto a la lubricación de la cadena se recomienda usar aceite mono grado y que esta lubricación sea aplicada por medio brocha cada 8 días y su limpieza tanto del guardacadena como los dos rodamientos que estén acoplado mediante eje que se muestra en la figura 43 esos rodamientos deben ser tratados como el resto a cuanto su régimen de lubricación.

**Figura 46.**

*Croquis de chumacera tipo 1 para su lubricación*



*Nota.* Rodamiento del sistema de enrollamiento de trampas, se ve dónde debe colocarse la pistola con la grasa lubricante. Elaboración propia.

**Figura 47.**

*Croquis de lubricación para chumacera tipo 2*



*Nota.* Rodamiento del sistema de enrollamiento de trampas, se ve dónde debe colocarse la pistola con la grasa lubricante. Elaboración propia.

#### **4.4. Administración del mantenimiento**

La administración del mantenimiento es fundamental para que este se realice de manera eficiente, se tenga no solo control de los inventarios de repuestos o suministros consumibles para realizar las tareas, también el tener el control y registro de todas las tareas de mantenimiento que se lleven a cabo, para ello se lleva una bitácora de mantenimiento.

La bitácora de mantenimiento junto con las ordenes de mantenimiento son los medios para poder administrar las actividades de mantenimiento, el tener un correcto inventario y actualizado asegura que las reparaciones o correcciones de falla puedan realizarse a prontitud y no se extiendan los paras por faltas de repuestos o insumos. También es importante la seguridad a la hora de realizar las tareas de mantenimiento esto para reducir las probabilidades de accidentes.

De tener herramientas de manejo de control o administración de mantenimiento como pueden ser un software, permiten la digitación de las bitácoras, así como de informes y ordenes de mantenimiento. El uso de estos programas de computadora permite tener un registro más detallado, y así poder almacenar en una base de datos para futuras referencia y estudios.

##### **4.4.1. Bitácora de mantenimiento**

Una bitácora de mantenimiento se define el registro diario, semanal, mensual y anual, de las áreas de mantenimiento lleva el control o registro de las actividades de mantenimiento que se realizan a los equipos. registros necesarios en los mantenimientos preventivos los cuales deben será en formato digital y físico actualizados diariamente, para controla y supervisa el estado de los equipos para tomar decisiones en el momento oportuno. las bitácoras de

mantenimiento ayudan a mitigar los costos innecesarios, así como mejora la cotización de repuestos o maquinaria en el futuro. Se sugiere un formato de control para la bitácora como se muestra en la figura 48. El formato que se muestra solo es una sugerencia para el control para la bitácora de mantenimiento de la máquina este puede ser modificado a las necesidades del técnico como del personal a cargo del control y administración de las bitácoras este también puede ser trasladado a hojas de cálculo o digitalizadas mediante programas de gestión de mantenimiento como método de actualización o modernización de la misma administración del mantenimiento.

Es muy común que en grandes industrias el uso de programas o software para el control y gestión de la bitácora ya que estos permite adjuntar gran cantidad de información adicional que es de ayuda, así mismo adjuntar archivos que ayudan a detallar con mayor exactitud cada intervención que tenga el equipo en cuestión de mantenimiento, así como croquis, imágenes o fotografías que son evidencia ya sea de fallas, maniobras de mantenimiento o cualquier tipo de anomalía que se detecte durante las inspecciones o revisiones.

De existir la probabilidad que las actividades de mantenimiento sean destinadas a ser realizadas por terceros se recomienda que a la entidad o personas encargadas de esto se le exija un informe de mantenimiento que deberá ser adjuntado con número de expediente o de correlativo para evidencia de las maniobras que hayan realizado.

**Figura 48.**

*Bitácora sugerida para el control de las actividades de mantenimiento*

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO			
equipo:	No. De inventario:	fecha bitácora	
línea de producción:	código o No. línea:	intervención correctiva	
nombre del técnico:	ID empleado:	mantenimiento preventivo	
nombre del supervisor:	ID empleado:	mantenimiento preventivo	
fecha de realización de actividad de mantenimiento:	fecha de finalización	observaciones	
intervención preventiva	intervención correctiva	observaciones	
mantenimiento preventivo	mantenimiento preventivo	observaciones	
tipo de acciones	tipo de acciones	observaciones	
cambio de lubricante	reparaciones	observaciones	
limpiezas	cambios de piezas	observaciones	
revisión	otras	observaciones	
inspección		observaciones	
observaciones		observaciones	observaciones
firma técnico	firma supervisor	firma jefe de mantenimiento	bitácora numero

*Nota.* Formato para la bitácora de mantenimiento sugerido para la máquina engomadora.  
Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **4.4.2. Orden de mantenimiento**

La orden mantenimiento es el documento que respalda que se realicen las actividades de mantenimiento y estas deberán ser adjuntadas a la misma ficha de bitácora como evidencia de que se han ordenado tanto acciones correctivas como acciones preventivas, a esto deberá sumarse un resumen o informes de mantenimiento y estos adjuntarse a la brevedad de lo posible a la bitácora para su registro.

Las ordenes de mantenimiento también pueden ser emitidas y gestionadas mediante el uso de programas o software, el técnico con ayuda de estas herramientas tecnológicas puede consultar desde su estación de trabajo si el equipo necesita algún tipo de intervención, como se muestra en la figura 49 es un formato sugerido que puede usar los supervisores o coordinadores de las actividades de mantenimiento. De hacer falta alguna información que el personal crea conveniente para la ficha de orden de mantenimiento puede hacer las modificaciones necesarias ya que esta solo es una sugerencia para poder tener el control de las actividades, preventivas o correctivas programadas o no programadas que tengan que realizarse al equipo.

Como se observa en la figura 49 si la coordinadora de mantenimiento o jefatura de mantenimiento crea necesario tercerizar los servicios de ciertas actividades la orden de mantenimiento propuesta tiene apartados específicos para que se especifique, así mismo como fechas y nombres de los responsables a cargo de la ejecución como de la supervisión de las mismas actividades.

**Figura 49.**

*Formato sugerido para ordenes de mantenimiento*

Orden de Mantenimiento												
Datos de Equipo					datos de personal a cargo							
No. De inventario:	fecha de emisión:	fecha de inicio:	fecha de finalización:	trabajo interno	trabajos externos o tercerizados	personal a cargo de la ejecución:	supervisor a cargo:	equipos o instrumento	necesidad de paro (programado o no)	para programado o no programado	si	NO
Equipo:	línea de producción:	medidas especiales a considerar:	equipo de seguridad especial	datos de personal a cargo								
Orden de Mantenimiento Preventivo					Orden de Mantenimiento Correctivo							
descripción de actividades a realizar:					descripción de actividades a realizar:							
ordena realizar:					operario a cargo de realizar			jefe de mantenimiento		orden de mantenimiento número		

*Nota.* Formato para la bitácora de mantenimiento sugerido para la máquina engomadora. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **4.4.3. Inventario**

El inventario será parte fundamental de la administración del mantenimiento del equipo, deberá contar con la mínima existencia no solo de insumos sino también de la herramienta necesaria para realizar las actividades de mantenimiento al igual que el manejo de los materiales consumibles como son los lubricantes, solventes, limpiadores, trapos u otros insumos que ayuden a la realización de las actividades preventivas o correctivas del mantenimiento de la máquina.

La siguiente lista muestra los insumos, herramientas y equipo de seguridad mínimo que deben contar en su área de mantenimiento para la ejecución de las tareas de mantenimiento:

- Insumos de limpieza
  - Vaselina
  - Solventes
  - Trapos
  - Desengrasante
  - Jabón para manos líquido
  - Limpiadores industriales
- Herramientas y equipo de seguridad
  - Juego de llaves mixtas de número 9 al número 14 o su equivalente en sistema inglés
  - Juego de copas hexagonales de número 9 al número 14 o sus equivalentes en sistema inglés
  - Guantes
  - Mascarías para filtrar gases
  - Lente de protección

- Calzado industrial punta revestida de acero o polímero con suela antideslizante
- Equipo de radiografía y de ultrasonido (no indispensables)
- Engrasadora o pistola engrasadora
- Juego de llaves hexagonales
- Repuestos y lubricantes
  - Aceite mono grado para bajas revoluciones
  - Grasas lubricantes para bajas revoluciones y temperaturas
  - Chumaceras como las que se muestra en las figuras 50 y 51
  - Cadenas como la de la figura 52

**Figura 50.**

*Chumacera estándar para repuestos tipo 1*



*Nota.* Rodamiento del sistema de enrollamiento de trampas. Elaboración propia.

**Figura 51.**

*Chumacera estándar para repuestos tipo 2*



*Nota.* Rodamiento del sistema de enrollamiento de trampas. Elaboración propia.

**Figura 52.**

*Muestra de la cadena que deberá usarse*



*Nota.* Cadena y porta cadena de la máquina que debe usarse. Elaboración propia.

### **Figura 53.**

*Pistola engrasadora manual*



*Nota. Pistola engrasadora. Obtenido de repuestos Acquaroni (2019). Bomba engrasadora manual. (<https://repuestosacquaroni.com/wp-content/uploads/2020/08/144909.jpg>), consultado el 15 de noviembre de 2022. De dominio público.*

Para la chumacera tipo 1 debe haber una existencia mínima de 6 piezas y para los rodamientos se debe contar con al menos 10 unidades ya que estos son los que sostienen a los rodillos y son los que tiene alta probabilidad de ser contaminados con el pegamento.

#### **4.4.4. Jerarquía de importancia de elementos mecánicos**

Al establecer una jerarquía de importancia en los elementos mecánicos se puede definir cuales tendrán mayor prioridad sobre otros ya que estos tienen funciones de prioridad para el buen funcionamiento de la máquina.

La jerarquía de importancia que maneja el equipo radica en priorizar en primer lugar los rodamientos, segundo la cadena, tercero los ejes, cuarto las ruedas dentadas. En un caso especial el motor eléctrico tiene la misma prioridad de los rodamientos, a pesar de que este no es un elemento mecánico en sí, pero constituye parte importante para que el equipo pueda operar. Así que constituye parte importante en el mantenimiento.

Así que durante las inspecciones y revisiones deberán de revisarse de primero los rodamientos, junto con el motor eléctrico. Segundo los ejes, tercero la cadena junto con sus engranajes o ruedas dentadas.

Para la lubricación, primero se tendrá que revisar el estado de la lubricación de los rodamientos y seguidamente la lubricación de la cadena. Para la programación de la lubricación se debe calendarizar primero los rodamientos que sostienen el eje y que son considerados componentes críticos ya que estos serán los que se verán más afectados por el excedente de pegamento

Las limpiezas deberán realizarse en este orden; primero los rodamientos, después se deben limpiar los ejes, tercero la cadena, cuarto el suelo o plancha de concreto y los alrededores donde está montada la máquina y por último el estante donde se almacenan los rodillos de trampas de impregnado como se muestra en la figura 54.

## **Figura 54.**

*Estante de rodillos impregnados*



*Nota.* Cadena y porta cadena de la máquina que debe usarse. Elaboración propia.

### **4.4.5. Seguridad en el mantenimiento**

Para garantizar la salud y bienestar de operarios o técnicos en mantenimiento, el personal debe portar siempre su equipo de seguridad el cual deberá ser en toda ocasión:

- Lentes de protección
- Casco
- Guantes, guates resistentes al calor en caso de tener que desmontar el tanque de pegamento
- Calzado industrial con punta revestida de acero o polímero
- Mascarías para filtrar gases
- Overol de manga larga

La lista mencionada anteriormente es el equipo de protección personal mínimo necesario para la realización de las actividades de mantenimiento, y puede variar de acuerdo con normativas internas de la planta donde se encuentre en operación la máquina, como también el cumplimiento de normas de seguridad que certifiquen a la planta como tal en buenas prácticas de higiene y seguridad ocupacional.

**Figura 55.**

*Imagen ilustrativa del EPP que deben utilizar los técnicos de mantenimiento*



*Nota.* Imagen de todo el equipo de seguridad que deben utilizar los operarios de mantenimiento. Obtenido de istock photo (2019). *Trabajador con sus iconos seguridad y equipo de protección personales. Ilustración de vector. – Ilustración de stock.* (<https://media.istockphoto.com/id/889209548/es/vector/trabajador-con-sus-iconos-seguridad-y-equipo-de-protecci%C3%B3n-personales-ilustraci%C3%B3n-de-vector.jpg?s=612x612&w=is&k=20&c=Wc9QwEGx0YyxULa9VsjRtOpacYdTb1p2rwBvtWjxYLM=>), consultado el 15 de noviembre de 2022. De dominio público.

## CONCLUSIONES

1. Observando las tareas de mantenimiento actuales de la empresa, estas evidencian una gran falta de organización por parte de su área de mantenimiento, falta de planificación de las pocas tareas preventivas que poseen ya que, al no contar con un plan de mantenimiento general para su planta, suele hacer mezclas de actividades preventivas con correctivas, esto provoca que en ocasiones tengas paros imprevistos afectando la producción y las entregas. Al observar algunas condiciones en las que operan algunos equipos de la planta ya evidencian un grado de corrosión debido al uso de las materias primas utilizadas, al igual que los elementos que requieren lubricación no tienen un programa establecido.
2. El mantenimiento preventivo es uno de los dos tipos de mantenimiento, este consiste en actividades para disminuir la probabilidad de ocurrencia de fallas, es decir que todas las acciones realizadas durante el mantenimiento van orientadas a la prevención de esta, de manera que el mantenimiento preventivo se centra en cuatro actividades siendo las revisiones o visitas, inspecciones, lubricación y limpiezas.
3. Para la planificación de las tareas o actividades de mantenimiento preventivo se tienen tres formas para programar siendo las recomendaciones de fabricante, analizando la potencial falla y por protocolos según el tipo de equipo, para algunos casos lo más recomendable es planificar y organizar las actividades de mantenimiento con base en las recomendaciones de fabricantes en algunas ocasiones

esto no suele ser viable económicamente, por eso se pueden usar en ocasiones los tres tipos de planificación.

4. El manual de referencia de mantenimiento preventivo está orientado a la prevención de la ocurrencia de fallas potenciales y a la detección de anomalías que puedan causar una falla, esto mediante la sugerencia de la planificación y administración de las actividades de revisiones, inspecciones, lubricación y limpiezas. Tomando en cuenta el control y mediante el uso de las ordenes de trabajo y la implementación de una bitácora para el registro de todas las intervenciones que ha tenido que se le han realizado. Tomando en cuenta que en todo momento que se realicen las actividades de mantenimiento se recomienda el uso del EPP.

## RECOMENDACIONES

1. Observar la operación de la máquina engomadora de trampas se pudo identificar que hay gran problema con el manejo de los excedentes, deberá de mejorar el sistema de remoción de excedente ilustrado en figura 33. Este deberá ser modificado para tener un mejor sistema de recolección de excedentes para asegurar que no lleguen estos a contaminar los rodamientos y que también caigan en el motor.
2. Economizar en el costo de mantenimiento de la máquina modificando el sistema de transmisión de potencia sustituyendo la cadena y engranajes, por un sistema de transmisión por fajas o correas trapezoidales con poleas de diámetros diferentes para así tener una velocidad menor y dar aún más tiempo para la remoción de los excedentes y no provocar aún más tensión en el plástico de las trampas.
3. Utilizar para la elevación del tanque y para impregnar de pegamento puede modificarse para que el tanque suba nivelado o bien disponer de un mecanismo que haga bajar y subir de forma nivelada para garantizar una buena impregnación, el rodillo de impregnación debe ser modificado su mecanismo ya sea con un sistema de elevación graduado mediante una cremallera.

4. Hacer una mejora del sistema de remoción de excedentes, diseñando una caja o blindaje que proteja al motor del goteo de pegamento que se acumula en los rodamientos, o bien modificar el mecanismo de manera que se cambie la disposición del motor eléctrico, junto con esto hacer las modificaciones respectivas para que estas funciones con un sistema de transmisión de potencia por correas trapezoidales para minimizar el ruido y costos de mantenimientos.
5. Rediseñar del sistema de remoción de excedente que se ilustra en las figuras 19 y 20, deberá constar no solo con las paletas que remueven el exceso del pegamento sino también con más fases.
6. Cesar operaciones la máquina y tras haberse realizado las actividades de limpieza es recomendable que esta sea cubierta con una funda para evitar que se vea afectada por las partículas que se encuentren en suspensión u otros contaminantes que puedan afectar la calidad del pegamento y la calidad de las trampas.

## REFERENCIAS

Baumeister, Theodore, Avallone, Eugene A., Baumeister III, Theodore. (1982). *Manual del Ingeniero Mecánico*. MCGRAW-HILL Interamericana.

Budynas, Richard G. Nisbett, J. Keith. (1982). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. MCGRAW-HILL Interamericana.

Monroy, F.(2008). *Principios básicos de mantenimiento*. [documento mediado para el curso de montaje y mantenimiento de equipo, Escuela de ingeniería mecánica. Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala].

Reglamento para la gestión integral de los bifenilos policlorados (PBC) y equipos que lo contiene. Acuerdo gubernativo 194-2018 (14 de noviembre de 2018). El presidente de la república. Diario de Centroamérica. Guatemala. <https://www.cnee.gob.gt/xhtml/Calidad/Docs/AcuerdoGubernativo194-2018-prn.pdf>

Reglamento para la gestión integral de los desechos sólidos comunes. Acuerdo gubernativo número 164-2021. (9 de agosto de 2021). Ministerio de ambiente y recursos naturales Guatemala, C.A. Diario de Centroamérica. Libro 13 folio 57 casilla 6 Guatemala. <https://zolicguate.com/wp-content/uploads/2022/01/MINISTERIO-DE-AMBIENTE-Acuerdo-Gubernativo-164-2021.pdf>

Spotts, M.F (1999). *Elementos de máquinas*. Prentice Hall.

Tavares, L. (2000). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Novo polo publicações.

# APÉNDICES

## Apéndice 1.

Formato para el control para la realización de las visitas

HOJA DE REVISIONES									
fecha de inicio:		fecha de finalización:							
nombre del técnico:									
equipo:									
línea de producción:									
No. De hoja:		No. De orden de visita:							
descripción de anomalía detectada		naturaleza de la anomalía							
		ruido	goteos	vibraciones	fisuras o grietas	suciedad u oxidación	otras	observaciones	
No.	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
	9								
	10								

*Nota.* Formato de registro y control de las actividades de visitas. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

## Apéndice 2.

Hoja o formato para el control para la realización de las inspecciones

HOJA DE INSPECCION						
fecha de inicio:		fecha de finalización:				
nombre del técnico:						
equipo:						
línea de producción						
No. De hoja:		No. De orden de visita:				
No. De hoja de visita						
No. descripción de la anomalía	descripción de actividades a realizar				observaciones	
	preventivas	correctivas	paro de equipo	actividades realizadas o a realizar		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Nota. Formato de registro y control de las actividades de visitas. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### Apéndice 3.

#### Ficha de control de bitácoras de mantenimiento para la máquina engomadora

Bitácora de Mantenimiento			
equipo:	No. De inventario:		
línea de producción:	código o No. línea:		
nombre del técnico:	ID empleado:		
nombre del supervisor:	ID empleado:		
fecha de realización de actividad de mantenimiento:	fecha de finalización	fecha bitácora	
intervención preventiva	intervención correctiva		
mantenimiento preventivo		mantenimiento correctivo	
tipo de acciones	tipo de acciones		
cambio de lubricante	reparaciones		
limpiezas	cambios de piezas		
revisión	otras		
inspección			
observaciones	observaciones		
firma técnico	firma supervisor	firma jefe de mantenimiento	bitácora número

*Nota.* Formato de registro y control de la bitácora de mantenimiento. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

## Apéndice 4.

### Formato para la ficha de orden de mantenimiento de la máquina engomadora

Orden de Mantenimiento										
Datos de Equipo					fecha de emisión:					
No. De inventario:					fecha de inicio:					
Equipo:					fecha de finalización:					
línea de producción:					trabajo interno	trabajos externos o tercerizados				S
medidas especiales a considerar:	equipo de seguridad especial	equipos o instrumento	necesidad de paro (programado o no)			paro programado o no programado				NO
datos de personal a cargo										
personal a cargo de la ejecución:										
supervisor a cargo:										
Orden de Mantenimiento Preventivo					Orden de Mantenimiento Correctivo					
descripción de actividades a realizar:					descripción de actividades a realizar:					
ordena realizar:					jefe de mantenimiento					orden de mantenimiento número
operario a cargo de realizar										

Nota. Formato de registro y control de las ordenes de mantenimiento. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

## **Apéndice 5.**

### *Actividades de limpieza*



*Nota.* Actividades de limpieza en la empresa AIG. Elaboración propia.

## Apéndice 6.

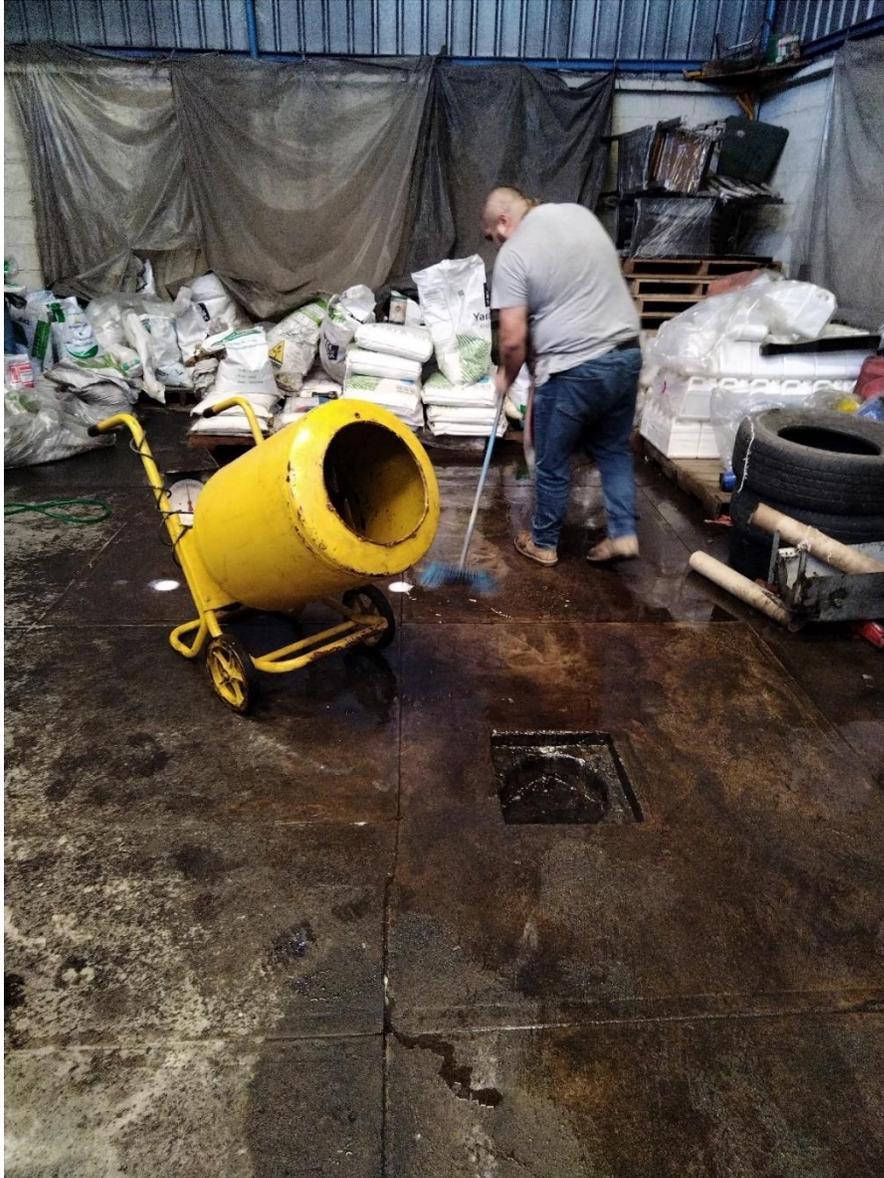
### *Actividades de limpieza*



*Nota.* Actividades de limpieza en la empresa AIG. Elaboración propia.

## Apéndice 7.

### *Actividades de limpieza*



*Nota.* Actividades de limpieza en la empresa AIG. Elaboración propia.

## Apéndice 8.

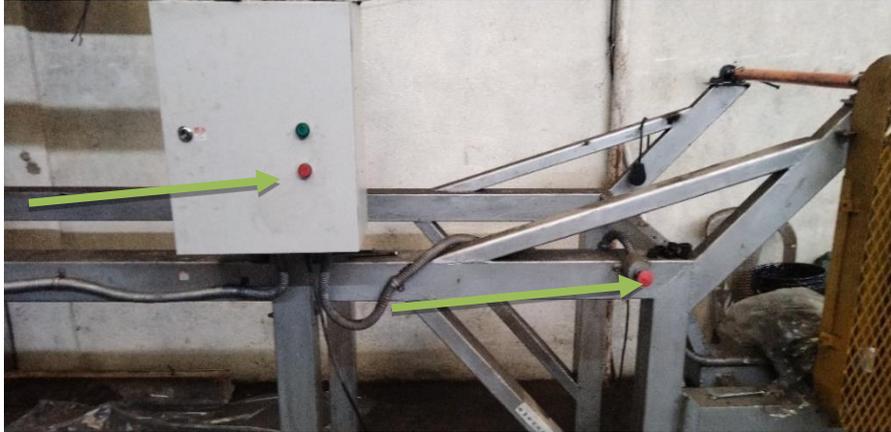
### Área de bodega para insumos de limpieza



*Nota.* Área de bodega designada para productos de limpieza comunes en la empresa AIG.  
Elaboración propia.

## Apéndice 9.

### *Sistema de mando de la máquina engomadora*



*Nota.* Sistema de encendido y apagado de la máquina engomadora. Elaboración propia.

## Apéndice 10.

### *Sistema electrónico y eléctrico la máquina engomadora.*



*Nota.* Sistema eléctrico y controlador PLC de la máquina engomadora. Elaboración propia.

## **Apéndice 11.**

*Sistema de control de temperatura del tanque de la máquina engomadora*



*Nota.* Sistema de calentadores para el tanque de pegamento de la máquina engomadora.  
Elaboración propia.

## **Apéndice 12.**

### *Mecanismo de transmisión de potencia*



*Nota.* Mecanismo de transmisión de potencia y motor eléctrico de la máquina engomadora.  
Elaboración propia.



## ANEXOS

### Anexo 1.

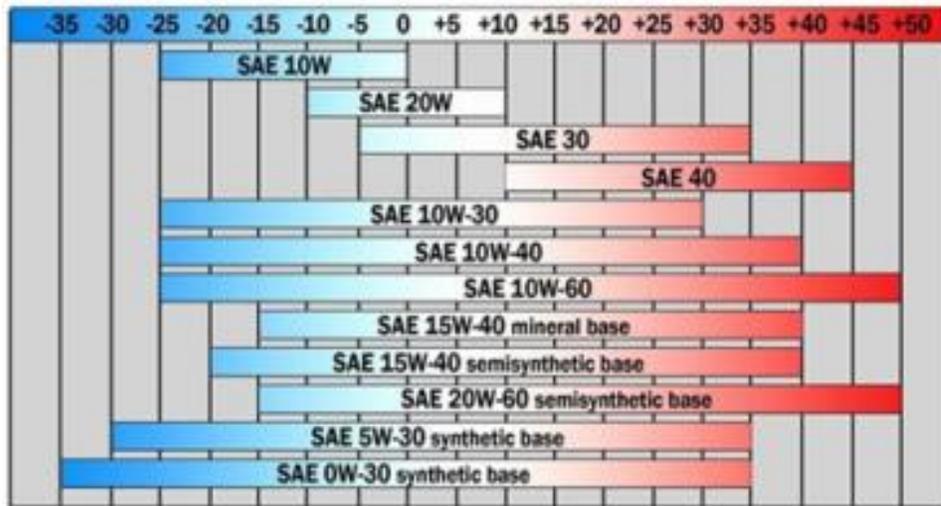
*Tabla de viscosidad en centistokes centipoisee de lubricantes mono grados*

Viscosidad SAE N°	Centistokes				Centipoises			
	0°F		210°F		0°F		210°F	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
5w	-	1200	-	-	-	1300	-	-
10W	1200	2400	-	-	1300	2600	-	-
20	-	-	4.7	7.9	-	-	5.7	9.6
30	-	-	7.9	10.6	-	-	9.6	12.9
40	-	-	10.6	13.9	-	-	12.9	16.8
50	-	-	13.9	18.7	-	-	16.8	22.7

Nota. Tabla de lubricantes en nomenclatura SAE divididos por viscosidad y temperatura. Obtenido de reliability web (2019). *Los Lubricantes Parte 1*. ([https://reliabilityweb.com/media-library/eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJpbWFnZSI6Imh0dHBzOi8vYXNzZXRzLnJibC5tcy8yODAyMDY3NC9vcmlnaW4uanBnliwiZXhwaXJlc19hdCI6MTY5NDE2MzI4OX0.FTZRE\\_YhWxzMCRcSz5FDK8HFy8z8DqiLN6atJHTVDMI/image.jpg?width=444&quality=80](https://reliabilityweb.com/media-library/eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJpbWFnZSI6Imh0dHBzOi8vYXNzZXRzLnJibC5tcy8yODAyMDY3NC9vcmlnaW4uanBnliwiZXhwaXJlc19hdCI6MTY5NDE2MzI4OX0.FTZRE_YhWxzMCRcSz5FDK8HFy8z8DqiLN6atJHTVDMI/image.jpg?width=444&quality=80)), consultado el 15 agosto de 2022. De dominio público.

## Anexo 2.

Tabla de temperaturas de lubricantes en grados mono grado SAE



Nota. Tabla de lubricantes en nomenclatura SAE divididos por temperatura. Obtenido de Vince Chavarria (2020). *Existen diferencias entre los aceites lubricantes para los vehículos de trabajo industriales (Pesados) y vehículos utilitarios (Livianos)?*. (<https://esp.cbmconnect.com/wp-content/uploads/aceites.png>), consultado el 15 agosto de 2022. De dominio público.