



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

## **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE TUBERÍA PVC**

**Isaac Manfredo García López**

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, marzo de 2009

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA LÍNEA  
DE FABRICACIÓN DE TUBERÍA PVC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ISAAC MANFREDO GARCÍA LÓPEZ**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, MARZO DE 2009

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Jorge Mario Morales González
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADOR	Ing. José Ismael Véliz Padilla
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Arrivillaga Ramazzini
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE TUBERÍA PVC,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 15 de febrero de 2007.



Isaac Manfredo García López

Guatemala, 18 de febrero de 2009

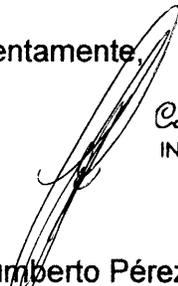
Ing. Julio Cesar Campos Paiz  
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica.  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Señor Director:

Respetuosamente me dirijo a usted, con el propósito de informarle que, luego de haber revisado el trabajo de Graduación titulado **“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA LINEA DE FABRICACION DE TUBERIA PVC”** el cual fue presentado por el estudiante **Isaac Manfredo García López** y, después de haberle realizado las correcciones pertinentes, considero que cumple con los objetivos que le dieron origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que, en mi opinión, dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser sometido a discusión en su examen General Publico y recomiendo su aprobación para el efecto.

Atentamente,



*Carlos Humberto Pérez Rodríguez*  
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL  
Colegiado 3071

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Colegiado No 3071  
ASESOR



FACULTAD DE INGENIERIA

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 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA LINEA DE FABRICACIÓN DE TUBERÍA PVC, del estudiante **Isaac Manfredo García López**, recomienda su aprobación.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Coordinador de Área

Guatemala, febrero de 2009 .

/behdei



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria, al Trabajo de Graduación titulado PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE TUBERÍA PVC, del estudiante Isaac Manfredo García López, procede a la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. Julio César Campos Paiz  
**DIRECTOR**



Guatemala, marzo de 2009

JCCP/behdei



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: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA LÍNEA DE FABRICACIÓN DE TUBERÍA PVC**, presentado por el estudiante universitario **Isaac Manfredo García López**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, marzo de 2009

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Padre Celestial, Dios eterno, Poderoso y Bondadoso, gracias por tu misericordia y por permitirme romper la brecha y llegar hasta este momento de bendición para mí y mi familia
<b>Mis padres</b>	Conrado García y María Victoria de García, por apoyarme en todo momento en mi carrera, no importando el esfuerzo que hubiera que hacer
<b>Mi esposa</b>	Leslie Magaly de García, mujer y ayuda idónea que Dios me obsequió como un regalo hermoso, gracias por tu paciencia y apoyo en todos estos años.
<b>Mis hijos</b>	Samuel, Sara y David, por ser la inspiración y motivación para luchar y seguir siempre adelante.
<b>Mis hermanos</b>	Juan y Alex, gracias por su apoyo, que Nuestro Padre eterno bendiga cada día de su vida.
<b>Mis amigos</b>	Mervyn, Josué, y a todos aquellos que me apoyaron y animaron a seguir adelante, muchas gracias y que Dios haga resplandecer su rostro sobre cada uno de ustedes.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>IX</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>
<b>1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TUBERÍA PVC</b>	
1.1 Descripción general	1
1.1.2 Preparación de materia prima	1
1.1.3 Método de fabricación de tubos	2
1.1.4 Principales actividades	4
1.1.5 Diagrama de recorrido	6
<b>2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA CORRECTIVO ACTUAL</b>	
2.1 Procedimiento de mantenimientos	9
2.1.1 Rutinas de inspección	9
2.1.2 Reportes generados	10
2.1.3 Frecuencia de mantenimiento	12
2.2 Análisis de tiempos muertos por fallas en la línea de producción	13
2.2.1 Tiempos muertos por producción	13

2.2.2	Tiempos muertos por fallas en algún componente de la línea de producción	13
2.2.3	Frecuencia de fallas	15
<b>3.</b>	<b>NECESIDAD DE MEJORAR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>	
3.1	Nivel de mantenimiento preventivo.	17
3.2	Nivel de mantenimiento de avería.	18
<b>4.</b>	<b>DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	
4.1	Realización de inspecciones	21
4.1.1	Visitas	22
4.1.2	Inspecciones	22
4.1.3	Orden de trabajo	22
4.2	Desarrollo de rutinas de mantenimiento	25
4.2.1	Rutinas de mantenimiento operativo	25
4.2.2	Rutina de Inspección	25
4.2.3	Rutina de visitas	26
4.3	Métodos de control y supervisión	26
4.3.1	Ficha de maquinaria	27
4.3.2	Historial de fallas	29
4.3.3	Control de paros	31
4.3.4	Fichas de chequeo para inspección	33
4.3.5	Orden de trabajo	33
4.4	Programa de Mantenimiento	34
4.4.1	Extrusora.	34
4.4.2	Baño	51
4.4.3	Cortadora.	61

4.4.4	Campaneadora	69
-------	--------------	----

## **5. ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE UN ALMACEN DE REPUESTOS**

5.1	Sistemas de almacenaje.	80
5.1.1	Sistemas centralizados.	80
5.1.2	Sistemas descentralizados.	81
5.2	Toma de decisiones de qué materiales se deben mantener en inventario	82
5.3	Sistema de control	83
5.3.1	Catálogo de existencias	83
5.3.2	La tarjeta	85
5.3.3	Control de salida de materiales y repuestos del almacén	88
5.3.4	Reaprovisionamiento de materiales y repuestos	90

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>91</b>
--------------------------	-----------

<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>93</b>
-----------------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>95</b>
--------------------------	-----------



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Línea completa de extrusión	3
2	Diagrama de flujo del proceso de fabricación de tubería PVC	5
3	Diagrama de recorrido de fabricación de tubería PVC	7
4	Reporte de tiempos muertos.	10
5	Diagrama de rutina de mantenimiento	11
6	Orden de trabajo	24
7	Ficha de maquinaria	28
8	Historial de fallas	30
9	Control de paros	32
10	Programa de mantenimiento a barril y tornillos	35
11	Programa de análisis de aceite a caja reductora	36
12	Programa de mantenimiento de la caja reductora	37
13	Programa de análisis de aceite de caja inductora	38
14	Programa de mantenimiento completo caja inductora	39
15	Programa de servicio completo del motor de la extrusora	40
16	Programa de limpieza y revisión de la bomba	41
17	Programa de servicio completo del motor de la bomba	42

18	Programa de limpieza de intercambiadores de calor	43
19	Programa de limpieza de visor de flujo	44
20	Programa de limpieza de válvulas selenoides	45
21	Programa de servicio de la bomba y cambio de aceite	46
22	Programa de mantenimiento de la bomba	47
23	Programa de limpieza y reapriete de terminales	48
24	Programa de verificación del sistema de protección	49
25	Programa completo caja reductora del dosificador	50
26	Programa de servicio de protección y mandos	51
27	Programa de servicio completo de bomba de agua	52
28	Programa de servicio de sistema de filtros	53
29	Programa de mantenimiento de caja reductora	54
30	Programa de limpieza y revisión de bomba de vacío	55
31	Programa de servicio completo del motor de la bomba de vacío	56
32	Programa de servicio completo de bomba de vacío	57
33	Programa de revisión de filtros de resina y agua	58
34	Programa de revisión del sistema de aspersión	59
35	Programa de mantenimiento de sellos y estructura de baño	60
36	Programa de verificación del sistema de protección	61
37	Programa de verificación del sistema neumático	62
38	Programa de cambio de sellos y retenedores	63
39	Programa de cambio de empaques de válvulas	64
40	Programa de verificación y limpieza del sistema de traslación	65

41	Programa de servicio completo de motor	66
42	Programa de revisión del sistema de transmisión	67
43	Programa de cambio de fajas de transmisión	68
44	Programa de limpieza y reapriete de terminales	69
45	Programa de verificación de sistemas de protección	70
46	Programa de revisión de sistema neumático	71
47	Programa de verificación de sellos y retenedores	72
48	Programa de cambio de empaques de válvula	73
49	Programa de servicio completo de motor	74
50	Programa de revisión del sistema de bandas de volteo	75
51	Programa de revisión del sistema de campaneos	76
52	Vale de salida de materiales	89

## **TABLAS**

I	Tiempos muertos(situación actual)	14
II	Materiales y repuestos que se deben incluir en un catálogo	86



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo

Significado



Operación



Inspección



Almacenamiento



Transporte



## GLOSARIO

Código	Conjunto de normas legales sistemáticas que regulan unitariamente una materia determinada.
Equipo	Conjunto de componentes interconectados, con los que se realiza materialmente una actividad de instalación.
Extrusión	Proceso mediante el cual se obliga a una sustancia, especialmente un metal o un termoplástico, a pasar por un troquel, creando así distintas formas de sección uniforme utilizadas en la industria, la construcción y la fabricación de distintos tipos de utensilios y aparatos. La extrusión en caliente es más habitual que la extrusión en frío.
Inspección	Servicios de mantenimiento preventivo, caracterizado por la frecuencia (baja periodicidad) y corta duración, normalmente efectuada utilizando instrumentos simples de medición (termómetros, tacómetros, voltímetros) o los sentidos humanos y sin provocar indisponibilidad.
Mantenimiento	Acciones necesarias para que un artículo sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada.

Mantenimiento preventivo

Es el que con base en fechas calendarizadas se programa un activo para su mantenimiento. las fechas se determinan de tal manera que, según las condiciones de operación, permitan que el equipo no alcance el deterioro tal que falle; y de esta manera prevenir antes que presente la falla.

Resina

Sustancia sólida o de consistencia pastosa, insoluble en el agua, soluble en el alcohol y en los aceites esenciales, y capaz de arder en contacto con el aire, obtenida naturalmente como producto que fluye de varias plantas.

## RESUMEN

El mantenimiento es necesario en cualquier tipo de maquinaria, sin importar qué tipo sea el que se realice , lo importante es que se haga. Los ingenieros tendrán que buscar qué tipo de mantenimiento es el adecuado, de acuerdo con las necesidades de la empresa y de la maquinaria, ya que no sólo se trata de hacer que todo funcione, sino que lo haga al menor costo posible.

El plan propuesto ha definido que el personal deberá estar involucrado en el proceso, y cuales serán sus funciones durante la implementación de este; tomando en cuenta la capacitación, procedimientos para realizar las órdenes de trabajo, de tal forma que el mantenimiento aplicado se dé de una manera eficaz, asimismo mantener de una forma más ordenada las solicitudes de materiales.

Además de darle seguimiento a la implementación del mantenimiento con los registros de datos y fichas históricas, se debe tomar en cuenta las acciones correctivas y preventivas para poder obtener una mejora del proceso. El retroalimentar juega una parte importante en esta etapa, ya que nos ayudará a ir cada vez mejorando la aplicación del mantenimiento hasta poder obtener un mantenimiento, talvez no perfecto, pero de óptima aplicación.



# OBJETIVOS

## General

Diseñar por medio de la evaluación diagnóstica de la maquinaria, un programa de Mantenimiento Preventivo para una línea de producción de tubería PVC, de acuerdo con las exigencias de la línea de producción.

## Específicos

1. Evaluar por medio de un estudio técnico, el método actual del sistema de mantenimiento y su incidencia en los paros no programados de producción.
2. Evaluar por medio de un estudio de fallas, el estado actual de la línea de producción y cuáles son las causas de fallas,
3. Determinar a través de un estudio técnico, el funcionamiento actual del departamento de mantenimiento de una empresa de fabricación de tubería PVC.
4. Encontrar los puntos críticos para el mantenimiento, dentro de la línea de producción de tubería PVC los cuales hagan más difíciles las labores, ya sea por su localización o por su trabajo dentro de la línea de producción.
5. Plantear un sistema de mantenimiento preventivo funcional para una línea de producción de tubería PVC de tal forma que pueda eliminar en un alto porcentaje los paros no programados.

6. Dar las recomendaciones necesarias que nos lleven a hacer más productiva la línea de producción.

## INTRODUCCIÓN

La producción dentro de una empresa, es un factor muy importante, evaluando que de éstas dependen muchos factores y sobre todo el que ésta funcione y se mantenga siempre dentro de su sostenimiento. También sabemos que un factor importante para que haya una buena producción es el equipo o maquinaria, no importando el proceso o el producto a elaborar, para que todo esto funcione a cabalidad debemos tener muy en cuenta que el equipo depende para su buen funcionamiento el poder proporcionar un buen mantenimiento que es una de las operaciones a efectuar dentro de un equipo, para que éste se mantenga dentro de condiciones óptimas.

Para proponer un plan de mantenimiento preventivo para una línea de producción de tubería PVC, se debió evaluar otros procesos aunque no directamente tengan que ver con la línea de producción, pero juegan un papel importante porque éstas también son parte complementaria como lo son el estado de la materia prima, el departamento de mantenimiento, la existencia de repuestos, la forma directa en que afecta a la producción un mal mantenimiento preventivo.

Dentro del mantenimiento podemos mencionar el mantenimiento preventivo, que es el encargado de proporcionarnos cuál es el estado de una máquina o equipo o sus elementos para que de esta forma evitar que dicho elemento llegue a su vida útil, evitando de esta forma que el proceso o la máquina pare y poder afectar la producción.

En la industria de tubería PVC el mantenimiento preventivo es factor determinante en la producción, es por esto que una propuesta de mantenimiento preventivo para máquinas o equipo utilizado en la fabricación de tubería PVC, se puede aplicar para cualquier empresa dedicada a este proceso de elaboración. Logrando así una aportación para un mantenimiento preventivo especificado para programar un menor número de paros y una mayor efectividad de mantenimiento, otorgando de esta forma ventajas para que la producción no sea afectada o sea lo menos posible al momento de aplicar el mantenimiento preventivo.

# **1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TUBERÍA PVC**

## **1.1 Descripción general**

### **1.1.2 Preparación de materia prima**

La resina de P.V.C por sí sola no brinda las características requeridas para la fabricación de productos de P.V.C, ya que ésta sufre descomposición térmica y libera cloruro de hidrógeno al ser calentada durante los procesos productivos.

Es por esta razón que se le debe agregar una serie de aditivos, no sólo para modificar su comportamiento a altas temperaturas, sino también para mejorar algunas de las propiedades físico-químicas del producto final. Por lo tanto, la primera etapa en la fabricación de productos de P.V.C, consiste en mezclar la resina con los aditivos, entre los cuales se destacan los siguientes: estabilizadores térmicos, modificadores de flujo y de impacto, lubricantes externos e internos, plastificantes, protectores de rayos ultravioleta y pigmentos colorantes.

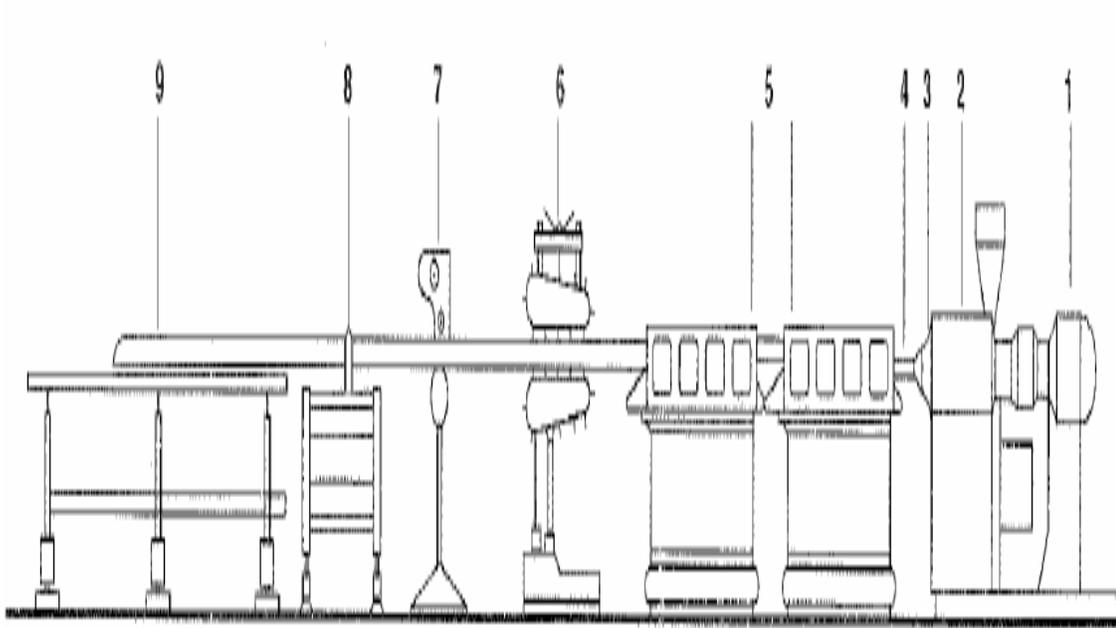
Una vez mezclada la resina de P.V.C con sus aditivos, pasará a denominarse “compuesto de P.V.C, “el cual se almacena en grandes silos en espera de ser utilizado en la fabricación de tubos, perfiles o accesorios.

### **1.1.2 Método de fabricación de tubos**

Los tubos se fabrican bajo proceso continuo en máquinas denominadas extrusoras. Las hay sencillas de un solo tornillo, o de doble tornillo. Una vez que siguientes: estabilizadores térmicos, modificadores de flujo y de impacto, lubricantes externos e internos, plastificantes, protectores de rayos ultravioleta y pigmentos colorantes.

Una vez mezclada la resina de P.V.C con sus aditivos, pasara a denominarse “compuesto de P.V.C “el cual se almacena en grandes silos en espera de ser utilizado en la fabricación de tubos, perfiles o accesorios. La materia prima (compuesto de P.V.C) penetra en el extrusor, el o los tornillos mueven el material a través de diferentes zonas de calentamiento, iniciándose así el proceso de plastificación, hasta que el material se funde en su totalidad. El movimiento de estos tornillo asegura a su vez una mezcla uniforme del material, hasta que este es llevado al cabezal del extrusor, donde se le da forma de tubo, pasándola por un calibrador al tiempo que se inyecta aire a presión en su interior. Posteriormente el tubo pasa sucesivamente a través de un tanque de enfriamiento que contiene agua y una máquina que lo hala a una velocidad sincronizada con el extrusor. Luego es marcado, cortado, biselado en un extremo y conformada la campana en el otro extremo

Figura 1. Línea Completa de Extrusión.



Fuente: Manual Técnico General Durma Esquivel.

Página 5

1. Unidad de calentamiento y estabilización de temperatura
2. Extrusor
3. Cabezal de extrusión de tubería
4. Dado calibrador
5. Pila de enfriamiento
6. Halador tipo Caterpillar
7. Imprenta
8. Sierra
9. Mesa volteadora

### **1.1.3 Principales actividades**

Es el proceso por el cual se lleva a cabo la fabricación de tubería PVC por dicha razón se utilizó un diagrama de flujo para visualizar de una manera clara cada uno de los pasos que conlleva la fabricación de tubos, en dicho diagrama se observa uno a uno los pasos que se realizan para completar el proceso de fabricación desde que la materia prima ingresa a las instalaciones hasta que sale ya transformada en un producto terminado.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de tubería PVC.

Inspección Operación	Transporte Almacenamiento	Descripción
   		Se reciben empacadas en bolsones o Jumbos. La materia prima se describe: Resina de PVC, Aditivos luego se traslada a la bodega de materia prima.
   		Se mezcla la resina con los aditivos, generando un producto denominado compuesto.
   		El compuesto es almacenado en Silos.
   		En el extrusor, el compuesto es calentado y fundido hasta lograr la plastificación, luego pasa al cabezal donde se forma según el molde.
   		El tubo formado pasa al calibrador, y se enfría al contacto con agua, para darle la rigidez y medida final.
   		Rotula el tubo, con el fin de señalar sus características específicas.
   		Consiste en cortar el tubo en los largos establecidos.
   		Se efectúa una inspección para verificar la calidad del tubo,
   		El tubo rechazado se somete a tratamiento de molido y pulverizado, para ser reutilizado. En la fabricación de tubería.
   		Se calienta uno de los extremos del tubo, y se le introduce un pin de campaneo, seguido del enfriamiento por aire o por agua.
   		La tubería es trasladada a la bodega de producto terminado.

Fuente: investigación de campo

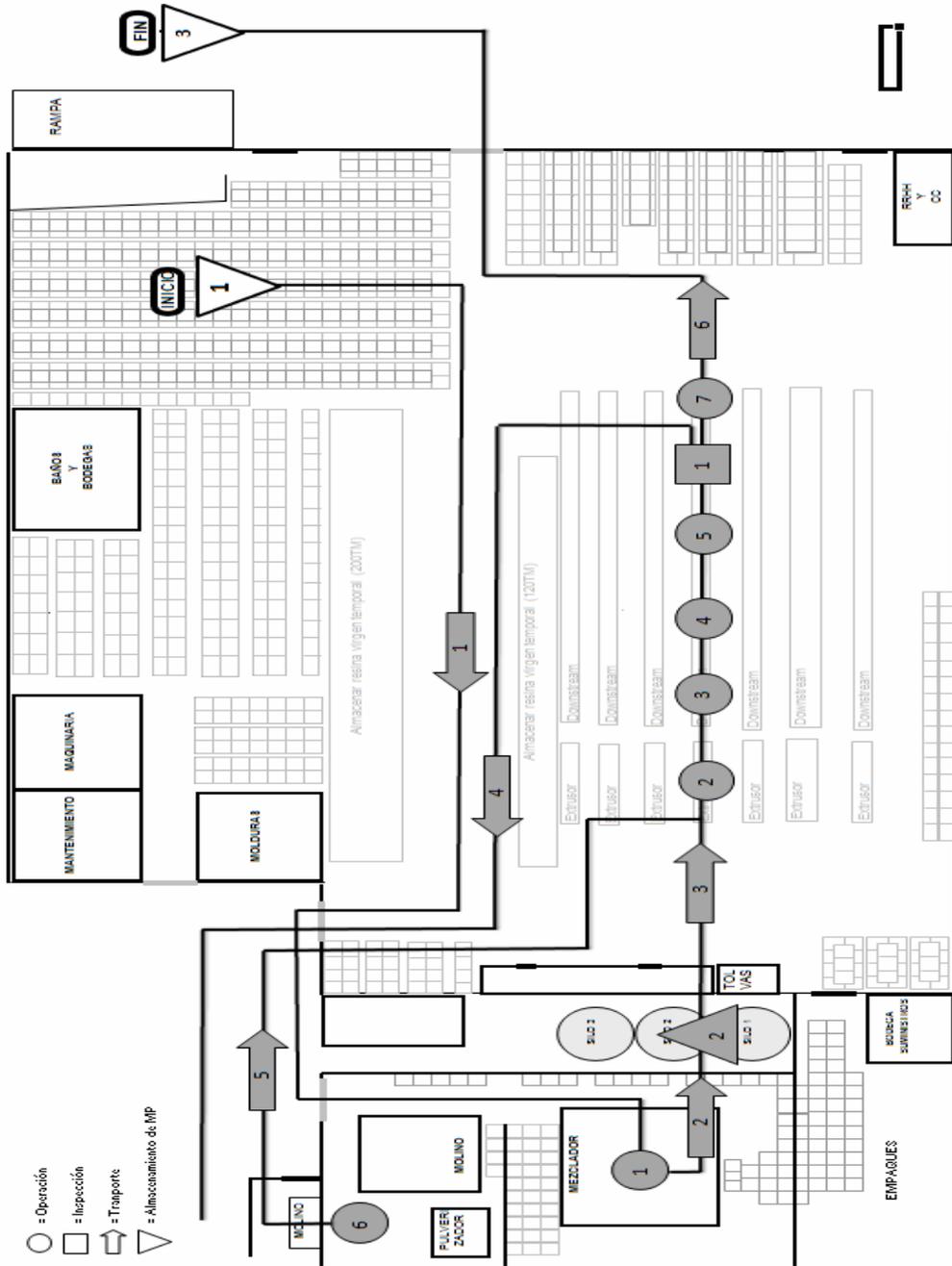
RESUMEN	
ACTIVIDAD	CANTIDAD
OPERACIONES	7
INSPECCIONES	1
TRANSPORTES	6
ALMACENAMIENTOS	3
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>

### 1.1.2 Diagrama de recorrido

Es una manera gráfica de ver el recorrido de la materia prima dentro de la planta de producción, asimismo se puede observar cada una de las partes y la función que tiene cada estas dentro del proceso de producción.

El Diagrama nos será de mucha utilidad, ya que resume de una forma clara que la fabricación de tubos esta basada en un conjunto de componentes donde cada uno de ellos es factor importante y que todos son indispensables en gran manera.

Figura 3 Diagrama de recorrido de fabricación de tubería PVC



Fuente: Investigación de campo



## **2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.**

### **2.1 procedimiento de mantenimiento**

Existen muchos factores en el desempeño del mantenimiento que pueden medirse e interpretarse en forma adecuada, para que sirvan de elementos en juicio en una evaluación de la manera en que opera una línea de producción de tubería PVC, desde el punto de vista del mantenimiento aplicado al equipo. Es por eso que en la evaluación realizada únicamente tomaremos los factores más importantes y aplicaremos el método adecuado para que al reparar los factores de falla mas frecuentes, los factores con menor frecuencia puedan funcionar de manera correcta.

#### **2.1.1 Rutinas de inspección**

Actualmente se cuenta con dos tipos de rutina de inspección para la línea de producción de tubería PVC, el diseño de estas inspecciones tiene por supuesto, un costo para la empresa, de tal manera que se debe tener cuidado al utilizarlas. Tomaremos en cuenta que tan frecuentemente se van a realizar. En otras palabras, hay que buscar el equilibrio costo-beneficio, es decir, no podemos inspeccionar todos los días hasta el último remache enorme, y tendríamos que detener cada máquina varias horas al día, tampoco debemos caer en el error de esperar hasta que los equipos se estropeen para repararlos.

### **2.1.2 Reportes generados**

Los reportes generados actualmente, se dan a partir de las llamadas hojas de paros. Estas hojas se empiezan a llenar desde el momento que comienza la producción hasta el momento que esta termina. El asistente de Mantenimiento preventivo es el encargado de recolectar estos reportes (del día anterior) a partir de la hora en que comienza el turno.

En las hojas de paros, se escribe una nota cada vez que la línea se detiene por una u otra razón. Esta nota indica la hora, el problema que se dio en la máquina, y el operador que manejaba la máquina.

A partir de esta hoja de paros se forma un reporte mensual, que sirve para tener una idea de cuales son los principales problemas a resolver mediante mantenimiento preventivo. Los reportes contribuyen a lograr una comunicación mas completa con el departamento de mantenimiento, así el gerente puede conocer mejor los problemas de la maquinaria en el departamento de producción, para coordinar mejor las actividades de estos dos departamentos.

Figura 4 Reporte de tiempos muertos

Código falla	Descripción de la falla	Hora inicio	Hora final
	Falla del flujo de agua		
	Electroválvula de paso de agua obstruida		
	Perdida de presión de vacío		
	Fuga de agua por mangueras		
	Falla de unidad principal		
	Falla de variación de velocidad		
	Resistencia dañada o terminal abierta		
	Falla de sensor de temperatura		
	Bajo nivel de aceite		
	Protección disparada Motor de bomba de vacío		
	Bomba de vacío trabada.		
	Motor bomba de vacío dañado.		
	Contactar motor bomba de recirculación dañado.		
	Bomba de recirculación trabada.		
	Cadena o piñón dañadas		
	Motor eléctrico disparado		
	Motor eléctrico dañado		
	Falla control de velocidad		
	Fajas o cadenas reventadas		
	Disco de sierra desafilado		
	Falla sistema neumático		
	Obstrucción en el intercambiador de calor		
	Falla del flujo de agua		
	Bajo nivel de aceite térmico		
	Fugas de aceite en acoples y mangueras		
	Falla en la bomba		
	Electroválvula de paso de agua obstruida		
	Pérdida de aislamiento del motor o de su cableado		
	Cambio de rodamiento por problemas de vibración		
	Falla de unidad principal		
NOMBRE DEL OPERARIO 1ER TURNO		HORA	
_____		_____	
NOMBRE DEL OPERARIO 2DO TURNO		HORA	
_____		_____	

### 2.1.3 Frecuencia de mantenimiento

Las frecuencias de mantenimiento de la línea, actualmente no se encuentran sujeta a un orden cronológico. Se dan aproximadamente cada mes. Según sean las necesidades de la línea de producción, y que tanto haya trabajado esta durante el período. El mantenimiento de esta línea, ha sido de tipo correctivo, en su mayoría.

Figura 5. Diagrama de rutina de mantenimiento

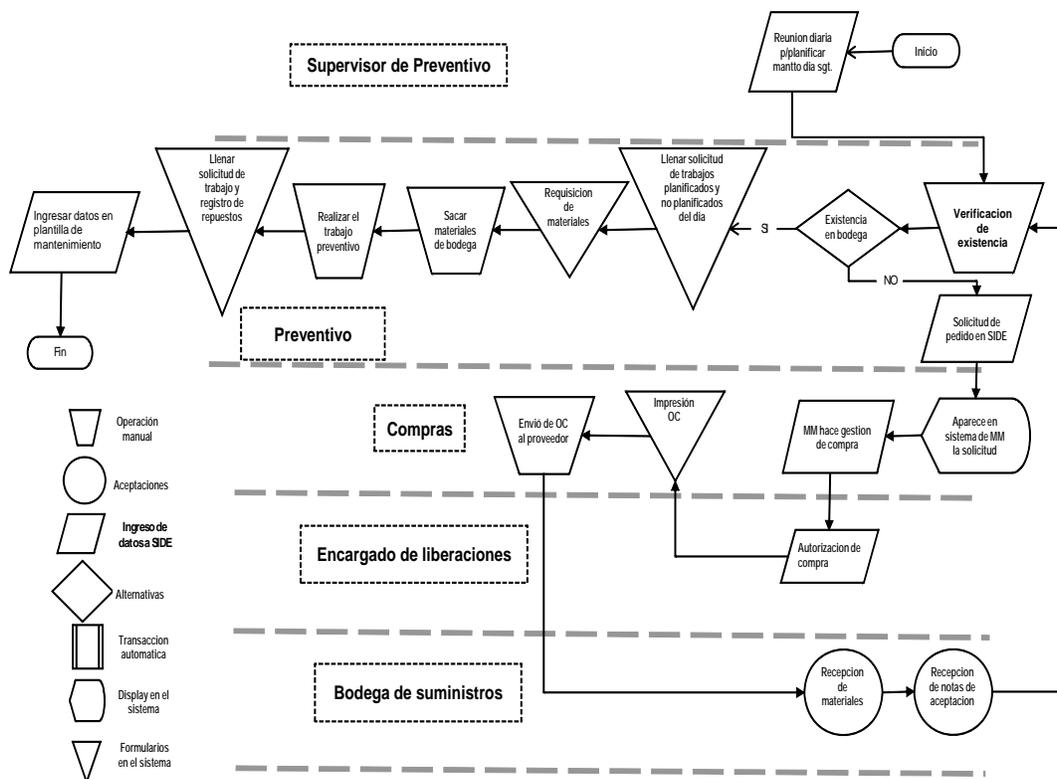


Diagrama de flujo del mantenimiento Preventivo actual

## **2.2 Análisis de tiempos muertos por fallas en la línea de producción**

### **2.2.1 Tiempos muertos por producción**

Los tiempos muertos de producción para la línea en estudio no tienen una importancia significativa, es decir, que este tipo de problemas se dan muy pocas veces durante el proceso, y son tan cortos en tiempo, que no afectan gravemente el producto. Esto se pueden dar por temperatura inadecuada en el tornillo del dosificador o partículas extrañas en las mezcla del compuesto de Resina.

### **2.2.2 Tiempos muertos por fallas en algún componente de la línea de producción**

El análisis de tiempos muertos es de mucha importancia, ya que los paros se pueden dar como consecuencia de fallas, reparaciones, mantenimiento preventivo, interrupciones de energía y problemas de operación. El conocimiento porcentual de cada fracción de este tiempo, nos ayuda a tomar decisiones importantes sobre varios aspectos. Y esto nos indicará que tan efectivo es el mantenimiento aplicado actualmente, también se podrá evaluar si el equipo esta muy deteriorado. En otras palabras, a través de un buen análisis de tiempos perdidos, podemos efectuar un diagnostico completo de las condiciones operacionales de una línea de producción de tubería PVC.

Para este caso en particular, se hizo el análisis de tiempos muertos producidos durante un año, dichos tiempos se tomaron de las órdenes de trabajo recopiladas por el departamento de mantenimiento, a continuación se mencionan de una forma detallada en la tabla I las causas de mayor relevancia de fallas.

Tabla I Tiempos muertos (situación actual)

descripción	tiempo horas/año	causa del paro	Frecuencia
Caja Reductora	390	Cambio de rodamientos de la Caja Reductora	44,60
Tanque de Zonas	132,5	Intercambiador de calor obstruido del Tanque de Zonas	15,15
Motor principal	125	Falla de unidad principal motor principal de la extrusora	14,29
Haladora	82	Motor eléctrico disparado de la Haladora	9,38
sistema de pilas	43,5	Falla de bomba por falta de agua del sistema de Pilas	4,97
Haladora	38	Falla control de velocidad de la Haladora	4,35
Haladora	32,5	Falla de rodamientos de la Haladora	3,72
Dosificador	31	Falla de variación de velocidad del Dosificador de la extrusora	3,54
<b>Total horas</b>	<b>874,5</b>	<b>Total</b>	<b>100,00</b>

### **2.2.3 Frecuencia de fallas**

Otro aspecto importante que ayuda a realizar la evaluación de un sistema de mantenimiento preventivo, es determinar la frecuencia con que ocurren las fallas, que van a depender de las condiciones físicas en que se encuentran actualmente el equipo.

En determinado momento la mala realización del mantenimiento preventivo puede determinar que la máquina vuelva a reincidir en el mismo tipo de falla.



### **3. NECESIDADES DE MEJORAR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

#### **3.1 Nivel del mantenimiento preventivo**

Actualmente el nivel de mantenimiento dentro de la empresa es un muy poco eficiente debido a que se aplica mas como un mantenimiento correctivo y no preventivo como debería ser su función, en algún momento se ha manejado la idea que el objetivo del mantenimiento, es hacer que el equipo trabaje a cualquier costo, es decir, que solo se interesa en mantener el volumen de producción y la consideración sobre fugas económicas por trabajar inadecuadamente es solo una idea vaga.

Si analizamos el problema se observa que el mantenimiento es muy importante si se desea mantener la productividad a niveles más rentables. Conforme a lo anterior es necesario mejorar y controlar por medio del mantenimiento preventivo lo siguiente:

- 1) Las reparaciones imprevistas, que son representadas por intereses negativos a la producción,
- 2) Los tiempos improductivos del personal de mantenimiento,
- 3) Los repuestos y materiales usados en las reparaciones y modificaciones del equipo,
- 4) Las seguridad e higiene de los trabajadores de la planta,
- 5) La mano de obra calificada en el servicio de mantenimiento.

El mantenimiento preventivo aplicado, deberá ser capaz de tener el control adecuado de dichos factores y obtener un costo total mas bajo de los trabajos de mantenimiento. Se deberá hacer énfasis que en la empresa, el nivel actual de mantenimiento preventivo no cumple con los objetivos primordiales, porque el mantenimiento aplicado, se dedica a hacer tareas de mantenimiento de avería que aparecen durante los periodos continuos de la línea de producción de tubería PVC, atrasando de esta forma los programas de producción y, por tal razón, se realizan horas extraordinarias de producción sin quedar tiempo para dedicarlo al mantenimiento preventivo.

### **3.2 Nivel de mantenimiento de avería**

Dicho mantenimiento se utiliza mucho en las planta industriales y es precisamente el aplicar una reparación cuando la falla o avería ha sucedido por lo que representa un costo mas alto en concepto de mantenimiento para la empresa.

Estamos acostumbrados al mantenimiento de avería, dejando el equipo en servicio hasta que no pueda desempeñar su función normal y que exista la obligación de llamar al personal de mantenimiento para reparar la falla.

La actitud de permitir esto, tiene su origen principalmente en:

- Desconocer la importancia de usar técnicas de programación de las actividades del mantenimiento,
- La demanda excede a la capacidad instalada de la planta embotelladora y no existe tiempo para realizar mantenimiento a la línea de producción.

Por las dos causas anteriores se han presentado factores determinantes como:

- 1) Molestias causadas al operador, teniendo que abandonar su labor específica a causa de fallas imprevistas,
- 2) Costos extraordinarios de mano de obra y repuesto, en ciertos casos producto terminado en el estado o de baja calidad,
- 3) Atrasos en programas de producción, si el daño o fallas ocurre cuando existe gran demanda de producto.

Las averías son costosas directa o indirectamente; cuando una línea de producción de tubería PVC falla, provoca inmediatamente el desarreglo de un componente relacionado con esta línea de producción. Además de provocar un efecto adverso en otros componentes o partes del sistema productivo, las averías dañan con frecuencia los materiales en proceso y de acuerdo con su índole puede llegar a crear riesgos de accidentes personales, desajustar programas de producción y disminuir la eficiencia global y aumentar los costos de operación.

Si el nivel de mantenimiento de avería es muy alto en una línea de producción de tubería PVC, es necesario también adoptar un sistema de mantenimiento preventivo hasta un nivel considerado, tratando de que el costo total sea mínimo.

## **4. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

### **4.1 Realización de inspecciones**

Para el inicio de un programa de mantenimiento preventivo el departamento encargado debe saber ¿qué se va a inspeccionar? Y ¿con qué frecuencia se debe hacer? No existe un manual que nos guíe de cómo se debe llevar a cabo dicho proceso, ya que cada programa debe adecuarse a la necesidades de la maquinaria según el uso, su antigüedad así como el trabajo al que se somete cada parte de la máquina.

El proceso de recaudación de información para llevar a cabo el mantenimiento preventivo se vale de dos formas:

- **Visitas**
- **Inspecciones**

#### **4.1.1 Visitas**

Son revisiones rutinarias que deberán realizarse basándose en la observación, estas revisiones requieren de la aplicación de todos los sentidos para detectar de mejor forma algún mal funcionamiento en nuestros equipos, esto comprenderá: trabajos de limpieza, chequeo de niveles de lubricantes (aceites y grasas) en todos los lugares donde sea necesario, el objetivo principal de las visitas será el de no hacer desmontajes mayores.

#### **4.1.2 Inspecciones**

Se utilizaran únicamente en puntos donde es necesario desmontar para poder realizar limpieza y lubricación profundos, también se llevaran a cabo cuando se reporte alguna anomalía en el equipo o maquinaria dentro de la línea. Para realizar las inspecciones los operarios necesitaran equipo de medición y diagnóstico según sea el caso del equipo o máquina que se este inspeccionando.

#### **4.1.3 Orden de trabajo**

Deberá emitirse cuando se ha detectado mediante visitas e inspecciones, por una reparación planeada o por el reporte de algún operario, algún desperfecto dentro de la línea de producción la cual no puede ser reparada inmediatamente pero al generar la orden de trabajo debe indicar la prioridad de la misma para no tardar demasiado en hacer la reparación porque de ser así puede dañarse aun mas el equipo o maquinaria, esta tendrá la función de reportar anomalías y solicitar la autorización para poder ejecutar los trabajos pertinentes.

Para hacer la reparación necesaria se deberá tener comunicación con el departamento de producción para acordar el momento adecuado para la reparación, y de esta forma poder detener lo menos que se pueda, la labor de producción tomando en cuenta esto influye en pérdidas de tiempo, dinero, y producción.

La orden de trabajo tiene varios propósitos entre los cuales podemos destacar el llevar un mejor control de inventario de repuestos es decir cuando llevamos un control de los fallos y de las reparaciones que hacemos podemos hacer pronósticos acerca de la cantidad adecuada de repuestos y materiales que se deben mantener en existencia y no desperdiciar recursos en cantidades muy grandes ni quedarnos cortos de repuestos, cuando sea necesario generar una orden de trabajo se deberá hacer conforme al formato de la figura

Figura 6 Orden de trabajo

<b>ORDEN DE TRABAJO</b>		
Fecha	Equipo	Código
Orden		
Equipo		
Operación		
Pto de trabajo		
Cantidad		Técnico
Duración		Horas
Nombre de la operación en datos		Nombre de la operación en datos 2
Fecha i:		
Fecha f:		
Hora i:		
Hora f:		
Nombre y Firma del Encargado de Manto. Preventivo		Nombre y Firma del Ejecutor

## **4.2 Desarrollo de rutinas de mantenimiento**

El buen funcionamiento de un programa de mantenimiento preventivo se basa en rutinas de mantenimiento en las cuales se realizan visitas e inspecciones, estas con el fin de llevar un control más planificado del estado de la maquinaria.

### **4.2.1 Rutina de mantenimiento operativo**

Los operarios formaran parte importante en el plan de mantenimiento, ya que estos deberán mantener limpia su máquina y lugar de trabajo esto no solo contribuye al mantenimiento sino también a la seguridad del trabajo además serán los encargados de reportar algún mal funcionamiento en la maquinaria directamente a el departamento de mantenimiento para que este pueda hacer lo necesario para restablecer en el menor tiempo posible la continuidad del trabajo.

### **4.2.2 Rutina de inspección**

Deberán realizarse según el calendario de inspecciones, el cual será preparado con cierto tiempo de anticipación por el departamento de mantenimiento en unión con el departamento de producción para llegar a un acuerdo en que momento se realizará dicha inspección y de esta forma afectar lo menos posible la producción.

El encargado deberá realizar la inspección en el menor tiempo posible, es por esto que deberá estar preparado con la herramienta y los materiales necesarios, dicha inspección consistirá en un desmontaje profundo, limpieza y lubricación adecuada.

### **4.2.3 Rutina de visitas**

Estas también se llevaran a cabo en común acuerdo entre el departamento de mantenimiento y el de producción, ya que dichas visitas únicamente se realizaran en puntos los cuales no es necesario el desmontaje de la maquinaria para poder analizar la situación de lubricación y limpieza de los elementos de la maquinaria.

La información sobre lo que la persona encargada de mantenimiento deberá revisar, estará en la ficha de control pues esta detalla explícitamente las parte de la línea de producción de tubería PVC necesita visita o inspección dependiendo el caso.

### **4.3 Métodos de control y supervisión**

Para tener el control del programa de mantenimiento realizaremos reportes por escrito de todo procedimiento que se realice en la maquinaria o equipo, esto nos ayudará de tal forma que el trabajo de mantenimiento se lleve a cabo en una forma ordenada y efectiva.

Entre los reportes que utilizaremos para dicho control mencionaremos los siguientes:

- Ficha de maquinaria
- Historial de fallas
- Control de paros
- Ficha de chequeo de las inspección
- Orden de trabajo
- Requisición de materiales
- Reporte mensual

#### **4.3.1 Ficha de maquinaria**

Esta identificará cada máquina, asignando un código y recaudando todos los datos necesarios para identificarla, esta es la parte principal del inventario técnico y así asignarle el debido programa de mantenimiento basándonos en instrucciones del fabricante y nuestras exigencias de producción, la información a llenar en dicha ficha será código, descripción, modelo, serie.

Figura 7 Ficha de maquinaria

<b>FICHA DE MAQUINARIA</b>		
Código	Descripción	modelo
		serie
Fabricante		
Dirección		
Teléfono		
Representante Comercial		Fecha de Instalación
Costo de la maquinaria		Instalada por
Voltaje		RPM
Potencia		Fases
Otros		
<b>Mantenimiento</b>		
Lubricación		
Recomendaciones de uso		
Datos de repuestos		
Observaciones		

### **4.3.2 Historial de fallas**

Esta ficha proporcionará información sobre reparaciones hechas a cada parte de la línea de producción, así como los repuestos, materiales, costos, etc. También brindará información sobre fallas sistemáticas, tiempo de reparación nos brindará un historial de falla dicho elemento para que de esta forma determinemos una forma mas organizada de mantenimiento. La información mínima que debe contener dicha ficha será:

Descripción: en esta parte se coloca información acerca de la maquinaria para su fácil identificación al momento de analizar sus fallas.

Partes principales: se deberá colocar información acerca de las partes de la maquinaria para poder hacer un análisis más rápido de las partes que causan mayores problemas en la maquinaria.

Descripción de problemas: en esta parte debemos colocar la descripción de los problemas que se dan con la maquinaria como lo es la fecha, trabajos realizados, duración de los trabajos, materiales y repuestos utilizados, y costos de los mismos esta información es de mucha utilidad cuando analizamos la factibilidad de seguir operando la máquina o reponerla por una que sea mas económica en su uso para tabular la información del historial de fallas se utilizará el siguiente formato.



### **4.3.3 Control de paros**

En esta se registran los paros realizados describiendo las causas que lo provocaron en dicha ficha se tomará datos del paro como: fecha del paro, hora exacta, duración. Este servirá para justificar paros no programados en la línea de producción, la información a utilizar en dicha ficha es:

Nombre de la maquinaria: en este espacio colocaremos específicamente toda la información acerca de la máquina o componente que lo identifique como el código o nombre.

Descripción del problema: colocaremos toda la información acerca de las causas que provocaron el paro de la maquinaria así como la fecha, motivo, duración del paro etc. Toda esta información nos ayudara a determinar si el problema en dicha máquina es frecuentemente o con un margen de tiempo bastante amplio.



#### **4.3.4 Fichas de chequeo para inspección**

Es una guía a utilizar para la inspección o visita a realizar, indica detalladamente los puntos a examinar, el objetivo es no dejar a la memoria de los encargados del mantenimiento los puntos de inspección, para el departamento de mantenimiento servirá para verificar si las inspecciones y visitas se realizan en el tiempo programado así también para llevar el control si los problemas reportados generaron ordenes de trabajo.

#### **4.3.5 Orden de trabajo**

Al momento de presentarse un problema en la línea de producción de tubería PVC, por medio de un operario o una ficha de chequeo se debe generar una orden de trabajo indicando la naturaleza de la falla. Tipo de reparación necesaria y la prioridad de la misma, esta sirve para solicitar autorización para realizar los trabajos, también sirve de información para el encargado de producción, estas deben ser autorizadas por el jefe de taller de mantenimiento y el jefe de producción para adecuar el horario de reparación con el único fin de interrumpir las labores de producción lo menos posible, en la orden de trabajo se debe de indicar la fecha y hora conveniente a realizar la reparación, a continuación en la figura se detalla el formato a utilizar en la orden de trabajo.

## **4.4 Programa de mantenimiento**

### **4.4.1 Extrusora**

El mantenimiento dentro de la extrusora es de suma importancia, ya que esta parte de la línea de producción es la mas fundamental debido a que en ella se inicia el proceso de fabricación de tubos, por lo que al realizar una mantenimiento preventivo se deberá realizar con sumo cuidado teniendo en cuenta que cualquier equivocación dentro del trabajo puede llevar a que la producción se detenga nuevamente y de esta forma se ocurra la perdida de materia prima, tiempo y dinero.

Esta es una de las formas bases como se deberá de realizar y dejar cada uno de los procedimientos realizados para que puedan servir de referencia en dado caso que no se encuentre la persona responsable.

Figura 10 Programa de mantenimiento a barril y tornillos

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO A BARRIL Y TORNILLOS DE EXTRUSOR				
REALIZADO POR				FECHA
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desenergizar la extrusora asegurándose que fue purgada y que esta libre de material de plastificado o material de purga,			
2	Desconectar y bloquear por completo el suministro eléctrico			
3	Retirar el cabezal y adaptador del cañón,			
4	Vertir parafina, para sacar los residuos de material en el interior del cañón y entre los tornillos y que sirva como lubricante			
5	Utilice una barra de bronce de , afilada en punta, palanqueando los tornillos para extraerlos,			
6	Con motor tool limpie el cañón y los tornillos,			
7	Remueva las puntas de los tornillos y limpie la tubería interna, empaque los oil seal blocks,			
8	Armar tornillos y montarlos en el cañón. Realice los ajustes según manual del extrusor ,			
9	Remueva el dispositivo del bloqueo de alimentación de energía			
10	Pruebe la rotación de tornillos			
11	Recoja la basura, limpie y ordene el área de trabajo			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS</b>		<b>OBSERVACION</b>		
1	Sellador hidráulico.			
2	Wipe			
3	Lijas de varios grosores			
<b>HERRAMIENTAS:</b>				
1	Llave allen 6mm.			
2	Llaves corofija de 21 y 22mm.			
3	Manguera para aire.			
4	Barra de bronce 1" x 20" con terminación en punta			
5	Pistola de aire.			
6	Secador.			
7	Motor tool o pulidora pequeña			
8	Cepillo trenzado de 3".			
9	Mazo de hule			
<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oído			
3	Guantes.			
4	Dispositivos de bloqueo para energías peligrosas lockout & tagout			

Figura 11 Programa de análisis de aceite de caja reductora

PROGRAMA DE ANÁLISIS DE ACEITE DE CAJA REDUCTORA				
REALIZADO POR		FECHA		
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZO		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Quitar tapón de drene del aceite			
2	Abrir llave de compuerta			
3	Llene recipiente con aceite			
4	Deje reposar la muestra por 5 minutos y analice cualitativamente la muestra reportando al jefe de Mantenimiento			
5	Mandar la muestra para análisis cuantitativo del laboratorio,			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
1	Wipe o trapo abundante.			
<b>HERRAMIENTAS:</b>				
1	Llaves de tubo 12"			
<b>RETROALIMENTACION:</b> Anote en la orden				
consumibles, procedimientos, repuestos y				
herramientas adicionales que ud sugiere				
<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Guantes de Látex			

Figura 12 Programa de mantenimiento completo de la caja reductora

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO COMPLETO DE LA CAJA REDUCTORA				
REALIZADO POR		FECHA		
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZO		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	.Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo el suministro eléctrico al controlador del motor principal			
2	Vaciar aceite viejo tomando en cuenta evitar derrames, disponer del aceite usado en el sitio destinado para esto			
3	Desmante la caja y sobre un banco de trabajo desármela para el lavado de piezas mecánicas. (marcar lados)			
4	Desmante los rodamientos para montar rodamientos nuevos, asegurándose que sean de iguales dimensiones y tipo.			
5	Revise el alojamiento del rodamiento en las tapas y mande a rectificar de ser necesario. Ponga retenedores nuevos			
6	Monte los nuevos rodamientos en los alojamientos limpios			
7	Rearme la caja reductora y torquee los tornillos según el manual			
8	Monte la caja en sitio asegúrese del alineamiento correcto			
9	Ponga el aceite nuevo recomendado			
10	Haga girar el rotor lentamente para verificar el sentido de giro			
11	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
1	Rodamientos			
2	Sellos, retenedores, seguros			
3	Wipe			
4	Motor cleaner			
5	Aceite para cajas reductoras			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llaves cola corona milimétricas.			
2	Llaves allen.			
3	Mazo.			
4	Alicates para seguros ( internos y externos)			
5	Punzones botadores y barras o aluminio para golpear			
7	Inductor para rodamientos o kit mete-rodamientos			
8	Pistola de lavado.			
9	Engrasadora			
10	Puente y polipasto para sacar la caja			
<b>RETROALIMENTACION: Anote en la orden</b>				
1	Consumibles, procedimientos, repuestos y			
2	Herramientas adicionales que ud sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Dispositivos de bloqueo energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 13 Programa de análisis de aceite de caja inductora

PROGRAMA DE ANÁLISIS DE ACEITE DE CAJA INDUCTORA				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZO		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Quitar tapón de drene de aceite			
2	Abrir llave de compuerta			
3	Llene recipiente con aceite			
4	Deje reposar la muestra por 5 minutos y analice cualitativamente la muestra reportando al jefe de Mantenimiento			
5	Mandar la muestra para análisis cuantitativo del laboratorio designado			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIONES</b>	
1	Wipe o trapo abundante.			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llaves de tubo 12"			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b> Anote en la orden				
1	Consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Guantes de Látex			

Figura 14 Programa de mantenimiento completo caja inductora

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO COMPLETO CAJA INDUCTORA				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZO		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo el suministro eléctrico al controlador del motor de caja inductora.			
2	Vacíe el aceite viejo y proceda a medir el tandem thrust bearing gap. Envíe la dimensión obtenida al proveedor del equipo p/verificar si no ha colapsado el tandem			
3	Desmonte la caja y sobre un banco de trabajo desármela para el lavado de piezas mecánicas. (marcar lados)			
4	Desmonte los rodamientos para montar rodamientos nuevos, asegurándose que sean de iguales dimensiones y tipo,			
5	Revise el alojamiento del rodamiento en las tapas y mande a rectificar de ser necesario. Ponga retenedores nuevos			
6	Monte los nuevos rodamientos en los alojamientos limpios.			
7	Rearme la caja inductora y torquee los tornillos según el manual			
8	Monte la caja en sitio asegúrese del alineamiento correcto			
9	Ponga el aceite nuevo recomendado verificar el sentido de giro			
	Haga girar el rotor manualmente para verificar el sentido de giro.			
10	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIONES</b>	
1	Rodamientos.			
2	Sellos, retenedores, seguros			
3	wipe.			
4	Motor cleaner.			
5	Aceite para cajas reductoras			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llaves cola corona milimétricas.			
2	Llaves allen.			
3	Mazo.			
4	Cepillo de acero.			
5	Alicates para seguros ( internos y externos).			
6	Punzones botadores y barras de bronce o aluminio para golpear.			
7	Inductor para rodamientos o kit mete-rodamientos.			
8	Pistola de lavado.			
9	Engrasadora			
<b>RETROALIMENTACION:</b> Anote en la orden				
1	Consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Dispositivos de bloqueo energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 15 Programa de servicio completo del motor de la extrusora

PROGRAMA DE SERVICIO COMPLETO DEL MOTOR DE LA EXTRUSORA				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZO		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo el suministro eléctrico al controlador del motor .			
2	Desconecte el cable de alimentación del motor marcando la líneas desconectadas aisle los cables de alimentación c/tape			
3	Desmunte el motor y sobre un banco de trabajo desármelo para el lavado de piezas mecánicas.			
4	Desmunte los rodamientos para montar rodamientos nuevos, asegurándose que sean de iguales dimensiones y tipo.			
5	Revise el alojamiento del rodamiento en las tapas y mande a rectificar de ser necesario.			
6	Revise el estado del colector y mande a rectificar de ser necesario.			
7	Monte los nuevos rodamientos en los alojamientos limpios.			
8	Con Solvente dieléctrico KV300, lave el bobinado del motor, séquelo bien con aire caliente Y barnice luego con Barniz aislante Dolphs AC - 43, déjelo secar preferiblemente con aire caliente.			
9	Rearme el motor insertando el eje del rotor en el estator, ponga la tapa del frente y ajuste con un mazo de hule			
10	Verifique la posición del eje golpée suavemente la tapa opuesta para liberar la presión inicial			
11	Con el multimetro de aislamientos, comprobar la resistencia de aislamiento del bobinado de los motores. Medir tanto la continuidad entre bobinados (resistencia eléctrica), como la continuidad entre bobinados y tierra (resistencia de aislamiento)			
12	Reportar valores y observaciones al jefe de mantenimiento dar los valores por escrito p/controlar las tendencias.			
13	Haga girar el rotor manualmente para verificar que no haya quedado pretensado el eje. Si todo está bien, proceda a atornillar el flange.			
14	Instale el motor de nuevo, conéctelo y realice las pruebas de funcionamiento,comprobando el sentido de giro correcto			
15	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIONES</b>	
1	Rodamientos.			
2	Grasa.			
3	Wipe.			
4	Motor cleaner.			
5	Dieléctrico KV-300.			
6	Barniz aislante dolphs AC-43.			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llaves cola corona milimétricas.			
2	Llaves allen.			
3	Mazo.			
4	Cepillo de acero.			
5	Alicates para seguros ( internos y externos).			
6	Punzones botadores y barras de bronce o aluminio para golpear.			
7	Inductor para rodamientos o kit mete-rodamientos.			
8	Pistola de lavado.			
9	Engrasadora			
<b>RETROALIMENTACION:</b> Anote en la orden				
1	Consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Dispositivos de bloqueo energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 16 Programa de limpieza y revisión de la bomba

PROGRAMA DE LIMPIEZA Y REVISIÓN DE LA BOMBA				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo el suministro eléctrico al controlador del motor .			
2	Desconecte el cable de alimentación del motor marcando la líneas desconectadas aisle los cables de alimentación con tape			
3	Instale la bomba de reemplazo			
4	Desmante la bomba y sobre un banco de trabajo desármela para el lavado de piezas mecánicas.			
5	Desmante las tapas de la bomba y limpiarlas profundamente eliminando restos e resina o dureza incrustada.			
6	Limpie la parte cerámica del sello que entra en contacto con el impulsor			
7	Limpie el impulsor a modo de evitar que las incrustaciones desvalanceen el impulsor y reduzcan la capacidad de la bomba.			
8	Reemplace sello mecánico de ser necesario			
9	Desmante el tubo de ingreso de agua a la bomba y limpie completamente las incrustaciones existentes.			
10	Rearme completamente la bomba			
11	Instale la bomba en su posición			
12	Haga pruebas para verificar el sentido de giro y ver si levanta presión			
13	Entregue al supervisor de turno.			
	<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
1	Lija de varios calibres			
2	Grasa.			
3	wipe.			
4	Dieléctrico KV-300.			
	<b>HERRAMIENTAS</b>			
1	Llaves cola corona milimétricas.			
2	Llaves allen.			
3	Mazo.			
4	Cepillo de acero.			
5	Alicates para seguros ( internos y externos).			
	<b>RETROALIMENTACION:</b> Anote en la orden			
1	Consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
	<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>			
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Dispositivos de bloqueo energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 17 Programa de servicio completo del motor de la bomba

PROGRAMA DE SERVICIO COMPLETO DEL MOTOR DE LA BOMBA				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo el suministro eléctrico al controlador del motor .			
2	Desconecte el cable de alimentación del motor marcando la líneas desconectadas aisle los cables de alimentación con tape			
3	Desmante el motor y sobre un banco de trabajo desármelo para el lavado de piezas mecánicas.			
4	Desmante los rodamientos para monta rodamientos nuevos, asegurándose que sean iguales dimensiones y tipo.			
5	Revise el alojamiento del rodamiento en las tapas y mande a rectificar de ser necesario			
6	Monte los nuevos rodamientos en los alojamientos limpios.			
7	Con Solvente dieléctrico KV300, lave el bobinado del motor, séquelo bien con aire caliente Y barnice luego con Barniz aislante Dolphs AC - 43, déjelo secar preferiblemente con aire caliente.			
8	Rearme el motor insertando el eje del rotor en el estator, ponga la tapa del frente y ajuste con un mazo de hule.			
9	Verifique la posición del eje y golpee suavemente la tapa opuesta para liberar la presión inicial			
10	Con el multimetro de aislamientos, comprobar la resistencia de aislamiento del bobinado de los motores. Medir tanto la continuidad entre bobinados (resistencia eléctrica), como la continuidad entre bobinados y tierra (resistencia de aislamiento)			
11	Reportar valores y observaciones al jefe de mantenimiento dar los valores por escrito p/controlar las tendencias.			
12	Haga girar el rotor manualmente para verificar que no haya quedado pretensado el eje. Si todo está bien, proceda a atornillar el flange.			
	Instale el motor de nuevo, conéctelo y realice las pruebas de funcionamiento,comprobando el sentido de giro correcto			
13	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIONES</b>	
1	Grasa.			
2	Wipe.			
3	Motor cleaner			
4	Dieléctrico KV-300.			
5	Barniz aislante dolphs AC-43.			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llaves cola corona milimétricas.			
2	Llaves allen.			
3	Mazo.			
4	Cepillo de acero.			
5	Alicates para seguros ( internos y externos).			
6	Punzones botadores y barras de bronce o aluminio para golpear.			
7	Inductor para rodamientos o kit mete-rodamientos.			
8	Pistola de lavado.			
9	Engrasadora			
<b>RETROALIMENTACION: Anote en la orden</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Dispositivos de bloqueo energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 18 Programa de limpieza de intercambiadores de calor

PROGRAMA DE LIMPIEZA DE INTERCAMBIADORES DE CALOR				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo el suministro eléctrico al controlador del motor .			
2	Prepare wipe debajo del intercambiador de calor para evitar derrames			
3	Desconecte las mangueras de agua y aceite del intercambiador. Si no hay cambio de aceite, procure taponar las terminales de aceite para no perder el nivel de aceite recomendado.			
4	Desacople el intercambiador y llévelo a un banco de trabajo			
5	Desacople los tubines de la carcaza			
6	Limpie completamente el interior de la carcaza, si es necesario, disuelva los lodos con thinner.			
7	Utilice una grata metálica alargada para hacer una limpieza mecánica de las partes rectas de cada tubín. Después de hacer la limpieza de las partes rectas lave los tubines con agua a presión			
8	Con una manguera y aire a presión limpie los tubines de agua. Inserte la manguera sin presión, abra la llave al máximo y observe la cantidad de aire que sale por el otro extremo del tubín. Si el flujo de aire a la salida es limitado, quiere decir que el tubín está taponeado y se debe volver a limpiar el tubín del intercambiador de calor.			
9	Ensamble nuevamente el intercambiador de calor, utilice silicone de alta temperatura en el flange de unión para evitar que se den fugas.			
10	Aísle de la red de presión el compresor cerrando las válvulas desde y hacia la bomba			
11	Cerciórese de que se haya liberado la presión del sistema			
12	Coloque un recipiente adecuado debajo del filtro			
13	Retire el filtro existente.			
14	Inspeccione el elemento y la caja, buscando partículas extrañas atrapadas en el elemento y examine también el estado general del conjunto, limpie y lave filtro, sustitúyalo de ser necesario.			
15	Reinstale el intercambiador de calor.			
16	Observe el nivel de aceite y agregue hasta el nivel recomendado de ser nece			
17	Encienda el sistema de enfriamiento y observe su funcionamiento durante 5 minutos en busca de fugas y para observar el nivel final de aceite. Corregir de ser necesario.			
18	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIONES</b>	
1	Wipe.			
2	Thinner			
3	Silicón de alta temperatura			
4	Empaques de flanges del IC			
5	Aceite termico			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Compresor de aire con manguera			
2	Grata metálica alargada (para tubines)			
3	Llaves cola corona variadas			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Guantes y mascarilla			

Figura 19 Programa de limpieza de visor de flujo

PROGRAMA DE LIMPIEZA DE VISOR DE FLUJO				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo el suministro eléctrico al controlador del motor .			
2	Prepare wipe debajo de cada visor de flujo para evitar derrames			
3	Desconecte la tubería de entrada y de salida de cada visor. Si no hay cambio de aceite, procure taponar las terminales de aceite para no perder el nivel de aceite recomendado.			
4	Limpie la pantalla del visor. Si encuentra sedimentos o lodos de aceite proceda a insertar el visor en Diesel para diluir las impurezas.			
5	Seque el visor.			
6	Monte el visor en su sitio			
7	Encienda el sistema de enfriamiento y observe su funcionamiento durante 5 minutos en busca de fugas y para observar el nivel final de aceite. Corregir de ser necesario.			
8	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIONES</b>	
1	Wipe.			
2	Diesel			
3	Aceite térmico			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llaves cola corona variadas			
2	Barreno de mano			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud. sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Guantes y mascarilla			

Figura 20 Programa de limpieza de válvulas selenoides

PROGRAMA DE LIMPIEZA DE VÁLVULAS SELENOIDES				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo el suministro eléctrico al controlador del motor .			
2	Proceda a limpiar las válvulas y el bloque de válvulas, remueva aceite y suciedad.			
3	Soplar con aire a baja presión para librar el sistema eléctrico de suciedad			
4	Si existe un panel eléctrico, sopletee con aire y reapriete los tornillos, revise los contactos y si hay tarjetas eléctricas, remueva la tarjeta sin poner los dedos sobre la tarjeta y limpie con limpiador de contactos, insertar			
5	Observe detalladamente las válvulas en búsqueda de indicios de fuga. De haber anomalías, reporte al SM. Averiguar en bodega si hay empaques para la válvula e instale, de lo contrario programe el mantenimiento tan pronto como sea posible.			
6	Probar el sistema			
7	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIONES</b>	
1	Wipe.			
2	Limpiador de contactos			
3	Empaques de válvulas			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Compresor de aire con manguera			
2	Brocha.			
3	Desatornilladores planos, phillips.			
<b>RETROALIMENTACION:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Guantes y mascarilla			

Figura 21 Programa de servicio de la bomba y cambio de aceite

PROGRAMA DE SERVICIO DE LA BOMBA Y CAMBIO DE ACEITE				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo el suministro eléctrico al controlador del motor .			
2	Desconecte el cable de alimentación del motor marcando la líneas desconectadas aisle los cables de alimentación contape			
3	Observe si existen fugas en algún sector de la bomba.			
4	Desmunte la bomba y la válvula reguladora y llevelas a un banco de trabajo			
5	Desarme la válvula reguladora y observe las piezas mecánicas en busca de defectos, en caso de anomalías, reporte al SM			
6	Limpie las piezas de la válvula completamente e introduzca la válvula reguladora en un recipiente con thinner durante que tarde en hacerle servicio a la bomba			
7	Desarme la bomba y la válvula para un lavado de piezas mecánicas			
8	Saque el aceite y deposítelo en un recipiente adecuado para evitar derrames			
9	Revise el desgaste en las paletas impulsoras de la bomba			
10	Revise el desgaste en las partes estáticas de la bomba y cambiar o rectificár si están dañadas. Si la reparación no se puede hacer inmediatamente, buscar reemplazo para la bomba.			
11	Cambiar sellos del retenedor			
12	Cambiar el hule del acople entre el motor y la bomba			
13	Cambie el sello mecánico de la bomba			
14	Rearme la bomba y apriete al torque adecuado.			
15	Remueva la válvula reguladora del recipiente con thinner y limpie las piezas completamente.			
16	Arme la válvula reguladora			
17	Abrir tanque aceite, drenar aceite y procesa a limpiar el tanque.			
18	Ponerle aceite nuevo al sistema de enfriamiento de barril y montar la bomba y la válvula en su sitio			
19	Sebar apropiadamente la bomba, ya que cualquier burbuja en el sistema ocasionará una falla en la lectura del sensor de presión y se disparará una alarma de mal funcionamiento del sistema de enfriamiento de barril			
20	Prender el motor y observar que levante presión.			
21	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIONES</b>	
1	Grasa.			
2	Wipe			
3	Thinner			
4	Aceite térmico			
5	Sello mecánico apropiado			
6	Elemento de hule del acople			
7	Retenedores de la bomba			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llaves cola corona milimétricas			
2	Llaves allen			
3	Torquimetro			
4	Cepillo de acero.			
5	Alicates para seguros ( internos y externos).			
6	Pistola de lavado.			
<b>RETROALIMENTACION:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Dispositivos de bloqueo energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 22 Programa de mantenimiento de la bomba

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA BOMBA				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZO		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Antes de desenergizar la bomba anotar las presiones de entrada y salida			
2	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo el suministro eléctrico al controlador del motor principal en el panel eléctrico.			
3	Revisar y limpiar completamente el depósito de aceite			
4	Desmante la bomba y sobre un banco de trabajo desármela la tapa para el lavado interno y para cambiar el retenedor de aceite y el sello mecánico si existe			
5	Si el impeller está visible, revise las superficies en evidencia de desgastes y refrente con vidrio y lija suave si es necesario.			
6	Revise las mangueras hidráulicas y reporte cualquier anomalía.			
7	Revise el estado mecánico de los reguladores de presión, desarme y limpie cambiar de ser necesario			
8	Cambie el aceite y el filtro.Reporte cualquier anomalía al supervisor de mantto.			
9	Revise los manómetros de glicerina y si observa anomalías, cámbielos			
10	Recoja la basura, limpie y ordene el área de trabajo y la bomba antes de entregar la máquina			
11	Ponga en marcha y compare con las lecturas de presión iniciales			
12	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIONES</b>	
1	Wipe.			
2	Motor cleaner.			
3	Retenedores, silicone rojo alta temperatura.			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
	Llaves cola corona milimétricas.			
	Llaves allen.			
	Cepillo de acero.			
1	Pistola de lavado.			
<b>RETROALIMENTACION:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Dispositivos de bloqueo energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 23 Programa de limpieza y reapriete de terminales

PROGRAMA DE LIMPIEZA Y REAPRIETE DE TERMINALES				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo la alimentación al panel,preferiblemente hágalo desde el interruptor principal.			
2	Con un multimetro compruebe que no hay energía presente en el panel antes de iniciar las labores siguientes.			
3	Abra todas las puertas de acceso al panel y con una aspiradora recoja todo el polvo en el panel.			
4	Con una manguera de aire comprimido envuelva la punta con trapo o wipe y con cuidado sople cada componente del panel eléctrico hasta sacar todo el polvo de los componentes, incluye los breaker principales y la unidad controladora del motor principal.			
5	Lave con solvente dieléctrico (KV300)de ser necesario, esto si hubieren indicios de grasa o contaminantes húmedos, seque bien.			
6	revisar conexiones eléctricas, busque indicios de sobre calentamiento,que se note a simple vista o que se encuentren flojas; si es necesario, reapriete o cambie elementos dañados, verifique el estado de la unidad controladora del motor principal.			
7	Cierre bien todas las puertas del panel y limpie bien el área de trabajo.			
8	Retire los elementos de bloqueo en el o los interruptores de alimentación a la maquina y vuelva energizar.			
9	Realice las pruebas de funcionamiento de todos los componentes de la maquina, antes de entregar al supervisor de turno.			
10	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
1	Trapos de limpieza.			
2	Solvente dieléctrico KV-300			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Manguera para aire o aspirador.			
2	Brocha			
3	Desatornilladores planos, phillips.			
4	Llaves allen de 3/8", 1/4", 3/16"			
<b>RETROALIMENTACION:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Orejas.			
3	Guantes para alta temperatura.			
4	Dispositivos de bloqueo para energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 24 Programa de verificación del sistema de protección

PROGRAMA DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZO		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo la alimentación al panel, preferiblemente hágalo desde el interruptor principal.			
2	Tener planos eléctricos a la vista, verifique cambios en las conexiones			
3	Con un multimetro compruebe que no hay energía presente en el panel antes de iniciar las labores siguientes.			
4	Inspeccione visualmente el cobertor de todos los guarda motores en el panel y el polvo en el panel. Si alguna parte muestra signos de sobrecalentamiento reemplazar el guarda motor por uno nuevo			
5	Pruebe manualmente el guarda motor 5 veces seguidas.			
6	Desconecte completamente todas líneas hacia y desde el guarda motor			
7	Con el multimetro de voltajes, haga una prueba de continuidad entre 2 fases de diferente polaridad, en caso anomalías, avise al SM y busque repuestos y haga el cambio de ser posible.			
8	Revise bornes de termo coplas, sustituirse ser necesario. Verifique señal hacia el pirómetro.			
9	Limpie los pirómetros, reapreté los bornes, verifique funcionamiento			
10	Revisión y reapreté de bornes de los flipones principales.			
11	Si los resultados persisten, cambiar el guarda motor por uno nuevo.			
12	Codifique conexiones electricas,contactores y protecciones electricas			
13	Reconecte todo al sistema y haga las pruebas de funcionamiento.			
14	Entregue al supervisor de turno.			
	<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		
1	Tropos de limpieza.			
	Solvente dieléctrico KV-300			
2	Cinta de aislar			
	<b>HERRAMIENTAS</b>			
1	Manguera para aire o aspirador.			
2	Brocha			
	Desatornilladores planos, phillips.			
	Llaves allen de 3/8", 1/4", 3/16"			
3	Multimetro de voltajes			
4	Diagramas eléctricos			
	<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>			
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
	<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>			
1	Anteojos de seguridad.			
2	Orejeras.			
3	Guantes para alta temperatura.			
4	Dispositivos de bloqueo para energias peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 25 Programa completo caja reductora del dosificador

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO COMPLETO CAJA REDUCTORA DEL DOSIFICADOR				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico al controlador del motor de dosificador.			
2	Desconecte el cable de alimentación del motor, desmóntelo			
3	Desmonte el reductor y sobre un banco de trabajo desármelo para el lavado de piezas mecánicas. (marcar lados)			
4	Desmonte los rodamientos para montar rodamientos nuevos, asegurándose que sean de iguales dimensiones y tipo.			
5	Revise el alojamiento del rodamiento en las tapas y mande a rectificar de ser necesario. Ponga retenedores nuevos			
6	Monte los nuevos rodamientos en los alojamientos limpios.Cambie empaques de la caja.			
7	Rearme la caja reductora y torquee los tornillos según el manual			
8	Ponga el aceite nuevo recomendado 9.Monte el motor y el reductor en sitio asegurándose del alineamiento correcto			
9	Monte el motor y el reductor en sitio asegurándose del alineamiento correcto			
	Haga girar el rotor manualmente para verificar el sentido de giro			
10	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
1	Desengrasante			
2	Grasa.			
3	Wipe.			
4	Motor cleaner.			
5	Belomoide			
6	Dieléctrico KV-300.			
7	Aceite para cajas reductoras			
8	Sellador permatex			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llaves cola corona milimétricas			
2	Llaves allen.			
3	Mazo.			
4	Cepillo de acero.			
5	Alicates para seguros(internos y externos)			
6	Punzones botadores y barras de bronce o aluminio para golpear.			
7	Inductor para rodamientos o kit mete-rodamientos.			
8	Pistola de lavado.			
9	Engrasadora			
<b>RETROALIMENTACION:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos			
3	Dispositivos de bloqueo para energías peligrosa (lockout & tagout)			

#### 4.4.2 Baño

El programa de mantenimiento para las partes más importante que conforman el baño de enfriamiento para la tubería PVC se describe en las siguientes figuras.

Figura 26 Programa de servicio de sistemas de protección y mandos

PROGRAMA DE SERVICIO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y MANDOS				
REALIZADO POR		FECHA		
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo la alimentación al panel, preferiblemente hágalo desde el interruptor principal.			
2	Con un multimetro compruebe que no hay energía presente en el panel antes de iniciar las labores siguientes.			
3	Inspeccione visualmente el cobertor de todos los guardamotores en el panel y el polvo en el panel. Si alguna parte muestra signos de sobrecalentamiento reemplazar el guardamotor por uno nuevo			
4	Pruebe manualmente el guardamotor 5 veces seguidas			
5	Revisión y limpieza completa de contactores, sustituya de ser necesario			
6	Desconecte completamente todas líneas hacia y desde el guardamotor			
7	Con el multimetro de voltajes, haga una prueba de continuidad entre 2 fases de diferente polaridad, en caso anomalías, avise al SM y busque repuestos y haga el cambi de ser posible. los resultados			
8	En caso de no haber continuidad, desmonte el contactor y límpielo, la resina puede aislar el contactor e inutilizar el contactor, límpielo con solvente y pruebe nuevamente.			
9	Revisión y limpieza de guardaniveles,electrodos			
10	Revisión de botoneras, sustituya de ser necesario			
11	Reconecte todo al sistema y haga las pruebas de funcionamiento.			
12	Reapriete todas las borneras			
13	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
1	Trapos de limpieza.			
2	Solvente dieléctrico KV-300			
3	Cinta de aislar			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Manguera para aire o aspirador.			
2	Brocha			
3	Desatornilladores planos, phillips.			
4	Llaves allen de 3/8", 1/4", 3/16"			
5	Multimetro de voltajes			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Orejas			
3	Guantes para alta temperatura.			
4	Dispositivos de bloqueo para energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 27 Programa de servicio completo de bomba de agua

PROGRAMA SERVICIO COMPLETO DE BOMBA DE AGUA					
REALIZADO POR			FECHA		
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE	
		SI	NO		
1	Desacople las tuberías de succión y descarga de la bomba.				
2	Desmante el conjunto motor y bomba, sobre un banco de trabajo desármelo para poder lavar las piezas mecánicas y hacer el cambio del sello mecánico				
3	Revise el impulsor y eje en señas de desgaste excesivo, envíe a torno				
4	Revise el cojinete de fricción de la tapa frontal (bronce) , mande a rectificar de ser necesario.				
5	Limpie completamente la carcaza y las partes móviles de la bomba				
6	Revise todos los sellos y cambie de ser necesario.				
7	Arme la bomba nuevamente y conéctela en su sitio de trabajo.				
8	Ralice las pruebas de funcionamiento verificando giro y nivel de vacío.				
9	Entregue a supervisor de turno.				
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			OBSERVACIÓN		
1	Rodamiento				
2	Seguros y pasadores.				
3	Trapos para limpieza.				
4	Sello mecánico rotatorio.				
<b>HERRAMIENTAS</b>					
1	Llaves cola-corona				
2	Llaves allen.				
3	Mazo de hule				
4	Juego de extracción de rodamientos.				
5	Alicates para seguros (internos y externos).				
6	Punzones botadores y barras bronce o aluminio para golpear.				
7	Pistola de lavado.				
8	Engrasadora				
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>					
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.				
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>					
1	Anteojos de seguridad.				
2	Tapones para oídos				
3	Guantes				

Figura 28 Programa de servicio de sistema de filtros

PROGRAMA DE SERVICIO DE SISTEMA DE FILTROS				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Cierre válvulas de alimentación de agua			
2	Desmonte los filtros existentes de agua, si hay anomalías reporte al SM y sustituya el filtro			
3	Observe su estado y reporte al SM si encuentra partículas extrañas en los filtros.			
4	Limpie los filtros con agua y aire comprimido.			
5	Monte los filtros nuevamente			
6	entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			OBSERVACIÓN	
1	Wipe.			
2	Filtros recomendados			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llave Stillson 14"			
2	Manguera con aire comprimido			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos			
3	Guantes			

Figura 29 Programa de mantenimiento de caja reductora

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE CAJA REDUCTORA					
REALIZADO POR			FECHA		
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE	
		SI	NO		
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico al controlador del motor principal.				
2	Vaciar aceite viejo tomando en cuenta evitar derrames, disponer del aceite usado en el sitio destinado para esto				
3	Desmante la caja y sobre un banco de trabajo desármela para el lavado de piezas mecánicas. (marcar lados)				
4	Revise desgastes del tornillo sin fin, enviar a torno, revisar guía de bronce y base.				
5	Desmante los rodamientos para montar rodamientos nuevos, asegurándose que sean de iguales dimensiones y tipo.				
6	Revise el alojamiento del rodamiento en las tapas y mande a rectificar de ser necesario. Ponga retenedores nuevos				
7	Verificar desgastes de engranajes				
8	Monte los nuevos rodamientos en los alojamientos limpios.				
9	Rearme la caja reductora y torquee los tornillos según el manual				
10	Monte la caja en sitio asegúrese del alineamiento correcto				
11	Ponga el aceite nuevo recomendado				
12	Haga girar el rotor lentamente para verificar el sentido de giro				
13	Entregue al supervisor de turno.				
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>		
1	Rodamientos				
2	Sellos, retenedores, seguros				
3	Wipe.				
4	Motor cleaner.				
5	Aceite para cajas reductoras				
6	Permatex				
7	Belomoide				
<b>HERRAMIENTAS</b>					
1	Llaves cola corona milimétricas.				
2	Llaves allen.				
3	Mazo.				
4	Cepillo de acero.				
5	Alicates para seguros(internos y externos).				
6	Punzones botadores y barras de bronce o aluminio para golpear.				
7	Inductor para rodamientos o kit mete-rodamientos.				
8	Pistola de lavado.				
9	Engrasadora				
10	Puente y polipasto para sacar la caja				
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>					
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.				
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>					
1	Anteojos de seguridad.				
2	Tapones para oídos.				
3	Dispositivos de bloqueo energías peligrosa (lockout & tagout)				

Figura 30 Programa de limpieza y revisión de bomba de vacío

PROGRAMA DE LIMPIEZA Y REVISIÓN DE BOMBA DE VACÍO				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico al controlador del motor de bomba.			
2	Desconecte el cable de alimentación del motor marcando la líneas desconectadas aisle los cables de alimentación con tape			
3	Desmante la bomba y sobre un banco de trabajo desármela para el lavado de piezas mecánicas.			
4	Desmante las tapas de la bomba y limpiarlas profundamente eliminando restos de resina o dureza incrustada			
5	Limpie la parte cerámica del sello que entra en contacto con el impulsor, cámbiela de ser necesario			
6	Limpie el impulsor a modo de evitar que las incrustaciones desvalanceen el impulsor y reduzcan la capacidad de la bomba.			
7	Desmante el tubo de ingreso de agua a la bomba y limpie completamente las incrustaciones existentes.			
8	Revise el funcionamiento de la electroválvula, límpiela			
9	Rearme completamente la bomba			
10	Instale la bomba en su posición			
11	Haga pruebas para verificar el sentido de giro y ver si levanta presión			
12	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
1	Lija de varios calibres			
2	Grasa.			
3	Wipe.			
4	Dieléctrico KV-300.			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llaves cola corona milimétricas.			
2	Llaves allen.			
3	Mazo.			
4	Cepillo de acero.			
5	Alicates para seguros ( internos y externos).			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Dispositivos de bloqueo energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 31 Programa de servicio completo del motor de la bomba de vacío

PROGRAMA DE SERVICIO COMPLETO DEL MOTOR DE LA BOMBA DE VACÍO				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico al controlador del motor de bomba.			
2	Desconecte el cable de alimentación del motor marcando la líneas desconectadas aisle los cables de alimentación con tape			
3	Antes de desarmar mida la distancia total del eje, anótelo			
4	Desmante el motor y sobre un banco de trabajo desármelo para el lavado de piezas mecánicas.			
5	Desmante los rodamientos para montar rodamientos nuevos, asegurándose que sean de iguales dimensiones y tipo.			
6	Revise el alojamiento del rodamiento en las tapas y mande a rectificar de ser necesario.			
7	Monte los nuevos rodamientos en los alojamientos limpios.			
8	Con Solvente dieléctrico KV300, lave el bobinado del motor, séquelo bien con aire caliente Y barnice luego con Barniz aislante Dolphs AC - 43, déjelo secar preferiblemente con aire caliente.			
9	Rearme el motor insertando el eje del rotor en el estator, ponga la tapa del frente y ajuste con un mazo de hule			
10	Verifique la posición del eje y golpée suavemente la tapa opuesta para liberar la presión inicial			
11	Con el multimetro de aislamientos, comprobar la resistencia de aislamiento del bobinado de los motores. Medir tanto la continuidad entre bobinados (resistencia eléctrica), como la continuidad entre bobinados y tierra (resistencia de aislamiento)			
12	Reportar valores y observaciones al jefe de mantenimiento dar los valores por escrito p/controlar las tendencias.			
13	Haga girar el rotor manualmente para verificar que no haya quedado pretensado el eje. Si todo está bien, proceda a atornillar el flange.			
14	Instale el motor de nuevo, conéctelo y realice las pruebas de funcionamiento,comprobando el sentido de giro correcto			
15	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>				
1	Grasa.			
2	Rodamientos			
3	Wipe			
4	Motor cleaner			
5	Dieléctrico KV-300.			
6	Barniz aislante dolphs AC-43.			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llaves cola corona milimétricas.			
2	Llaves allen.			
3	Mazo.			
4	Cepillo de acero.			
5	Alicates para seguros ( internos y externos).			
6	Punzones botadores y barras de bronce o aluminio para golpear.			
7	Inductor para rodamientos o kit mete-rodamientos.			
8	Pistola de lavado.			
9	Engrasadora			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Dispositivos de bloqueo energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 32 Programa de servicio completo de bomba de vacío

PROGRAMA DE SERVICIO COMPLETO DE BOMBA DE VACÍO					
REALIZADO POR			FECHA		
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE	
		SI	NO		
1	Desacople las tubería de succión y descarga de la bomba.				
2	Desarme la bomba sobre un banco de trabajo para poder lavar las piezas				
3	Revise el impulsor en señas de desgaste, si existen anomalías reporte al SM y haga el pedido de un impulsor, no cerrar la orden de manto hasta que el estado de la bomba sea satisfactorio				
4	Revise el alojamiento de la parte fija del sello, si hay señas de desgaste haga una orden de trabajo por la rectificación del alojamiento				
5	Limpie completamente la carcaza y las partes móviles de la bomba				
6	Revise todos los sellos y cambie de ser necesario.				
7	Arme la bomba nuevamente y conéctela en su sitio de trabajo.				
8	Revise el funcionamiento de la electro válvula, límpiela				
9	Realice las pruebas de funcionamiento verificando giro y nivel de vacío, entregue a supervisor de turno.				
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>		
1	Rodamientos				
2	Seguros y pasadores				
3	Trapos para limpieza.				
4	Sello mecánico rotatorio.				
<b>HERRAMIENTAS</b>					
1	Llave cola corona				
2	Llaves allen.				
3	Mazo de hule				
4	Juego de extracción de rodamientos.				
5	Alicates para seguros ( internos y externos).				
6	Punzones botadores y barras bronce o aluminio para golpear.				
7	Pistola de lavado.				
8	Engrasadora				
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>					
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.				
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>					
1	Anteojos de seguridad.				
2	Tapones para oídos.				
3	Guantes				

Figura 33 Programa de revisión de filtros de resina y agua

PROGRAMA DE REVISIÓN DE FILTROS DE RESINA Y AGUA				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desmonte los filtros existentes de de agua, si hay anomalías reporte al SM y sustitúyalos			
2	Observe su estado y reporte al SM si encuentra partículas extrañas en los filtros			
3	limpie los filtros con agua y aire comprimido.			
4	Monte los filtros nuevamente			
5	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
1	Wipe.			
2	Filtros recomendados			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llave Stillson 14"			
2	Manguera con aire comprimido			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Guantes			

Figura 34 Programa de revisión del sistema de aspersión

PROGRAMA DE REVISIÓN DEL SISTEMA DE ASPERSIÓN				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico del baño			
2	Revise el estado de la tubería del sistema de aspersión, genere una orden de mantenimiento de observar anomalías			
3	Revise el estado de los sujetores de las tuberías de aspersión, genere una orden de mantenimiento si es necesario hacer modificaciones.			
4	Observar que estén instalados todos los aspersores en la tubería, instalar de ser necesario			
5	Si es posible, pruebe con baja presión el sistema, observe si existe flujo libre en todas las boquillas, reemplazar las taponadas de ser necesario.			
6	Revise la estructura del tanque de recolección de agua, generar una orden de mantenimiento de observar anomalías			
7	Pruebe el correcto funcionamiento del guardanivel del tanque de recolección			
8	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
1	Wipe.			
2	Boquillas aspersoras			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Grasera			
2	Brocha			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Guantes			

Figura 35 Programa de mantenimiento de sellos y estructura de baño.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE UNIDAD DE SELLOS Y ESTRUCTURA DE BAÑO				
REALIZADO POR		FECHA		
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico del baño.			
2	Desmontar sellos de compuertas de inspección actuales			
3	Limpiar superficies completamente			
4	Instalar nuevos empaques			
5	Revise la estructura del baño y haga reparaciones como soldadura y pintura de ser necesario			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>		<b>OBSERVACIÓN</b>		
1	Papel lija, pintura			
2	Removedor de pintura, thinner			
3	Sellos y empaques de fabrica			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Pulidora con grata			
2	Brocha.			
3	Desatornilladores planos, phillips.			
4	Cepillos de acero.			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos.			
3	Guantes			

#### 4.4.3 CORTADORA (SIERRA)

El plan de mantenimiento para cada uno de los componentes de la sierra de describen a continuación en la siguientes figuras.

Figura 36 Programa de verificación del sistema de protección

PROGRAMA DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN					
REALIZADO POR			FECHA		
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE	
		SI	NO		
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo la alimentación al panel, preferiblemente hágalo desde el interruptor principal.				
2	Con un multímetro compruebe que no hay energía presente en el panel antes de iniciar las labores siguientes.				
3	Inspeccione visualmente el cobertor de todos los guardamotores en el panel y el polvo en el panel. Si alguna parte muestra signos de sobrecalentamiento reemplazar el guardamotor por uno nuevo				
4	Pruebe manualmente el guardamotor 5 veces seguidas.				
5	Desconecte completamente todas líneas hacia y desde el guardamotor				
6	Con el multímetro de voltajes, haga una prueba de continuidad entre 2 fases de diferente polaridad, en caso anomalías, avise al SM y busque repuestos y haga el cambio de ser posible. los resultados				
7	En caso de no haber continuidad, desmonte el contactor y límpielo, la resina puede aislar el contactor e inutilizar el contactor, límpielo con solvente y pruebe nuevamente.				
8	Si los resultados persisten, cambiar el guardamotor por uno nuevo.				
9	Reconecte todo al sistema y haga las pruebas de funcionamiento.				
10	Entregue al supervisor de turno.				
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>		
1	Trapos de limpieza.				
	Solvente dieléctrico KV-300				
2	Cinta de aislar				
<b>HERRAMIENTAS</b>					
1	Manguera para aire o aspirador.				
2	Brocha				
3	Desatornilladores planos, phillips.				
4	Llaves allen de 3/8", 1/4", 3/16"				
5	Multímetro de voltajes				
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>					
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.				
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>					
1	Anteojos de seguridad.				
2	Orejeras				
3	Guantes para alta temperatura				
4	Dispositivos de bloqueo para energías peligrosa (lockout & tagout)				

Figura 37 Programa de verificación del sistema neumático

PROGRAMA DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico de la sierra			
2	Revise los pistones de empuje de sierra en busca de fallas en empaques del cilindro, igual los pistones de carro.			
3	Revise las mangueras y racores en búsqueda de fugas y corregir de ser necesario.			
4	En caso de anomalías, consulte si hay disponibilidad de empaques y cambie sellos, retenedores y o rings del cilindro.			
5	Limpiar los ejes de los pistones, limpiar y aplicar grasa apropiada a las guías de los ejes de los pistones.			
6	Limpieza general de mangueras del sistema neumático			
7	Limpieza de válvulas solenoides del sistema neumático			
8	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
1	Wipe			
2	Grasa recomendada			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Grasera			
2	Brocha			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oídos			
3	Guantes			

Figura 38 Programa de cambio de sellos y retenedores

PROGRAMA DE CAMBIO DE SELLOS Y RETENEDORES				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico de la sierra			
2	Antes de desmontar los pistones, proceda a liberar la presión del sistema.			
3	Desmunte cada uno de los pistones del sistema neumático			
4	Llevar los pistones a un banco de trabajo.			
5	Desatornille las partes del cilindro			
6	Remueva los seguros y tornillos instalados en el pistón.a la superficie interna. Si las estrias son muy grandes, cambie el cojinete			
7	Examine el eje del pistón, pulir y ver la inexistencia de estrias grandes, rectifican en el torno de ser necesario			
8	Observe el asiento en búsqueda de desperfectos o estrias que puedieran ocasionar un mal sello.			
9	Reemplace el espaciador, los retenedores del eje del pistón y los O-rings engrase las partes antes de instalarlas para que se facilite el montaje y evitar que se formen estrias en el elemento de sello nuevo			
10	Rearme los pistones y reinstale en su posición original			
11	Desmunte los reguladores de presión			
12	Encienda el equipo, verifique el funcionamiento de los pistones en búsqueda de fallas.			
13	Limpieza general de mangueras del sistema neumático			
14	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
1	Wipe			
	Grasa recomendada			
2	Empaques originales			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Grasera			
2	Brocha			
3	Llaves cola corona milimétricas			
4	Llaves allen			
5	Aplicadora de grasa			
<b>RETROALIMENTACION:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oido			
3	Guantes			

Figura 39 Programa de cambio de empaques de válvulas

PROGRAMA DE CAMBIO DE EMPAQUES DE VÁLVULAS				
REALIZADO POR		FECHA		
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico			
2	Antes de desmontar las válvulas, proceda a liberar la presión del sistema.			
3	Desmunte cada una de las válvulas del sistema neumático			
4	Llevar las válvulas a un banco de trabajo.			
5	Desatornille las partes de la válvula			
6	Remueva los seguros y tornillos instalados en la válvula			
7	Examine el eje del pistón, pulir y ver la inexistencia de estrías grandes,			
8	Observe el asiento en búsqueda de desperfectos o estrías que pudieran ocasionar un mal sello.			
9	Reemplace todos los empaques de las válvulas.			
10	Rearme las válvulas y reinstale en su posición original			
11	Encienda el equipo, verifique el funcionamiento de los pistones en búsqueda de fallas.			
12	Limpieza general de mangueras del sistema neumático			
13	Entregue al supervisor de turno.			
	<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		
1	Wipe			
2	Grasa recomendada			
3	Empaques originales			
	<b>HERRAMIENTAS</b>			
1	Grasera			
2	Brocha			
3	Llaves cola corona milimétricas			
4	Llaves allen			
5	Aplicadora de grasa			
	<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>			
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
	<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>			
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oído			
3	Guantes			

Figura 40 Programa de verificación y limpieza del sistema de traslación

PROGRAMA DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE TRASLACIÓN Y LIMPIEZA				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo la alimentación al panel, preferiblemente hágalo desde el interruptor principal.			
2	Con una manguera con aire a presión limpiar el carro de la sierra, sopletear el motor y las fajas y poleas			
3	Con un wipe limpie cuidadosamente el exceso de grasa y viruta de la pista de traslación. Limpie y verifique que las ruedas giren libremente			
4	Aplique una cantidad razonable de grasa, no exagerar			
5	Revise que las poleas estén fijadas en el eje, verifique el estado de las poleas y cambie de ser necesario.			
6	Revise el nivel de aceite neumático y rellenar de ser necesario.			
7	Revisar que no existan fugas de aceite en los pistones de traslación ni en los del movimiento de corte. (reportar a S)			
8	Revise la unión entre el pistón de traslación y el carro, la unión entre el motor de corte y el pistón de movimiento de corte y la fijación del bastidor de la sierra al piso.			
9	Conecte el equipo y compruebe que la velocidad de retorno del carro no sea demasiado rápida, ajuste si es necesario			
10	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
1	Wipe			
2	Grasa recomendada			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Manguera para aire o aspiradora			
2	Grasera			
3	Brocha			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oído			
3	Guantes			

Figura 41 Programa de servicio completo de motor

PROGRAMA DE SERVICIO COMPLETO DE MOTOR				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico al controlador del motor del motor.			
2	Desconecte el cable de alimentación del motor marcando la líneas desconectadas aisle los cables de alimentación c/tape			
3	Desmunte el motor y sobre un banco de trabajo desármelo para el lavado de piezas mecánicas.			
4	Desmunte los rodamientos para montar rodamientos nuevos, asegurándose que sean de iguales dimensiones y tipo.			
5	Revise el alojamiento del rodamiento en las tapas y mande a rectificar de ser necesario.			
6	Monte los nuevos rodamientos en los alojamientos limpios.			
7	Con Solvente dieléctrico KV300, lave el bobinado del motor, séquelo bien con aire caliente Y barnice luego con Barniz aislante Dolphs AC - 43, déjelo secar preferiblemente con aire caliente.			
8	Rearme el motor insertando el eje del rotor en el estator, ponga la tapa del frente y ajuste con un mazo de hule			
9	Verifique la posición del eje y golpée suavemente la tapa opuesta para liberar la presión inicial			
10	Con el multimetro de aislamientos, comprobar la resistencia de aislamiento del bobinado de los motores. Medir tanto la continuidad entre bobinados (resistencia eléctrica), como la continuidad entre bobinados y tierra			
11	Reportar valores y observaciones al jefe de mantenimiento dar los valores por escrito p/controlar las tendencias.			
12	Haga girar el rotor manualmente para verificar que no haya quedado pretensado el eje. Si todo está bien, proceda a atornillar el flange.			
13	Instale el motor de nuevo, conéctelo y realice las pruebas de funcionamiento,comprobando el sentido de giro correcto			
14	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
	Grasa.			
	Wipe.			
1	Motor cleaner.			
	Dieléctrico KV-300.			
2	Barniz aislante dolphs AC-43.			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llaves cola corona milimétricas.			
2	Llaves allen.			
3	Mazo.			
4	Cepillo de acero.			
5	Alicates para seguros ( internos y externos).			
6	Punzones botadores y barras de bronce o aluminio para golpear.			
7	Inductor para rodamientos o kit mete-rodamientos.			
8	Pistola de lavado.			
9	Engrasadora			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oído			
3	Dispositivos de bloqueo energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 42 Programa de revisión de sistema de transmisión

PROGRAMA DE REVISIÓN DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico de la sierra			
2	Revise completamente la faja en busca de ranuras o desperfectos, en caso de anomalía, cambie la faja			
3	Observe el estado de las poleas, avise al JM en caso de anomalías, compruebe que esté bien ajustado el eje y la polea.			
4	Tome una escuadra y compruebe que las poleas estén alineadas, corregir si es necesario			
5	Compruebe la tensión de la faja, corregir la tensión en caso de ser necesario. No sobretensar la faja.			
6	Limpie la polea y la faja con aire comprimido y si hay restos de aceite desmontar la faja y lavar con agua y detergente.			
7	Revise las placas de tope de faja, si están fracturadas o se cayeron, corregir tan pronto como sea posible			
8	Conecte el equipo y pruébelo en vacío para notar si hay vibración excesiva y/o ruidos anormales.			
9	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
Wipe.				
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Manguera para aire o aspirador.			
2	Brocha.			
3	Escuadra			
4	Nivel de precisión			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oído			
3	Guantes			

Figura 43 Programa de cambio de fajas de transmisión

PROGRAMA DE CAMBIO DE FAJAS DE TRANSMISIÓN				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico de la sierra			
2	Desmante la faja existente			
3	Observe el estado de las poleas, avise al JM en caso de anomalías, compruebe que esté bien ajustado el eje y la polea.			
4	Tome una escuadra y compruebe que las poleas estén alineadas, corregir si es necesario			
5	Instale la faja nueva y compruebe su tensión. No sobretensar la faja.			
6	Conecte el equipo y pruébelo en vacío para notar si hay vibración excesiva y o ruidos anormales.			
7	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
Wipe.				
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Manguera para aire o aspirador.			
2	Brocha.			
3	Escuadra			
4	Nivel de precisión			
<b>RETROALIMENTACIÓN:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere.			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oído			
3	Guantes			

#### 4.4.4 Campaneadora

El programa de mantenimiento preventivo para cada uno de los componentes de la campaneadora se describe a continuación en las siguientes figuras

Figura 44 Programa de limpieza y reapriete de terminales

PROGRAMA DE LIMPIEZA Y REAPRIETE DE TERMINALES				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZO		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo la alimentación al panel, preferiblemente hagalo desde el interruptor principal			
2	Con un multímetro compruebe que no hay energía presente en el panel antes de iniciar las labores siguientes.			
3	Abra todas las puertas de acceso al panel y con una aspiradora recoja todo el polvo en el panel.			
4	Con una manguera de aire comprimido envuelva la punta con trapo o wípe y sople cada componente del panel eléctrico hasta sacar el polvo de entre los componentes, esto incluye los breaker principales y la unidad controladora del motor principal			
5	Lave con solvente dieléctrico (KV300) de ser necesario, esto si hubieren indicios de grasa o contaminantes húmedos, seque bien.			
6	Revisar las conexiones eléctricas, busque indicios de sobre calentamiento, que se note a simple vista o que las mismas se encuentren flojas, reapriete los bornes.			
7	Ordene cableado, coloque tapas de conexiones e identifique, anote cambios de conexiones en el diagrama eléctrico			
8	Revise respuesta de protección de los guardamotors			
9	Revise el estado de micro-switch y sensores, sustitúyalos de ser necesario			
10	Revise batería de automatras, sustitúyala de ser necesario			
11	Cierre bien todas las puertas del panel y limpie bien el área de trabajo.			
12	Retire los elementos de bloqueo en el o los interruptores de alimentación a la maquina y vuelva energizar.			
13	Realice pruebas de funcionamiento de todos los componentes de la maquina, y tome lectura de la corriente, compare la misma con el dato de la placa de los motores, si el consumo es mayor informe al SM, antes de entregar al supervisor de turno.			
14	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>				<b>OBSERVACIÓN</b>
1	Trapos de limpieza			
2	Solvente dieléctrico KV-300			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
2	Manguera para aire o aspirador.			
3	Brocha.			
4	Desatornilladores planos, phillips.			
5	Llaves allen de 3/8", 1/4", 3/16"			
<b>RETROALIMENTACION:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
2	Anteojos de seguridad.			
3	Orejeras			
4	Guantes para alta temperatura			
5	Dispositivos de bloqueo para energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 45 Programa de verificación de sistemas de protección

PROGRAMA DE VERIFICACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZO		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo la alimentación al panel, preferiblemente hágalo desde el interruptor principal			
2	Con un multimetro compruebe que no hay energía presente en el panel antes de iniciar las labores siguientes.			
3	Inspeccione visualmente el cobertor de todos los guardamotores en el panel y el polvo en el panel. Si alguna parte muestra signos de sobrecalentamiento reemplazar el guardamotor por uno nuevo.			
4	Pruebe manualmente el guardamotor 5 veces seguidas			
5	Desconecte completamente todas líneas hacia y desde el guardamotor			
6	Si los resultados no son satisfactorios, cambiar el guardamotor.			
7	Limpie platinos de los contactores,utilice lija 400, realícelo en sobre una superficie plana.			
8	Con el multimetro de voltajes, haga una prueba de continuidad entre 2 fases de diferente polaridad, en caso anomalías, avise al SM y busque repuestos y haga el cambio de ser posible. los resultados			
9	Reaprete bornes de conexiones eléctricas			
10	Ordene cableado, coloque tapas de conexiones e identifique, anote cambios de conexiones en el diagrama eléctrico.			
11	Revise contactos de botoneras, sustitúyalos de ser necesario.			
12	Revise el estado de micro-switch y sensores, sustitúyalos de ser necesario			
13	Revise batería de automatatas, sustitúyala de ser necesario.			
14	Realice pruebas de funcionamiento de todos los componentes de la maquina, y tome lectura de la corriente, compare la misma con el dato de la placa de los motores, si el consumo es mayor informe al SM,antes de entregar al supervisor de turno.			
15	Entregue al supervisor de turno.			
	<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>		
1	Trapos de limpieza.			
2	Solvente dieléctrico KV-300			
3	Cinta de aislar			
	<b>HERRAMIENTAS</b>			
1	Manguera para aire o aspirador.			
2	Brocha.			
3	Desatornilladores planos, phillips.			
4	Llaves allen de 3/8", 1/4", 3/16"			
5	Multimetro de voltajes			
	<b>RETROALIMENTACION:</b>			
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
	<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>			
1	Anteojos de seguridad.			
2	Orejeras			
3	Guantes para alta temperatura			
4	Dispositivos de bloqueo para energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 46 Programa de revisión de sistema neumático

PROGRAMA DE REVISIÓN DE SISTEMA NEUMÁTICO					
REALIZADO POR			FECHA		
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE	
		SI	NO		
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) or completo el suministro eléctrico de la campaneadora.				
2	Revise los pistones de empuje en busca de fallas en empaques del cilindro, igual los pistones de carro.				
3	Revise las mangueras y racores en búsqueda de fugas y corregir de ser necesario.				
4	En caso de anomalías, consulte si hay disponibilidad de empaques y cambie sellos, retenedores y o rings del cilindro.				
5	Limpiar los ejes de los pistones, limpiar y aplicar grasa apropiada a las guías de los ejes de los pistones				
6	Limpieza general de mangueras del sistema neumático				
7	Limpieza de válvulas solenoides del sistema neumático				
8	Verifique funcionamiento de los reguladores de caudal y de presión, sustituyalos				
9	Revise estado de unidad de mantenimiento				
10	Entregue al supervisor de turno.				
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>		
Wipe.					
Grasa recomendada					
<b>HERRAMIENTAS</b>					
1	Grasera				
2	Brocha.				
<b>RETROALIMENTACION:</b>					
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere				
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>					
1	Anteojos de seguridad.				
2	Tapones para oído				
3	Guantes				

Figura 47 Programa de cambio de sellos y retenedores.

PROGRAMA DE CAMBIO DE SELLOS Y RETENEDORES				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo el suministro eléctrico del la campaneadora.			
2	Antes de desmontar los pistones, proceda a liberar la presión del sistema.			
3	Desmunte cada uno de los pistones del sistema neumático			
4	Llevar los pistones a un banco de trabajo.			
5	Desatornille las partes del cilindro			
6	Remueva los seguros y tornillos instalados en el pistón.			
7	Revise el cojinete de fricción del cilindro y con una lija de grosor 240 pule la superficie interna. Si las estrias son muy grandes, cambie el cojinete de fricción.			
8	Examine el eje del pistón, pulir y ver la inexistencia de estrias grandes, rectifican en el torno de ser necesario			
9	Observe el asiento en búsqueda de desperfectos o estrias que pudieran ocasionar un mal sello.			
10	Reemplace el espaciador, los retenedores del eje del pistón y los O-rings engrase las partes antes de instalarlas para que se facilite el montaje y evitar que se formen estrias en el elemento de sello nuevo			
11	Rearme los pistones y reinstale en su posición original			
12	Revise los reguladores de presión y reguladores de caudal e instale nuevos de ser necesario.			
13	Encienda el equipo, verifique el funcionamiento de los pistones en búsqueda de fallas.			
14	Limpieza general de mangueras del sistema neumático			
15	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
1	Wipe			
2	Grasa recomendada			
3	Empaques originales			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Grasera			
2	Brocha.			
3	Llaves cola corona milimétricas.			
4	Llaves allen.			
5	Aplicadora de grasa			
<b>RETROALIMENTACION:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oído			
3	Guantes			

Figura 48 Programa de cambio de empaques de válvula

PROGRAMA DE CAMBIO DE EMPAQUES DE VÁLVULA				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZÓ		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico			
2	Antes de desmontar las válvulas, proceda a liberar la presión del sistema.			
3	Desmante cada una de las válvulas del sistema neumático			
4	Llevar las válvulas a un banco de trabajo.			
5	Desatornille las partes de la válvula			
6	Remueva los seguros y tornillos instalados en la válvula			
7	Revise el bastidor de la válvula y con una lija de grosor 240 pula la superficie interna. Si las estrias son muy grandes cambie la válvula.			
8	Examine el eje del pistón, pulir y ver la inexistencia de estrias grandes, rectificar en el torno de ser necesario			
9	Observe el asiento en búsqueda de desperfectos o estrias que pudieran ocasionar un mal sello.			
10	Reemplace todos los empaques de las válvulas.			
11	Rearme las válvulas y reinstale en su posición original			
12	Encienda el equipo, verifique el funcionamiento de los pistones en búsqueda de fallas.			
13	Limpieza general de mangueras del sistema neumático			
14	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
1	Wipe.			
2	Grasa recomendada			
3	Empaques originales			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Grasera			
2	Brocha.			
3	Llaves cola corona milimétricas.			
4	Llaves allen.			
5	Aplicadora de grasa			
<b>RETROALIMENTACION:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oído			
3	Guantes			

Figura 49 Programa de servicio completo de motor.

PROGRAMA DE SERVICIO COMPLETO DE MOTOR				
REALIZADO POR		FECHA		
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZO		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico al controlador del motor del motor.			
2	Desconecte el cable de alimentación del motor marcando la líneas desconectadas aisle los cables de alimentación c/tape			
3	Desmonte el motor y sobre un banco de trabajo desármelo para el lavado de piezas mecánicas.			
4	Desmonte los rodamientos para montar rodamientos nuevos, asegurándose que sean de iguales dimensiones y tipo.			
5	Revise el alojamiento del rodamiento en las tapas y mande a rectificar de ser necesario.			
6	Revise el estado del colector y mande a rectificar de ser necesario.			
7	Monte los nuevos rodamientos en los alojamientos limpios.			
8	Con Solvente dieléctrico KV300, lave el bobinado del motor, séquelo bien con aire caliente Y barnice luego con Barniz aislante Dolphs AC - 43, déjelo secar preferiblemente con aire caliente.			
9	Rearme el motor insertando el eje del rotor en el estator, ponga la tapa del frente y ajuste con un mazo de hule			
10	Verifique la posición del eje golpee suavemente la tapa opuesta para liberar la presión inicial			
11	Con el multímetro de aislamientos, comprobar la resistencia de aislamiento del bobinado de los motores. Medir tanto la continuidad entre bobinados (resistencia eléctrica), como la conti nuidad entre bobinados y tierra (resistencia de aislamiento)			
12	Reportar valores y observaciones al jefe de mantenimiento dar los valores por escrito p/controlar las tendencias.			
13	Haga girar el rotor manualmente para verificar que no haya quedado pretensado el eje. Si todo está bien, proceda a atornillar el flange.			
14	Instale el motor de nuevo, conéctelo y realice las pruebas de funcionamiento,comprobando el sentido de giro correcto			
15	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>		<b>OBSERVACIÓN</b>		
1	Rodamiento			
2	Grasa			
3	Wipe			
4	Motor cleaner.			
5	Dieléctrico KV-300.			
6	Barniz aislante dolphs AC-43.			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Llaves cola corona milimétricas.			
2	Llaves allen.			
3	Mazo.			
4	Cepillo de acero.			
5	Alicates para seguros ( internos y externos).			
6	Punzones botadores y barras de bronce o aluminio para golpear.			
7	Inductor para rodamientos o kit mete-rodamientos.			
8	Pistola de lavado.			
9	Engrasadora			
<b>RETROALIMENTACION:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oído			
3	Dispositivos de bloqueo energías peligrosa (lockout & tagout)			

Figura 50 Programa de revisión del sistema de bandas de volteo

PROGRAMA DE REVISIÓN DEL SISTEMA DE BANDAS DE VOLTEO				
REALIZADO POR			FECHA	
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZO		RESPONSABLE
		SI	NO	
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout)por completo el suministro eléctrico de la campaneadora			
2	Revise completamente las bandas en busca de ranuras o desperfectos, en caso de anomalía, cambie la banda			
3	Observe el estado de las poleas, avise al JM en caso de anomalías, compruebe que esté bien ajustado el eje y la polea.			
4	Reapriete los ejes y las poleas al torque recomendado			
5	Limpie las poleas y las bandas con aire comprimido y si hay restos de aceite desmontar la faja y lavar con agua y detergente.			
6	Conecte el equipo y pruébelo en vacío para notar si hay ruidos anormales.			
7	Entregue al supervisor de turno.			
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>	
1	Wipe.			
2	Fajas y/o poleas			
<b>HERRAMIENTAS</b>				
1	Manguera para aire o aspirador.			
2	Brocha.			
3	Escuadra			
4	Nivel de precisión			
<b>RETROALIMENTACION:</b>				
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere			
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				
1	Anteojos de seguridad.			
2	Tapones para oído			
3	Guantes			

Figura 51 Programa de revisión del sistema de campaneó

PROGRAMA DE REVISIÓN DEL SISTEMA DE CAMPANEO					
REALIZADO POR			FECHA		
No	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	SE REALIZO		RESPONSABLE	
		SI	NO		
1	Desconecte y bloquee(lockout & tagout) por completo el suministro eléctrico de campaneó				
2	Revise los pistones de empuje de tubo en busca de fallas en empaques del cilindro				
3	Revise el estado de los sujetores de tadoras de tubo. Revisar la inexistencia de fugas en el cilindro.				
4	En caso de anomalías, consulte si hay disponibilidad de empaques y cambie sellos, retenedores y o rings del cilindro.				
5	Limpiar los ejes de los pistones, limpiar y aplicar grasa apropiada a las guías de los ejes de los pistones.				
6	Limpieza general de mangueras del sistema de campaneó.				
7	Entregue al supervisor de turno.				
<b>CONSUMIBLES SUGERIDOS:</b>			<b>OBSERVACIÓN</b>		
Wipe.					
Grasa recomendada					
<b>HERRAMIENTAS</b>					
1	Grasera				
2	Brocha.				
<b>RETROALIMENTACION:</b>					
1	Anote en la orden consumibles, procedimientos, repuestos y herramientas adicionales que ud sugiere				
<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>					
1	Anteojos de seguridad.				
2	Tapones para oído				
3	Guantes				

## 5. ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE UN ALMACÉN DE REPUESTOS

La experiencia en el campo de la ingeniería, enseña que existen ciertos problemas que de una u otra manera son comunes a todas las industrias; no importando el tipo de clasificación en que se encuentre de acuerdo al tamaño de sus operaciones. Claro que las soluciones a estos problemas varían de acuerdo al tiempo, capital disponible, situación actual, política de la empresa y el personal que dispone.

Los problemas que presentan la mayoría de las empresas con respecto a su almacén de repuestos de mantenimiento son:

- Varios almacenes descentralizados; los mismos materiales y equipos se tienen en existencia en dos o más lugares, incrementando el valor del inventario y no se tiene un control eficiente.
- Controles excesivos en el despacho de materiales; los controles pueden ser muy complejos, es decir, que requieren de varias firmas para obtener un repuesto determinado; implicando pérdida de tiempo e ineficiencia del personal de mantenimiento.
- Equipos, repuestos y materiales no identificados adecuadamente; al no contar con un sistema de codificación apropiado, no se podrán identificar rápidamente los repuestos, ni será posible determinar en que lugar se encuentran, etc.
- Método irracionales para solicitar materiales; sistemas muy complejos de compra con papeleo excesivo que motiva a excesos o déficit de materiales,

- No se aplica el concepto de costos de posesión; al no tomar en cuenta dicho concepto, se aumenta sin control la cantidad de materiales en existencia, incrementando el costo total del inventario. El costo de posesión puede variar entre el 10 % y 30 % del costo total del inventario.
- Requisitos inadecuados para obtener cotizaciones, son en algunos casos demasiado estrictos y complicados causando demoras en colocar ordenes de compras, que nos inclinan a comprar materiales de baja calidad a precios muy altos, de igual manera al no existir una norma en lo referente a compras, se cae en el error de adquirir un repuesto que no tiene una semejanza al que realmente se necesita.

Como resultado de lo anterior, se puede dar en forma resumida las siguientes consecuencias por no tener un adecuado almacén de repuestos para mantenimientos:

- 1) Paro prolongados en el sistema productivo por falta de repuestos o materiales, o bien, por no existir o no poderlo localizar dentro del almacén,
- 2) Tiempo ocioso del personal de mantenimiento esperando repuestos o materiales,
- 3) Altos costos de operación de inventario, por adquirir materiales inadecuados y mantener en existencia materiales ya obsoletos,
- 4) Altos costos relacionados al mantenimiento de la planta.

De acuerdo a lo anteriormente descrito, se establecen los objetivos que deben conseguirse con un almacén debidamente planeado en estructura física y administrativa con un mejor control. Y estos objetivos son:

- a) Máximo servicio a producción,
- b) Mínima inversión en materiales en inventario,
- c) Eficiente operación de la planta; bajos costos de operación.

Se puede apreciar que los tres objetivos se encuentran en conflicto, es decir, que para poder cumplir con el inciso a, es necesario mantener un máximo de repuestos para evitar interrupciones y así poder brindar un máximo servicio al departamento de producción, el inciso b, c, sufren para poder alcanzar el inciso a. como se puede apreciar, el cumplimiento de estos objetivos es una tarea difícil y constituye un verdadero ingenio, así como la habilidad de los hombres de ingeniería y mantenimiento o, bien de toda la organización, porque no se trata de alcanzar una meta distinta para cada departamento, sino que es común a todos.

## **5.1 Sistemas de almacenaje**

Existen dos tipos de almacén mas utilizados, de los cuales se consideran sus ventajas que se describen a continuación.

### **5.1.1 Sistemas centralizados:**

- Se evita duplicidad de materiales en existencia reduciendo así el valor del inventario,
- El control de existencia es más sencillo en particular cuando el almacén debe trabajar más de un turno,
- Se aumenta la eficiencia y eficacia del personal encargado del almacén,
- El espacio disponible se usa en forma más eficiente,
- Se simplifica el manejo de materiales ya que se reciben, inspeccionan y almacenan en un mismo lugar,
- Se producen las perdidas de material debido a una mayor supervisión y forma ordenada de manejar los materiales.

### **5.1.2 Sistema descentralizado:**

- Se emplea menos tiempo por el personal de mantenimiento trasladándose al almacén y esperar por los repuestos de mantenimiento,
- Existe un control mas cercano de materiales especialmente por el personal que lo va utilizar,
- Se puede obtener y utilizar mas fácilmente el material o repuesto adecuado para el trabajo de que se trate, porque esta a la mano del personal especializado en esa sección.

En relación a la forma en que operan estos sistemas, es muy difícil poder decir cuál es el más eficiente, pero se recomienda que se utilice el sistema centralizado para los repuestos de la línea de producción y con una pequeña combinación con el sistema descentralizado en lo que se refiere a materiales de uso muy frecuente.

Estos materiales se almacenan en pequeñas cantidades suficientes para un período de tiempo determinado dentro del área del taller, los cuales quedan a responsabilidad del personal del taller. Pero el gran volumen del inventario se debe encontrar en el almacén central, sacando estos materiales por medio de una requisición y se colocan en el área de autoservicio.

Las zonas de autoservicio están situadas en el propio taller de mantenimiento, en donde los mecánicos tiene libre acceso a todo momento para tomar lo que necesiten en forma racional, hay que tomar en consideración que dependerá de la actitud de honradez del personal de mantenimiento para colocar estas zonas de autoservicio, los materiales que se podrían tener en las áreas de autoservicio son los siguientes.

## **5.2 Toma de decisión de que materiales se deben mantener en inventario**

Como ya se menciona anteriormente, que una de la responsabilidad fundamental del departamento de ingeniería y mantenimiento, es decidir que materiales debe mantenerse en existencia; indicando la cantidad mínima razonable a lo que se refiere a repuestos de la línea de producción.

Los repuestos de mantenimiento, son mas costosos que los materiales mecánicos y de ferretería, difíciles de conseguir por ser importados y de uso poco frecuente. Los equipos de protección o equipos auxiliares se utilizan para evitar largas y costosas interrupciones en producción; como por ejemplo motores eléctricos, bombas, reductores de velocidad, etc. ¿Qué sucede sino hay existencia?

Determinar que repuesto es más económico tener en existencia en el inventario de un almacén de mantenimiento, no es una tarea fácil. La toma de decisión normalmente depende de la experiencia que se tenga con la línea de producción, es decir, un registro histórico de los diversos repuestos utilizados para el mantenimiento preventivo y de avería que se ha aplicado a cada máquina, también se debe contar con manuales de las máquinas que incluyen las recomendaciones del fabricante y un listado de repuesto.

Sin embargo es conveniente realizar un análisis riguroso cuando se trate de un repuesto muy costoso o de repuestos complejos, para que sirva como una guía para poder realizar la toma de decisión óptimamente.

Estudios económicos sobre que repuestos de mantenimiento se debe mantener en inventario, incluyen un balance entre el costo de tenerlos en inventario, llamado costo de posesión contra el costo de perdidas de producción sufridas por no tenerlos.

### **5.3 Sistemas de control**

Los controles mínimos recomendados para ayudar positivamente a mejorar la organización de las operaciones del almacén de materiales y repuestos para mantenimiento.

#### **5.3.1 catalogo de existencia**

Poseer un catalogo de existencias en donde se encuentra todos los repuestos y materiales debidamente codificados que hay dentro del almacén, es necesario para el buen funcionamiento del almacén, sin el seria prácticamente imposible localizar los repuestos e identificarlos.

Solamente el encargado del almacén sabría donde se encuentran ciertos repuestos lo cual dificulta el control, ya que los mecánicos suelen darle nombres diferentes a un mismo material o repuesto. Para establecer un catalogo lógico, primeramente se debe dividir los materiales en grupos y subgrupos, de acuerdo con sus características esenciales, dentro de cada grupo los materiales son ordenados alfabéticamente para poderlos encontrar con toda facilidad.

La tabla II presenta los grupos y subgrupos de acuerdo a características esenciales de cada material o repuesto. Los nombres que se le dan a cada material es el más común, pero para evitar errores cada material es identificado con un número de código o símbolo. Es este código el que va identificar el material para pedirlo en el almacén, comprarlo, controlar las existencias y operaciones contables. El símbolo se forma con una letra que identifica el grupo, un numero de orden que identifica al material o repuesto y el numero de suborden que identifica su localización en las estanterías.

Como se puede apreciar que diariamente del almacén, se solicitaran y despacharan un gran número de materiales y repuestos que se encuentran almacenados y, por lo tanto, es necesario contar con un catalogo actualizado; todo sistema de control por medio de catalogo debe contener esencialmente los rubros siguientes:

- Cuales son los materiales y repuesto disponibles en el almacén para realizar un determinado trabajo de mantenimiento,
- Un símbolo o código de identificación para cada material y repuesto ordenado alfabéticamente según el grupo al que pertenece, para una rápida ubicación dentro del catálogo,

- El número de identificación debe contener el lugar de localización dentro del almacén, es muy importante cuando el bodeguero no esta presente, tal será el caso de horas extraordinarias, turnos nocturnos y fin de semana.

Se debe mantener actualizado el movimiento del catalogo lo cual será responsabilidad del encargado del almacén.

### **5.3.2 La tarjeta**

Una tarjeta individual será preparada para cada artículo que se encuentra en el almacén, la cual deberá contener información que permita realizar importantes análisis de los aspectos siguientes:

- El comportamiento de la demanda de cada material o repuesto durante un período determinado de tiempo,
- La tendencia de los precios unitarios de los materiales y repuestos durante varios años.

Tabla II Materiales y repuestos que se deben incluir en un catálogo de existencia

	<b>DESCRIPCIÓN SUMINISTROS</b>
	A Aceites, grasas, desengrasantes, wipe, aceite para cajas reductoras,
	B Empaques, rodamientos, retenedores, boquillas aspersoras.
	C Barnices, solventes.
	D Fajas, poleas,
	E Seguros, pasadores.
	F Materiales electricos.
	G Materiales de limpieza.
	H Equipo de seguridad (anteojos, tapones para oídos, guantes)
	I Herramientas
	J Repuestos

El diseño de una tarjeta individual, debe contar con todas las variables de información que serán muy útiles para el control y organización del almacén; tal información debe ser la siguiente.

#### Anverso

- El código de identificación del material o repuesto,
- Descripción detallada del material o repuesto,
- Localización del material dentro del almacén,
- Existencia mínima del material o repuesto,
- Cantidad máxima y óptima a pedir,
- En la parte inferior de la tarjeta se indicaran las cantidades totales compradas durante un año.

#### Reverso

- Fecha de remisión de la tarjeta al departamento de compras para el reabastecimiento del artículo,
- Cantidad y fecha del pedido,
- Cantidad y fecha del pedido,
- Cantidad en existencia en esa misma fecha,
- Firma de visado por parte del encargado del almacén,
- Precio unitario del material o repuesto.

### **5.3.3 Control de salida de materiales y repuestos del almacén**

Una requisición de material acompañada de su respectiva orden de trabajo totalmente autorizada por el supervisor y jefe de mantenimiento, ocasiona una salida de un artículo del almacén y requiere de controles apropiados para su pronto despacho al solicitante, para que pueda cumplirse la tarea de mantenimiento con la mayor eficacia y eficiencia posible. Hay que tomar muy en cuenta que ningún artículo podrá salir del almacén, sin un documento que respalde dicho movimiento como por ejemplo un vale debidamente autorizado.

Un vale de salida de material debe contener la mayor información posible que facilite una pronta acción de parte del encargado con respecto al control de salidas del almacén, el formato de un vale, que puede ser utilizado para el control de la salida de los materiales se presenta en la figura 52 . En un vale se puede realizar la requisición de uno o más artículos diferentes previamente autorizados. El encargado del almacén verifica y ordena los vales de salida, para luego ser remitidos a la oficina respectiva para su contabilización.

Figura 52 Vale de salida de materiales

VALE DE SALIDA DE MATERIALES		
No		FECHA
SOLICITADO POR EL DEPTO:		
UTILIZADO EN:		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
OBSERVACIONES:		
_____ ENTREGADO POR:		_____ SOLICITADO POR:

#### **5.3.4 Reaprovisionamiento de materiales y repuesto**

Por lo general, el encargado del almacén, es el responsable directo del reaprovisionamiento de todo artículo del almacén; cuando él entrega un artículo verifica de forma visual la cantidad que queda en existencia disponible y la compara con la existencia mínima indicada en la tarjeta.

El punto crítico de esta verificación es cuando la cantidad existente disponible de un determinado artículo es igual o inferior al nivel de existencia mínima fijado y se procederá de la forma siguiente:

- Marcar con una x sobre el vale de salida del artículo que alcanzo el punto critico,
- Remitir la tarjeta de determinado artículo al departamento de compras, luego de haber anotado al reverso, la existencia actual real y la fecha de visado; para iniciar el proceso de compra.

## CONCLUSIONES

1. Un plan de mantenimiento preventivo es más efectivo que un plan de mantenimiento correctivo, debido a que éste ayuda a tomar parámetros que dictan cuándo una máquina puede fallar y evitar paros innecesarios como pérdida de tiempo y dinero, debido a que la producción también se paraliza.
2. El departamento de mantenimiento y producción tienen un papel importante, debido a que el plan de mantenimiento preventivo efectivo depende que tan rápido se realice y sin afectar en gran manera la producción.
3. La buena organización y control de repuesto beneficia la aplicación del plan de mantenimiento preventivo ya que si un repuesto no se encuentra en existencia, podría llevarnos a tener que esperar y paralizar las labores de la línea de producción.
4. Contar con personal seleccionado de acuerdo a sus cualidades y experiencia para cada área, nos ayudará a aplicar un mantenimiento efectivo y óptimo.
5. La retroalimentación en cada aplicación del mantenimiento preventivo a través de los formatos de mantenimiento ayudará a tomar un punto de referencia más claro y rápido al realizar la orden de trabajo.



## RECOMENDACIONES

1. Se debe capacitar constantemente a cada una de las personas que conforman el departamento para que puedan desarrollar su labor de una forma efectiva y eficiente.
2. Debe existir una relación estrecha entre el jefe de mantenimiento y cada una de las personas bajo su mando.
3. Retroalimentar a través de los manuales de los equipos y máquinas para mejorar el plan de mantenimiento,
4. Brindar la herramienta adecuada y en buenas condiciones a cada una de las personas que realizan el mantenimiento para su seguridad.
5. Mantener un historial de trabajos realizados a cada equipo para que cada vez la aplicación y realización de órdenes de trabajo sea más efectiva.



## BIBLIOGRAFÍA

1. NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos. 9ª edición. México: Alfaomega Grupo Editor S:A.1996. 879 pp.
2. ALVARADO DE LEÓN, Hugo Leonel. Determinación de tiempos para preparación de moldes en máquinas inyectoras para accesorios de PVC y su mantenimiento preventivo. Trabajo de graduación Ing. Mecánica Industrial. Guatemala. USAC. Facultad de Ingeniería. 2006. 107 pp.
3. TOLEDO VERLARDE, Pedro Joel. Desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la mejora de la productividad de una línea de sachet para envasar tomate. Trabajo de graduación Ing. Mecánica Industrial. Guatemala. USAC. Facultad de Ingeniería. 2006. 87 pp.
4. Sin autor. Mantenimiento preventivo aplicado. Folleto de Proyectos Técnicos industriales (PTI).
5. JERÓNIMO MORALES, Harley William. Automatización de una inyectora de plástico, Trabajo de graduación Ing. Mecánica Eléctrica. Guatemala. USAC. Facultad de Ingeniería 2005. 116 pp.
6. MONROY PERALTA, Fredy Mauricio. Principios básicos de mantenimiento. Guatemala. Centroamérica. S.I. 2003 31pp.

