



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

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL
DEPARTAMENTO DE TEJEDURÍA EN UNA EMPRESA TEXTIL**

Lester Eliodoro Quinteros Rodríguez

Asesorado por el Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco

Guatemala, septiembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL
DEPARTAMENTO DE TEJEDURÍA EN UNA EMPRESA TEXTIL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LESTER ELIODORO QUINTEROS RODRÍGUEZ

ASESORADO POR EL ING. ESDRAS FELICIANO MIRANDA OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
EXAMINADOR	Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL DEPARTAMENTO DE TEJEDURÍA EN UNA EMPRESA TEXTIL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 23 de septiembre 2015.



Lester Eliodoro Quinteros Rodríguez

Guatemala, 8 de marzo del 2017

Ingeniero
Roberto Guzmán Ortiz
Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

De mi consideración

Al referirme, muy atentamente, al nombramiento que se me hiciera por parte de la Dirección a su cargo, con fecha 23 de septiembre del año 2017, con relación al trabajo de graduación titulado **"PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL DEPARTAMENTO DE TEJEDURÍA EN UNA EMPRESA TEXTIL"**, desarrollado por el estudiante universitario Lester Eliodoro Quinteros Rodríguez, me permito informarle que dicho trabajo fue realizado bajo mi dirección, cumpliendo con los preceptos y normas académicas de nuestra casa de estudios.

Al concluirse satisfactoriamente el trabajo realizado por el señor Quinteros, y, habiendo efectuado la revisión correspondiente, no me resta más que dar mi aprobación al referido trabajo para los efectos de graduación profesional en el campo de la Ingeniería Mecánica.

Sin otro particular, soy de usted, con las muestras de mi consideración más distinguidas,



Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
Colegiado 4637
Asesor

Ing. Esdras Miranda Orozco
COLEGIADO 4637



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.124.2017

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL DEPARTAMENTO DE TEJEDURÍA EN UNA EMPRESA TEXTIL**, desarrollado por el estudiante **Lester Eliodoro Quinteros Rodríguez**, CUI **2606-04860-0101**, Registro Académico **200313244**, recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"


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



Guatemala, marzo 2017

Nueva Guatemala de la Asunción, 5 de julio de 2017

Unidad de Lingüística
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

A quien corresponda:

Por este medio informo que he leído el trabajo de graduación: PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL DEPARTAMENTO DE TEJEDURÍA EN UNA EMPRESA TEXTIL, presentado por Lester Eliodoro Quinteros Rodríguez, estudiante de la Escuela de Ingeniería Mecánica, adscrita a la Facultad de Ingeniería. En dicha tesis he realizado las correcciones de redacción y estilo.

Atentamente,


Dra. Virsa Valenzuela Morales
Colegiada activa: 6,237

Virsa Valenzuela Morales
Licenciada en Letras
Colegiada No. 6237



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

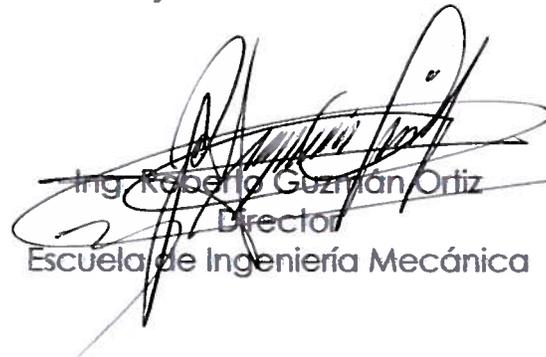
Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.244.2017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria del trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL DEPARTAMENTO DE TEJEDURÍA EN UNA EMPRESA TEXTIL**, del estudiante **Lester Eliodoro Quinteros Rodríguez**, CUI **2606048600101**, **Registro Académico 200313244** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala septiembre de 2017

/aej

Universidad de San Carlos
De Guatemala

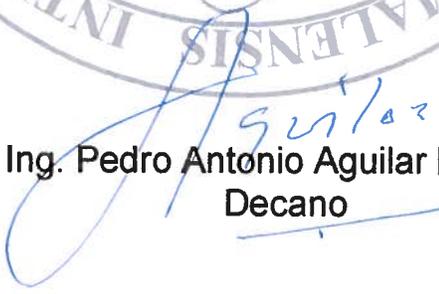


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.418.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL DEPARTAMENTO DE TEJEDURÍA EN UNA EMPRESA TEXTIL**, presentado por el estudiante universitario **Lester Eliodoro Quinteros Rodríguez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, septiembre de 2017

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser mi proveedor y fuerza en todos los aspectos de mi vida.
Mi esposa	Por todo su amor, paciencia, motivación y apoyo para alcanzar mis metas, porque por ella y nuestros futuros hijos busco ser cada día un mejor hombre.
Mis padres	David y Arcadia, por haberme motivado a alcanzar esta meta, su amor incondicional, los consejos y valores que toda la vida me acompañarán.
Mis hermanos	Irma, Williams y Julio por su ejemplo y apoyo en todo momento.
Mis pastores	Porque con su ejemplo me enseñan a seguir adelante.
Mi familia	Cuñados, tíos, primos, sobrinos y suegros por estar siempre pendiente de mi vida.
Mis amigos	Por todo su apoyo en los momentos indicados.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ofrecerme las bases del conocimiento.
Facultad de Ingeniería	Por darme lo esencial para convertirme en profesional.
Empresa Polyproductos de Guatemala S.A.	Por confiar en mí al darme mi primer trabajo profesional, desarrollarme en ella y permitirme realizar este trabajo de graduación en su empresa.
Ing. Esdras Miranda	Por su paciencia en la asesoría del presente trabajo.
Ing. Carlos Pérez	Por su paciencia en la asesoría y motivación para realizar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	1
1.1. Historia de la industrial textil en Guatemala.....	1
1.2. Urdido	4
1.3. Telares planos	4
1.3.1. Máquina de tejer con proyectil “Sulzer”	4
1.3.2. Estructura de la máquina.....	6
1.3.2.1. Accionamiento	7
1.3.2.2. Instalación de control.....	7
1.3.2.3. Desenrollamiento de la urdimbre y regulación del tejido.....	7
1.3.2.4. Dispositivo elevador de calada	8
1.3.2.5. Dispositivo buscatrama.....	8
1.3.2.6. Mecanismo de disparo.....	8
1.3.2.7. Transporte de retorno del proyectil	9
1.3.2.8. Accionamiento del batán	10
1.3.2.9. Mecanismo de recepción.....	10
1.3.2.10. Mecanismo de orillos y mecanismo de orillos intermedios.....	10
1.4. Mantenimiento preventivo.....	11

1.4.1.	Jerarquización de las labores de la administración de mantenimiento.....	11
1.4.1.1.	Sistema	11
1.4.1.2.	Estructura.....	12
1.4.1.3.	Proceso	12
1.4.1.4.	Procedimiento	13
1.4.1.5.	Técnica.....	14
1.4.1.6.	Método	14
1.4.1.7.	Herramienta.....	15
1.4.2.	Mantenimiento preventivo, PM.....	18
1.4.3.	Mantenimiento productivo total, TPM	22
1.4.4.	Implementación del TPM.....	24
1.4.5.	Indicadores del TPM	25
1.4.5.1.	OEE y OPE	25
1.4.5.2.	Análisis PM.....	26
1.4.5.3.	RCM	27
1.4.5.4.	Mantenimiento basado en la eficiencia, ECM	29
1.4.6.	Elección de técnica	31
1.5.	Estructura de administración del mantenimiento.....	32
1.6.	Factores que incrementan la importancia del mantenimiento preventivo.....	34
1.6.1.	Investigación de campo.....	34
1.6.2.	Efectos del cliente en el mantenimiento	35
1.6.3.	Efectos del volumen de producción en el mantenimiento.....	37
1.6.4.	Efectos de la cultura organizacional en el mantenimiento.....	38

2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO	41
2.1.	Estructura organizacional del mantenimiento	41
2.2.	Fallas comunes	42
2.2.1.	Accionamiento de lizos	42
2.2.1.1.	Funcionamiento	42
2.2.1.2.	Falla	43
2.2.2.	Mecanismo regulador de tejido.....	44
2.2.2.1.	Funcionamiento	44
2.2.2.2.	Falla	45
2.2.3.	Regulador de urdimbre mecánico.....	45
2.2.3.1.	Funcionamiento	45
2.2.3.2.	Falla	46
2.2.4.	Circulación de proyectiles.....	47
2.2.4.1.	Funcionamiento	47
2.2.4.2.	Falla	47
2.3.	Control de repuestos	48
2.4.	Controles de mantenimiento.....	48
3.	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	51
3.1.	Organización	51
3.1.1.	Estructura organizacional	52
3.2.	Componentes del área de mantenimiento.....	54
3.2.1.	Coordinador del área de mantenimiento.....	56
3.2.2.	Técnico de mantenimiento.....	57
3.3.	Organigrama.....	59
3.4.	Sistema de mantenimiento	60
4.	PLAN DE MANTENIMIENTO	63

4.1.	Mantenimiento correctivo	63
4.2.	Mantenimiento preventivo	64
4.2.1.	Mantenimiento diario	65
4.2.2.	Mantenimiento mensual	66
4.2.3.	Mantenimiento semestral	68
4.3.	Lubricación.....	78
4.3.1.	Aplicación de los lubricantes	78
4.3.2.	Cuidado de las ruedas dentadas cilíndricas	80
4.3.3.	Cuidado de las cadenas de rodillos.....	80
4.3.4.	Cuidado de los motores de accionamiento.....	81
4.3.5.	Cuidado del sistema de agujas VSK	82
4.3.6.	Limpieza de las máquinas	82
4.3.7.	Servicio de lubricación semanal	83
4.3.8.	Servicio de lubricación en los cambios de urdimbre	84
4.3.9.	Servicio de lubricación semestral	84
4.4.	Documentación	87
4.4.1.	Órdenes de trabajo.....	87
4.5.	Hojas de control	89
4.6.	Herramientas para la administración del mantenimiento.....	92
4.6.1.	Índice ICGM (RIME)	92
4.6.2.	Análisis de problemas	94
4.6.3.	Inventario jerarquizado.....	94
4.6.4.	Costo mínimo de mantenimiento.....	94
4.6.5.	Mantenibilidad y fiabilidad del equipo	95
4.6.6.	AMEF	95
4.6.7.	Herramientas del mantenimiento.....	97
5.	CONTROL DE REPUESTOS	99

5.1.	Repuesto mantenimiento correctivo	99
5.2.	Repuestos mantenimiento preventivo mensual	101
5.3.	Repuestos mantenimiento preventivo semestral	103
5.4.	Lubricantes	105
5.5.	Análisis de costos	105
5.6.	Proyección consumo anual de repuesto.....	106
6.	INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD EN EL MANTENIMIENTO.....	109
6.1.	Plan de aplicación a corto plazo	109
6.1.1.	Planes de acción	111
6.1.2.	Medición y análisis.....	113
6.2.	Indicadores de procesos.....	114
6.3.	Datos recolectados.....	115
6.4.	Ventajas y dificultades al desarrollo del plan de mantenimiento	115
6.5.	Mejoras continuas	116
	CONCLUSIONES	119
	RECOMENDACIONES	121
	BIBLIOGRAFÍA	123
	ANEXOS	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Máquina de tejido plano Sulzer PU	5
2.	Estructura de la máquina	6
3.	Mecanismo de disparo	9
4.	Sistema de administración del mantenimiento	17
5.	Diagrama de mantenimiento preventivo	20
6.	Eficiencia global del equipo	26
7.	ECM.....	30
8.	Gráfica de la estructura de administración del mantenimiento	32
9.	Factores que influyen en la importancia del mantenimiento preventivo.....	35
10.	Distribución del personal actual	41
11.	Accionamiento de lizos.....	43
12.	Mecanismo regulador del tejido	44
13.	Regulador de tejido mecánico.....	46
14.	Organigrama de propuesta de distribución de personal.....	60

TABLAS

I.	Aplicación de técnicas de mantenimiento	31
II.	Tiempo muerto por fallas comunes por telar	48
III.	Asignación a mecánicos de trabajos de mantenimiento correctivo	64
IV.	Mantenimiento preventivo de las máquinas según instrucciones de servicio.	65

V.	Tabla de control de mantenimiento preventivo mensual.....	67
VI.	Tablas de control 1 para el servicio de mantenimiento semestral	70
VII.	Tablas de control 2 para el servicio de mantenimiento semestral	71
VIII.	Tablas de control 3 para el servicio de mantenimiento semestral	72
IX.	Tablas de control 4 para el servicio de mantenimiento semestral	73
X.	Tablas de control 5 para el servicio de mantenimiento semestral	74
XI.	Tablas de control 6 para el servicio de mantenimiento semestral	75
XII.	Resumen de supervisión de mecanismos del mantenimiento semestral	77
XIII.	Programa de cambios de lubricante	79
XIV.	Cargas aproximadas de aceite por mecanismo	80
XV.	Revoluciones máximas del telar recomendadas.....	82
XVI.	Frecuencia de lubricación	83
XVII.	Tipo de aceite por aplicar según mecanismo.....	84
XVIII.	Lubricación semestral.....	85
XIX.	Resumen de trabajos de lubricación.....	86
XX.	Formato de orden de mantenimiento correctivo	89
XXI.	Formato de control de cambios de aceite de excéntrica, batán, caja de disparo y recepción.....	90
XXII.	Formato de control de mantenimiento correctivo	90
XXIII.	Formato de control de mantenimiento mecánico mensual.....	91
XXIV.	Formato de control de lubricación mensual	91
XXV.	Formato de revisión semanal de RPM.....	92
XXVI.	Aplicación de las herramientas para la administración del mantenimiento	97
XXVII.	Repuesto de consumo en mantenimiento correctivo	100
XXVIII.	Repuesto de consumo en mantenimiento preventivo mensual.....	102
XXIX.	Repuesto de consumo en mantenimiento preventivo semestral.....	104

XXX.	Lubricantes utilizados en el mantenimiento del departamento de tejeduría	105
XXXI.	Proyección de consumo de repuestos anual.....	107

GLOSARIO

Artículo	Juego de piezas para poder construir un determinado tejido.
Cabo	Conjunto de fibras ordenadas y torcidas juntas.
Calada	Espacio formado entre dos capas de hilos de urdimbre por donde se introduce la pasada de trama.
Calibrado del telar	Para el funcionamiento del telar se tiene que preparar el mismo, calibrando el movimiento de pinza y calada según el artículo por tejer.
Contramaestre	Técnico especializado en ajustes mecánicos y textiles de un telar plano.
Densidad de trama	Número de pasadas de trama en una medida determinada, depende de la compresión y grosor de los hilados.
Densidad de urdimbre	Número de hilos de urdimbre en una medida determinada, depende del espaciamiento y grosor de los hilos.

Discontinua	Tramas parciales que son montadas en elementos guía, los que pueden retirarse luego de terminado el tejido.
ECM	Mantenimiento basado en la eficiencia.
ES	Máquina de tejer a un color.
Estructura textil	Supone la existencia de elementos flexibles cuyas leyes de entrelazamiento determinan un sistema para generar una superficie. Las estructuras se clasifican acorde al número o conjunto de elementos que intervienen en ella y a las relaciones que se establecen entre ellos.
Gasa vuelta	Técnica de tejido en telar en la que se cruzan urdimbres para lograr efectos de calado. Los cruces son conservados por cada pasada de trama y deben ir alternando su dirección para evitar la torsión de la superficie.
Huso	Instrumento para hilar, compuesto de una pieza vertical construida de una delgada pieza cilíndrica, generalmente de madera, a la que se fija un disco o tortera como contrapeso.
ICGM	Índice de clasificación para los gastos de mantenimiento.

Ligamento	Es la ley según la cual los hilos se cruzan y enlazan con las pasadas para formar el tejido. También se da este nombre a la representación gráfica de dicha ley en el papel cuadriculado.
Lizos o tablas	Son los marcos en los cuales se colocan las mallas por donde pasan los hilos de urdimbre, pieza del telar que sirve para seleccionar los hilos de cada calada y controlar el orden en el levantamiento de los hilos, facilitando la ejecución de una determinada estructura y sus variantes.
Malla	Estructura en base a un elemento horizontal cuyo enlace continuo conforma filas que generan la superficie textil.
MS	Máquina de tejer a varios colores y mezclador de trama.
OEE	Eficiencia general de los equipos.
Papel cuadriculado	Es la superficie en la cual se representan los ligamentos, donde las filas verticales de cuadritos representan los hilos de urdimbre y las filas horizontales representan la pasadas. Los hilos se cuentan de izquierda a derecha y las pasadas de abajo hacia arriba.

Pasada	Lanzamiento de un proyectil a través de la urdimbre, puede llevar o no un hilo de trama, representa una revolución completa del telar.
PM	Mantenimiento preventivo.
RCM	Mantenimiento centrado en la confiabilidad.
Remeter	Es la operación que tiene por objeto introducir o pasar cada uno de los hilos de urdimbre en la horquilla, malla y peine.
Remetido	Es el orden en que están pasados los hilos de la urdimbre por las mallas de los lizos. También se da este nombre a la representación gráfica de dicho orden (conocido como repaso), es decir que los hilos deben pasar por las mallas de los distintos lizos con un orden previamente fijado.
Rueda de cambio	Rueda dentada que se utiliza para cambiar la relación de engranajes de la cual depende la densidad de trama.
Sarga	Estructura tejida en telar cuyos puntos de entrelazamiento son desplazados en cada pasada logrando una imagen visual de líneas diagonales, su módulo estructural se cumple con un mínimo de tres hilos y tres pasadas.

Tejido plano	El tejido plano está conformado por dos tipos de hilado en su estructura: hilado que va longitudinalmente a la tela que se denomina hilado de urdimbre. El otro hilado es el que va transversalmente a la longitud, o sea a lo ancho de la tela.
Tejido	Es el género que se obtiene del enlace y cruzamiento de dos series de hilos.
Tela	Es la manera más sencilla de estructurar un tejido, levantando en una pasada los hilos impares y en la siguiente los pares, su módulo estructural se cumple con un mínimo de dos hilos y dos pasadas. El tejido producido no tiene revés.
Tiempo muerto	Tiempo en el cual una máquina está disponible para producir pero permanece parada por una falla mecánica.
TPM	Mantenimiento productivo total.
Trama	Serie de hilos que se encuentra en forma horizontal delante de la máquina, cada uno de sus elementos se denomina pasada o luchaje.
Urdimbre y trama	Estructura tejida en telar realizada con urdimbres y
Urdimbre	Serie de hilos longitudinal que determina el ancho del tejido.

RESUMEN

La maquinaria para tejido plano con proyectil Sulzer utilizada en la industria como la primera máquina del sistema de construcción sin lanzadera, se considera actualmente como la más conocida, y al mismo tiempo, la de mayor éxito entre las máquinas de tejer sin lanzaderas. Estas máquinas cuentan con mecanismos complejos los cuales pueden causar serios problemas si tienen un plan de mantenimiento programado.

Las técnicas utilizadas dentro del plan de mantenimiento pueden ser variadas, entre las que se están TPM, RCM, PM, ECM. Por lo tanto, la realización sistemática del plan mantenimiento es una condición obligatoria para un funcionamiento impecable de la tejeduría.

Se debe tomar en cuenta también la importancia del recurso y los diferentes paros que pueda tener la maquinaria, los cuales afectarán económicamente como menos o más al costo del mantenimiento. La importancia de calcular el costo por mantenimiento de cada uno de los recursos físicos es muy útil para conocer la cantidad óptima de mantenimiento que se le debe proporcionar a cada elemento para no tener pérdidas por falta o exceso de mantenimiento.

OBJETIVOS

General

Proponer un plan de mantenimiento para el departamento de tejeduría en una empresa textil.

Específicos

1. Conocer los diferentes tipos y serie de máquinas utilizadas en el departamento.
2. Analizar la situación actual de paros por fallas mecánicas en la maquinaria.
3. Proponer un plan de mantenimiento según especificaciones del fabricante.
4. Elaborar controles de la existencia de repuestos para plantear una proyección de consumo anual y poder cumplir con las exigencias en producción del departamento.
5. Proponer métodos que actualicen la aplicación de la administración del mantenimiento en la empresa.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la industria textil en Guatemala ha llevado a este mercado a ser una de las actividades industriales más importante en el país, por lo que las exigencias en calidad y tiempo de entrega de los productos terminados cada vez son mayores. Parte importante para el alcance de estos estándares de calidad y entregas en el menor tiempo posible está determinado por el buen funcionamiento de la maquinaria que elabora estos productos porque una falla afecta la eficiencia y productividad de la empresa. Debido a esto se ha visto la necesidad de implementar planes de mantenimiento programados y métodos acordes con las necesidades de la maquinaria utilizada en estos procesos.

Un buen plan de mantenimiento asegura la disminución de tiempos muertos por fallas mecánicas, el aumento de tiempo de vida de los equipos, reducción de costos en repuestos, mejora en la calidad de los productos y es garantizado por su aporte a la competitividad a través del aseguramiento de la confiabilidad del equipo, maquinaria e instalaciones del departamento.

Este departamento no cuenta con un plan de mantenimiento programado y se basa en mantenimiento correctivo solamente. Tiene un consumo elevado de repuesto y acumulación de tiempo muerto por reparación mecánica, por lo cual se pretende plantear una solución utilizando el mantenimiento preventivo y métodos de mantenimiento para una buena administración del mantenimiento en general.

1. CONCEPTOS BÁSICOS

1.1. Historia de la industrial textil en Guatemala

Guatemala es un país predominantemente agrícola. El suelo fértil es el recurso principal. Sin recursos minerales, como hierro y carbón, el potencial industrial de Guatemala siempre ha sido limitado. No se han desarrollado industrias pesadas y la posibilidad de fomentarlas es muy limitada.

Las industrias procesan y convierten las materias primas en formas más utilizables y valiosas, mediante el uso de máquinas y procedimientos químicos complicados. El modo industrial incluye la automatización, la uniformidad y la producción en masa. Es un sistema diferente del modo artesanal. En los talleres artesanales, la gente fabrica artículos manualmente, con la ayuda de herramientas sencillas. Los talleres son pequeños, por lo general administrados por una familia, y emplean solamente pocos trabajadores manuales. La producción es limitada y consume mucho tiempo, aunque por la atención dedicada a cada artículo se puede producir un objeto fino. En las empresas industriales, los obreros emplean maquinaria para producir en grandes cantidades, con lo cual se reduce el tiempo y se baja el precio.

La Revolución Industrial consistió en el rápido cambio de los métodos de producción que comenzó en Inglaterra alrededor de 1750. La transformación se extendió de allí a la Europa occidental y al norte de los Estados Unidos. Aunque no fue un fenómeno adjudicable exclusivamente a los ingleses, fueron estos quienes señalaron el camino en la producción de textiles, la metalurgia basada en el hierro, y el desarrollo de la máquina de vapor. La industria textil, merced a

un buen número de importantes inventos, llegó a ser una fuente decisiva en el intercambio con el exterior y fuente de orgullo nacional. A fines del siglo XVIII, la producción mecanizada permitió a los empresarios elaborar los textiles de algodón de alta calidad y de bajo precio, que el mundo demandaba.

El primer contacto de Guatemala con la industria de Inglaterra se efectuó por medio del comercio de algodones británicos. Dondequiera que la industria entraba en contacto con la artesanía, esta disminuía y generalmente desaparecía. La única inmunidad conocida era otra actividad similar de competencia. Los guatemaltecos no adquirieron inmunidad alguna de este tipo, puesto que no desarrollaron ninguna actividad industrial. Unos cuantos talleres artesanales producían una variedad de artículos para el consumidor, que incluía textiles, productos de cuero, cigarrillos y aguardiente.

Fue en vísperas de la Independencia, al menguar el poder y el prestigio de los españoles en el istmo, que los textiles británicos hallaron el camino de ingreso al mercado de Guatemala, con predecibles resultados devastadores para la industrial artesanal. En esta época las autoridades españolas liberales permitieron que los comerciantes centroamericanos importaran textiles ingleses; este negocio creció rápidamente y rindió muy buenas ganancias a unos pocos guatemaltecos.

Los textiles británicos inundaron el mercado guatemalteco e hicieron descender el precio de las telas en un 75 %, o sea de doce a tres reales por yarda. Los fabricantes textiles guatemaltecos no podían competir con los británicos en tales condiciones. Antes de 1810, los guatemaltecos vendieron a los mexicanos entre 35 000 y 40 000 pesos en artículos de algodón. Con los ingleses en el mercado, no podían vender sus telas de algodón, aun a precios drásticamente reducidos. La introducción de artículos de algodón inglés

(prendas de vestir), baratos y de alta calidad, paralizó y finalmente destruyó la recién nacida industria guatemalteca.

Pasaron décadas antes que la industria textil se recuperara de los devastadores efectos causados por la importación de textiles británicos a principios del siglo XIX. Las telas guatemaltecas producidas manualmente no podían competir ni en calidad ni en cantidad con los artículos británicos. La mecanización representaba el único medio de recuperación, y Cantel es el primer triunfo industrial de Guatemala.

Para asegurar su inversión, los hermanos Sánchez (dueños de Cantel) solicitaron de inmediato la asistencia gubernamental, y aparentemente utilizaron su influencia política para hacer prosperar sus intereses particulares. Es así como el gobierno eximió a la compañía de impuestos sobre la importación de la maquinaria y las materias primas. Los productores guatemaltecos de algodón no podían satisfacer la demanda de Cantel, ni esta fábrica podía satisfacer las necesidades de la población, lo que fue bien aprovechado por los pocos comerciantes guatemaltecos que traían del viejo continente prendas de vestir que eran adquiridas por la aristocracia guatemalteca.

Pero es en el inicio de la década de 1980 cuando la industria de la confección en Guatemala alcanza cuotas de mayor impacto, con la llegada de mayor inversión extranjera, principalmente asiática.

Para atraer esta inversión extranjera, el gobierno de Guatemala otorgó facilidades a las industrias transnacionales en forma de ventajas arancelarias y beneficios fiscales, mediante el Decreto Número 29-89, “Ley de fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de Maquila”, lo que conlleva la

diversificación de la exportación, anteriormente concentrada en productos primarios de origen agropecuario.

1.2. Urdido

Consiste en obtener a partir de varios grupos de hilos la urdimbre. Dichos hilos son jalados a través de un peine del castillo de la urdidora, enrollando uno por uno todos los grupos de hilos denominados portadas en el tambor de la urdidora, en el que se producen de 12 – 14 piezas. Estas operaciones se llevan a cabo en la máquina denominada urdidora. Una vez obtenidos los hilos longitudinales, estos son enrollados en carretes, los cuales serán transportados a los telares.

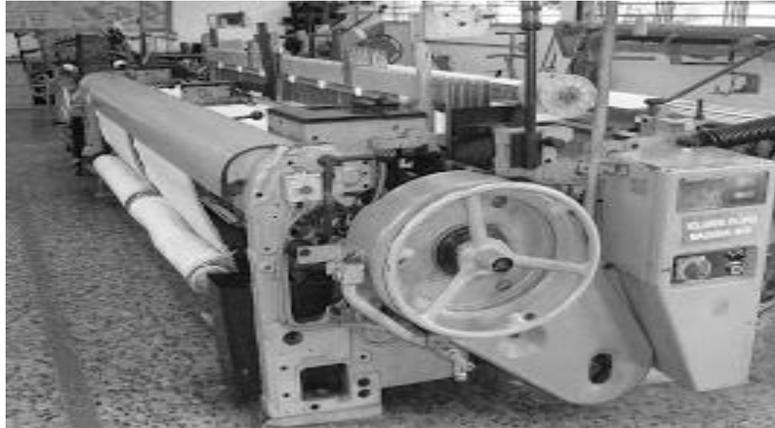
1.3. Telares planos

En la industria de tejido plano, actualmente existen diversos tipos de máquinas, entre ellas los telares de pinza, agua, aire y proyectil, en donde la diferencia radica en la forma de inserción la trama.

1.3.1. Máquina de tejer con proyectil “Sulzer”

La máquina tejer con proyectil Sulzer utilizada en la industria como la primera máquina del sistema de construcción sin lanzadera, se considera actualmente como la más conocida, y al mismo tiempo, la de mayor éxito entre las máquinas de tejer sin lanzaderas. En la serie de tipo PU, la máquina alcanza un alto nivel en lo referente a la universalidad, productividad y perfección técnica, resultado de la constante evolución. Base del éxito de la máquina son su alta capacidad de inserción de la trama y sus universales posibilidades de aplicación.

Figura 1. **Máquina de tejido plano Sulzer PU**



Fuente: www.tejidoplano2009.blogspot.com, 16 de marzo 2017.

La máquina elabora hilados:

- Algodón y lana
- Hilados peinados y cardados
- Fibras químicas
- Fibras cortadas como hilados continuos celulósicos y sintéticos
- Fibras de líber
- Yute, cáñamo y ramio
- Fibras inorgánicas como hilos de metal o fibras de vidrio

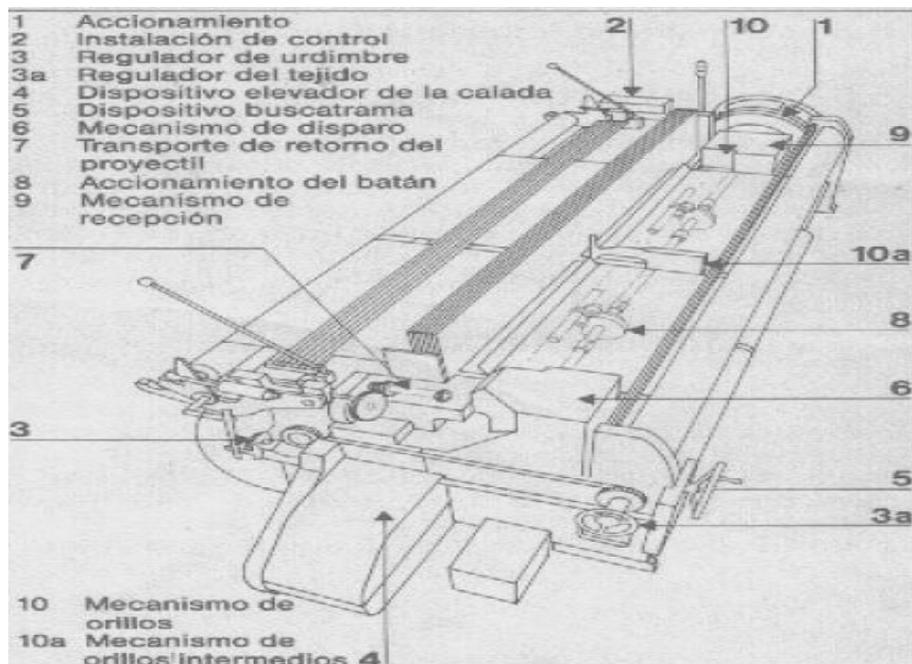
La máquina de tejer PU se suministra como máquina a un color, como selector de trama y como máquina de varios colores, con un máximo de seis clases anchos desde 2,20 hasta 5,45 metros.

La posibilidad de variar el ancho es variable con orillos sólidos en ambos lados, otorga a la máquina una flexibilidad incomparable respecto de los anchos del tejido.

1.3.2. Estructura de la máquina

Esta máquina proporciona un cuidadoso manejo de la urdimbre y de la trama, dimensiones compactas, y una producción económicamente eficiente de tejidos de alta calidad. En este modelo de máquina se puede comprobar la alta velocidad de producción así como el bajo nivel de vibraciones.

Figura 2. Estructura de la máquina



Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquinas de tejer*. Sección B3 pág. 1.

1.3.2.1. Accionamiento

El accionamiento de la máquina se verifica desde el motor, a través de correas trapezoidales y ruedas volantes. Las ruedas volantes pueden girar libremente sobre el eje de accionamiento, mientras que el disco de acoplamiento, situado entre medio, está fijamente unido a él: al acoplar el embrague, el giro de las ruedas volantes se transmite al eje de accionamiento a través del disco de acoplamiento.

1.3.2.2. Instalación de control

La instalación de control vigila la función mecánica de los diferentes grupos de la máquina de tejer y, en caso de averías, detiene la máquina, esto sucede mecánica o eléctricamente, según sea la clase de averías. Las causas de parada individuales se abarcan eléctricamente y se indican en el armario de mando. Cuando la instalación de control ha reaccionado, la máquina de tejer no puede ponerse otra vez en marcha hasta que la avería se haya remediado.

1.3.2.3. Desenrollamiento de la urdimbre y regulación del tejido

La regulación de la urdimbre en los modelos estándar se hace por el portahilos mediante un sistema de palancas y un embrague de discos. Gracias a la construcción elegida resulta posible adaptar en amplios límites la tensión que una vez ajustada, permanece prácticamente constante desde el plegador lleno al plegador vacío. Si se emplean dos plegadores gemelos, las diferencias de enrollamiento se compensan por medio de un mecanismo diferencial.

1.3.2.4. Dispositivo elevador de calada

La máquina de excéntricas y la ratiera, contienen un dispositivo elevador de la calada con el que todos los lizos pueden colocarse a la misma altura (posición de calada cerrada). Esto simplifica el remetido de roturas de hilos de urdimbre.

1.3.2.5. Dispositivo buscatrama

Con el dispositivo buscatrama pueden moverse simultáneamente hacia adelante y hacia atrás los mecanismos de formación de la calada y el enrollamiento del tejido, por ejemplo, después de romper un hilo de trama. En máquinas de tejer a varios colores, se acciona al mismo tiempo de cambio de color.

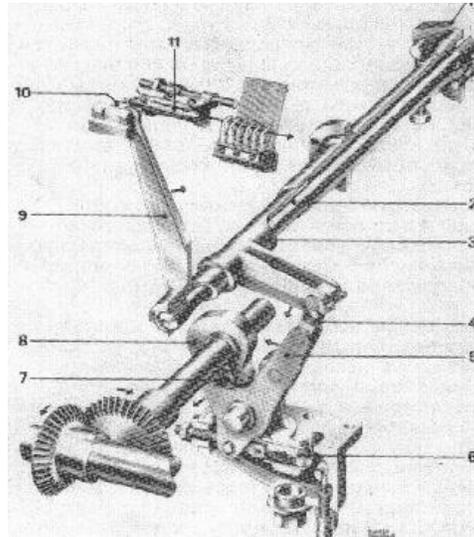
1.3.2.6. Mecanismo de disparo

En el mecanismo de disparo, el proyectil se coloca en posición de disparo, este engancha el cabo de hilo y es acelerado, sin sacudidas, por la palanca de disparo de la barra de torsión en el momento de disparo. Después del disparo, una tijera corta el hilo y el cabo del mismo es entregado al próximo proyectil. Un freno de aceite absorbe el movimiento de la palanca de disparo.

Utilizando la figura 3 se puede ver la barra de torsión (2) esta fija en el punto (1). Un estriado triangular una su extremo libre. Con el eje de disparo (3). La palanca (9) fijada en el eje de disparo sigue forzosamente el movimiento del eje (3) y del extremo libre de la barra de torsión (2). En el curso de la rotación la excéntrica (8) extiende la palanca articulada (4 y 5), tensa de esta manera la barra de torsión (2) a través del eje de disparo (9) en la posición de disparo. La

barra de torsión permanece tensada hasta que el rodillo (7) rueda sobre la curva de la palanca (5) y dobla la articulación (4 y 5). Con ello la barra de torsión (2) regresa rápidamente a su posición de reposo, acelerando el proyectil (11) por medio del eje de disparo (3), la palanca de disparo (9) y el taco (10). El freno de aceite (6) amortigua el golpe.

Figura 3. **Mecanismo de disparo**



Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquina de tejer*. Sección G7 pág. 1.

1.3.2.7. **Transporte de retorno del proyectil**

El dispositivo de transporte de retorno, situado debajo de la calada, forma una especie de canal sobre el que los proyectiles son devueltos del mecanismo de recepción al mecanismo de disparo, mediante los eslabones de arrastre de una cadena de marcha constante.

1.3.2.8. Accionamiento del batán

El batán de la máquina de tejer Sulzer lleva, además del peine de tejer, también los dientes de guía que forman la trayectoria del proyectil. Durante la inserción de la trama el batán está parado para que el cerrojo de disparo, la guía del proyectil y el cerrojo de recepción estén en una línea. Durante el batanado del peine, los dientes de guía salen hacia abajo, fuera de la calada, y con ello dejan libre el hilo de trama a través de una abertura dirigida hacia arriba.

1.3.2.9. Mecanismo de recepción

En el mecanismo de recepción el proyectil se frena en dos pasos, hasta que este quede completamente parado. El proyectil deja libre el cabo del hilo de trama y es desplazado sobre el dispositivo de transporte de retorno. El mecanismo de recepción puede desplazarse paralelamente al sentido del disparo y de esta forma se adapta al ancho de trabajo respectivo de la máquina de tejer.

1.3.2.10. Mecanismo de orillos y mecanismo de orillos intermedios

Los mecanismos de orillos en la caja de disparo y recepción forman los orillos. Los cabos del hilo de 1,5 cm de longitud, se insertan bilateralmente en la calada y se tejen con el siguiente hilo de trama, formando así un orillo de inserción sólido. Al tejer varias piezas simultáneamente, los orillos se forman en los puntos de separación del tejido mediante mecanismos de orillos intermedios.

1.4. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es uno de los ejes fundamentales dentro de la industria, está cuantificado en la cantidad y calidad de la producción; ha estado sujeto a diferentes cambios al paso del tiempo. En la actualidad el mantenimiento se ve como una inversión que ayuda a mejorar y mantener la calidad en la producción.

1.4.1. Jerarquización de las labores de la administración de mantenimiento

Para hacer mención de los diferentes procedimientos y métodos que ayudan a la administración del mantenimiento, es indispensable definir cada una de las actividades que tienen que ver con esta función y saber en qué categoría se encuentran.

De esta manera, se puede establecer una jerarquía para poder situar y nombrar correctamente cada una de estas acciones. A continuación se propone una forma de jerarquización.

1.4.1.1. Sistema

Es lo que englobará a todos los elementos, es decir, el sistema será el mantenimiento, que es el objeto de estudio. Se considera como sistema porque cumple con las siguientes definiciones:

- “Conjunto de objetivos y entidades que poseen una relación esencial, y debido a su arreglo o montaje, logran un propósito uno o una combinación de propósitos.”¹
- “Una colección organizada independientemente e interactiva de personal, máquinas y métodos combinados para lograr un conjunto de funciones específicas, como una gran unidad utilizando las capacidades de todas las unidades separadas”.²

1.4.1.2. Estructura

Posteriormente, se necesita definir la manera en que irán dispuestos los elementos, para esto se necesita una estructura de la administración del mantenimiento. La estructura se ubica después del sistema porque de acuerdo con las definiciones encontradas es:

- “Todo sistema construido con materiales, métodos y modelos convenientes y con una técnica adecuada.”³
- “Modo en que son dispuestas las partes constituyentes de un todo.”⁴

1.4.1.3. Proceso

Abajo del nivel de estructura se encuentran los procesos, porque son las fuentes donde se generan fallas o paros, que requieren de atención para ejecutar las tareas de mantenimiento. La definición de proceso es:

¹ CARSON, Bolz. *Production Handbook*. p. 139.

² *Ibíd.* p. 241.

³ CENDRERO, Antonio. *Vocabulario científico y técnico*. p. 97.

⁴ *Ibíd.* p. 98.

- “Serie de acciones u operaciones planeadas (mecánicas, eléctricas, químicas, pruebas de inspección) que pasa un material o procedimiento de una etapa de terminación a otras.”⁵ También es “un tratamiento planeado y controlado que somete materiales o procedimientos a la influencia de uno o más tipos de energía (humana, mecánica, eléctrica, eléctrico, química, térmica) por el tiempo necesario para obtener las reacciones y resultados deseados.”⁶

1.4.1.4. Procedimiento

Todo proceso necesita de una secuencia de acciones, por ello, los procedimientos se encuentran bajo los procesos. Cada proceso puede contar con uno o varios procedimientos, dependiendo de su complejidad. Las definiciones de procedimiento son:

- “Forma una red compleja de planes de acción interrelacionados.”⁷
- “Es un curso de acción predeterminado. Son planes fijos para que el personal siga repitiendo tareas administrativas de forma sistemática. Establece la secuencia, tiempo y condiciones de las operaciones y especificaciones donde se debe hacer, y por quien se debe hacer.”⁸

⁵ COX, James. *Diccionario APICS*. p.109.

⁶ *Ibíd.*

⁷ GRANT, William. *Handbook of Industrial and Management*. p. 245.

⁸ SALVENDY, Gavriel. *Biblioteca del Ingeniero Industria*. p. 132.

1.4.1.5. Técnica

Las técnicas serán dependientes del tipo de proceso que tiene una empresa, por lo tanto, estas tomarán un lugar bajo los procedimientos.

- “Campo de actividad humana en el que un conjunto de recursos se aplican a fines útiles.”⁹

1.4.1.6. Método

Toda técnica requiere pasos definidos de acción para ser ejecutada correctamente, por lo tanto, se necesita de métodos para saber la secuencia y forma en que se llevan a cabo las tareas establecidas. Las definiciones de método son:

- “Descripción de cómo se deben usar los recursos para lograr los propósitos. Es la secuencia de operaciones y/o procesos usados para producir un producto o lograr un trabajo dado.”¹⁰
- “Es el procedimiento o secuencia de movimientos de los trabajadores y/o maquinas usadas para lograr una operación dada o una tarea.”¹¹

⁹ CENDRERO, Antonio. *Vocabulario científico y técnico*. p. 176.

¹⁰ GRANT, William. *Handbook of Industrial Engineering and Management*. p. 89.

¹¹ *Industrial Engineering Terminology*. p. 114.

1.4.1.7. Herramienta

Por último ya que se define la manera en que se utilizan los recursos, se necesita conocer los recursos de los que se habla, los que ayudarán a alcanzar los objetivos planteados.

Estos recursos son llamados herramientas, las cuales se definen como: “Es un mecanismo o elemento diseñado y usado para un objetivo único bajo condiciones controladas y establecidas.”¹²

Una vez establecida la clasificación de los elementos que conforman e interactúan en el sistema de administración del mantenimiento, se puede definir su ubicación como lo indica la figura 1.

En este caso, se puede anotar que el sistema es la administración del mantenimiento, el cual tiene una estructura, dada por el conjunto de procesos, procedimientos, métodos, técnicas y herramientas que cada empresa establece, según sus operaciones y producto.

Dependiendo del flujo de proceso que tenga cada empresa, así es la fabricación, ensamble, conversión y prueba según Chase. Al enfocarse en el sistema de administración del mantenimiento los procesos pueden ser los mismos, porque el mantenimiento existe de acuerdo con los procesos de producción, no pueden verse de forma separada.

¹² *Enciclopedia de la ciencia y la técnica.* p. 64.

Los procedimientos serán la descripción de cada una de esas tareas, es decir, la forma en cómo se van a llevar a cabo, y por quien.

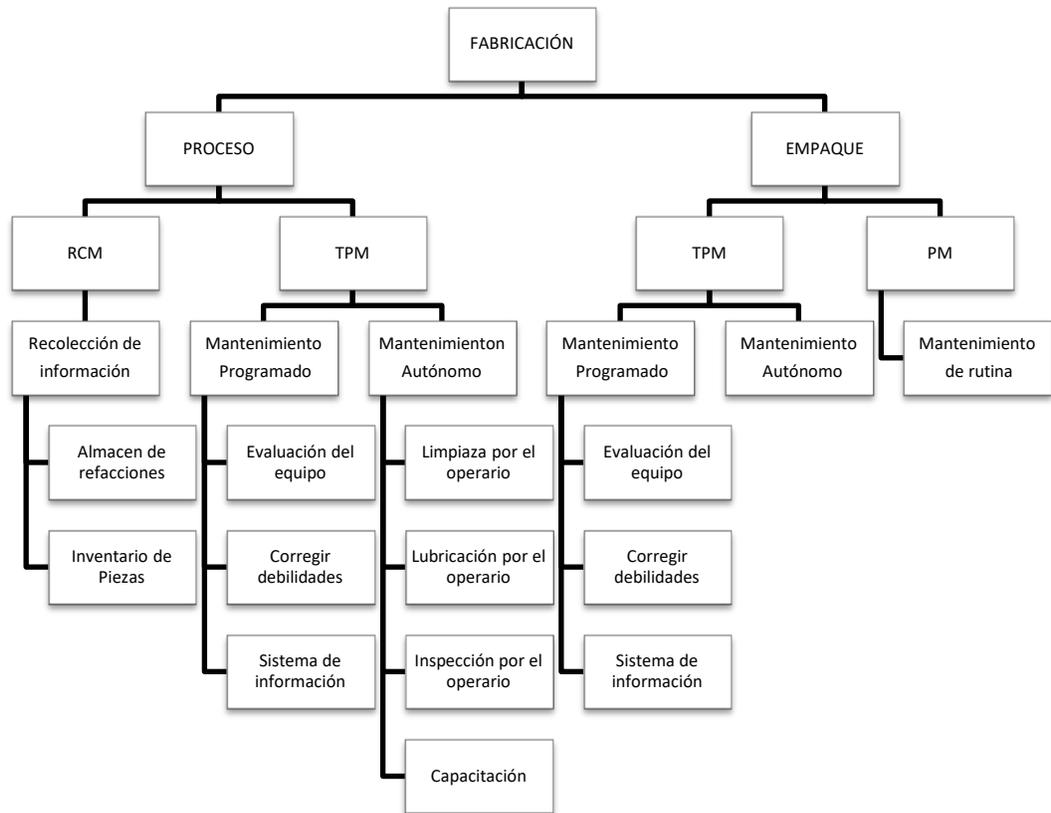
Las técnicas pueden ser variadas, en este apartado se podría citar todas las técnicas de mantenimiento mencionadas anteriormente y que se explicarán con más detalle en los siguientes apartados de este capítulo. Entre ellas están TPM, RCM, PM, ECM.

Los métodos son el conjunto de pasos con los que cada una de estas técnicas se implementa en las empresas dependiendo de lo que sus operaciones y necesidades requieran.

Lo anterior se puede representar en la figura 2, basada en un solo proceso. Existen diferentes técnicas utilizadas por las empresas para ayudar a la buena administración del mantenimiento, estas técnicas muchas veces son implementadas parcial o totalmente según los requerimientos del sistema de cada compañía. Algunas de estas técnicas son muy costosas en el momento de su introducción, pero los resultados y los beneficios posteriores exceden ese costo, dándole a la empresa una buena opción para reducir sus gastos por mantenimiento, así como poder estar seguro y confiado de que los equipos seguirán trabajando y sacando productos de buena calidad.

Algunos estudios hechos por autores como Bond, Mobley, Willmott, mencionan que las actividades de mantenimiento pasaron de ser reactivas y costosas a proactivas, eficientes en costo y con mantenimiento de un alto nivel de servicio. Tal es el caso del mantenimiento por averías, el de localización de fallas y el correctivo.

Figura 4. Sistema de administración del mantenimiento



Fuente: elaboración propia.

De esta forma surgen procedimientos y técnicas de mantenimiento que ayudan a las organizaciones a alcanzar esos objetivos. Así es como dichos autores aseguran que el uso del mantenimiento preventivo (PM), mantenimiento predictivo (PDM) y el mantenimiento basado en condiciones (CBM), reducen el servicio de mantenimiento, el costo por paro y aumentan la confiabilidad del equipo.

Existen diferentes técnicas que pueden ser utilizadas independientemente o al mismo tiempo según las necesidades de las empresas, algunas de estas técnicas publicadas en un artículo del *Journal of Quality in Maintenance Engineering* son:

- PAM
- TPM
- RCM
- ECM

Estas técnicas son todas derivadas del programa de mantenimiento preventivo (PM) y son las que ayudan a las industrias a mejorar su productividad global en las funciones de mantenimiento. Dependiendo del tamaño y la naturaleza de la empresa, será el tipo de enfoque que se escogerá para tener una mejor administración y organización dentro de la industria.

1.4.2. Mantenimiento preventivo, PM

Es la base de todos los programas de mantenimiento preventivo, puede ser usado en cualquier tipo de empresa.

En muchas plantas manufactureras de Guatemala el tipo de mantenimiento más utilizado es el mantenimiento preventivo. Este permite a la empresa calendarizar sus actividades de mantenimiento a lo largo del año, según especificaciones del proveedor del equipo, para lograr un buen funcionamiento. La mayoría de las empresas se apoyan en software de mantenimiento preventivo como Maximo, MP 7.2 o Avantis entre otros. Este software deja tener un control sobre las piezas y refacciones de cada máquina, estas órdenes son planeadas anualmente, pero se programan por semana.

Muchas veces estas órdenes de trabajo son omitidas o desplazadas por el plan de producción que se debe cumplir, o porque los operadores no dejan la máquina ociosa pues no cumplirían con su meta del día, lo que les quitaría su bono de productividad. Existen muchos problemas entre los departamentos de mantenimiento y producción, porque cada uno tiene objetivos diferentes por cumplir, y sus actividades obstaculizan el trabajo del otro.

El mantenimiento preventivo es una actividad que disminuye los costos por este rubro si se hace correctamente. Lo que se pretende en una planta de manufactura es disminuir el porcentaje de mantenimiento correctivo y aumentar el preventivo.

Existe un poco de confusión en lo que respecta al término de mantenimiento preventivo. Muchas de las plantas han operado por largos periodos, en algunos casos hasta años, en un modo reactivo, lo que significa que las actividades de mantenimiento se efectuaban cuando se producían fallas inesperadas en el equipo. El correctivo es el modo de operación del departamento de mantenimiento en la mayoría de los casos, y muchas personas confunden estas dos actividades.

El mantenimiento preventivo es: “el cumplimiento de las tareas de inspección y/o servicio que han ido sido planeadas para mantener las capacidades funcionales del equipo operativo y de los sistemas en un tiempo específico.”¹³

¹³ SMITH, Antony. *Reliability Centered Maintenance*. p. 10.

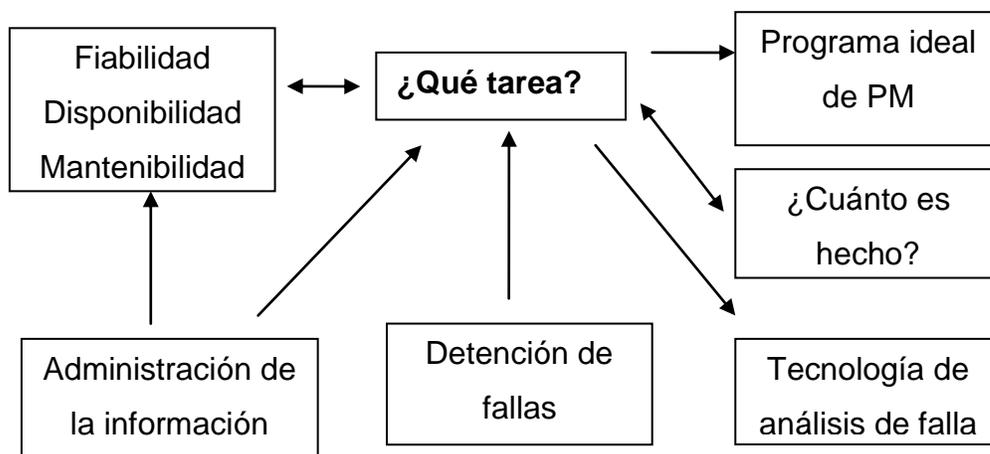
Smith define al mantenimiento correctivo como: “la realización de tareas de mantenimiento no planeadas para restaurar las capacidades funcionales del equipo que falla o que trabaja mal y de los sistemas.”¹⁴

El mismo autor expone que hay tres razones principales por las que se debe hacer el mantenimiento preventivo:

- Prevenir fallas
- Detectar la aparición de fallas
- Descubrir fallas escondidas

En general, para cumplir con un programa de mantenimiento preventivo óptimo se deben tener en cuenta diferentes actividades como se muestran en la figura 5.

Figura 5. **Diagrama de mantenimiento preventivo**



Fuente: elaboración propia.

¹⁴ SMITH, Antony. *Reliability Centered Maintenance*, p. 10.

Hay diferentes razones por las que es importante el mantenimiento preventivo dentro de la administración. Según Wireman estas razones son:

- Incremento de automatización
- Manufactura *just in time*
- Pérdida de negocios debido a retrasos en la producción
- Reducción de equipo redundante
- Reducción de inventarios de refacciones
- Dependencia de células
- Mayor tiempo de vida del equipo
- Minimización del consumo de energía
- Manufacturar productos de mayor calidad
- Necesidad de un ambiente más organizado y planeado

Los tipos de mantenimiento preventivo según Wireman son:

- De rutina: lubricación, limpieza, inspecciones
- Reemplazos preactivos
- Restauraciones calendarizadas
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento basado en condición
- Ingeniería de fiabilidad

Los pasos que se necesitan para la implementación de un programa de mantenimiento preventivo son:

- **Paso 1.** Determinar las unidades críticas.

- **Paso 2.** Clasificar las unidades dependiendo los tipos de componentes.
- **Paso 3.** Determinar los procedimientos de mantenimiento preventivo para cada tipo de componente.
- **Paso 4.** Desarrollar un plan de trabajo para cada procedimiento.
- **Paso 5.** Determinar un horario para cada tarea de mantenimiento preventivo. Este tipo de técnica ayuda a la administración de mantenimiento a llevar un control más detallado sobre el estado de cada una de las máquinas y de las refacciones que hay en inventario, disminuyendo los tiempos de paro. También se reduce el retrabajo. porque mantiene la calidad con la que el equipo está trabajando y las horas extras, porque los equipos trabajan constantemente sin fallas que retrasen la producción diaria. Los encargados de ejecutar las órdenes de trabajo, aparte de cumplir sus labores, llevan un registro del deterioro que sufre la máquina, así como de otras clases de anomalías que presente, esto permite tener un mayor control sobre los activos físicos y prevenir fallas futuras.

1.4.3. Mantenimiento productivo total, TPM

El TPM es una técnica desarrollada en Japón en la década de 1970. Surge como una necesidad de mejorar y controlar la calidad de los productos y servicios. Fue desarrollado para las industrias de fabricación y ensamble, aunque actualmente es utilizado en las industrias de procesos, también es adoptado en departamentos administrativos y de soporte, así como de

desarrollo del producto y de ventas, pues mejora la eficiencia en sus actividades.

El TPM promueve que todos los empleados trabajen unidos siguiendo objetivos comunes. “El TPM es el total involucramiento y participación en un mantenimiento productivo.”¹⁵ “El TPM es la permanente mejora de la efectividad del equipo, con la involucración activa del operador.”¹⁶

Adoptando esta técnica, el trabajo de conservación de los equipos y máquinas de producción llega a ser una responsabilidad de cada empleado, transformando las estaciones de trabajo, y aumentando el nivel de conocimiento y las habilidades de los trabajadores en producción y mantenimiento. Con esto desaparece la separación que existe entre el departamento de producción y el de mantenimiento, puesto que tienen los mismos objetivos. Con el TPM se logra mantener una mejor comunicación entre todos los niveles de la empresa y, por ende, una mayor organización. Es una técnica para administrar tanto el mantenimiento como la productividad de la industria.

Para el TPM existen seis grandes pérdidas que se deben medir y controlar:

- Fallas de equipo
- Reparación o ajustes
- Inactividad y paros menores
- Reducción de velocidad
- Defectos de calidad en el proceso

¹⁵ NAKAJIMA, Seiichi. *Introduction to TPM*. p. 22.

¹⁶ HARTMANN, Edward. *Handbook of Industrial Engineering and Management*. p. 89.

- Perdidas por arranque

1.4.4. Implementación del TPM

Después de la introducción del mantenimiento preventivo a los sistemas de las industrias, muchas empresas comenzaron a implementar el TPM.

Según Tokutaro Suzuki existen tres razones principales por las que TPM se ha expandido a través de la industria japonesa y ahora en el mundo:

- Garantiza resultados sumamente grandes.
- Transforma visiblemente el lugar de trabajo.
- Incrementa el nivel de conocimiento y de habilidades en los trabajadores de producción y mantenimiento.

En las fases iniciales la empresa tendrá el gasto por restaurar el equipo hasta estar en condiciones apropiadas; los de capacitación del personal, además, puede que necesiten pagar horas extras para entrenamiento. El objetivo del TPM es cero paros, cero defectos; si estos son eliminados los índices de operación de equipo aumentan, los costos bajan, el inventario baja y la productividad aumenta.

De acuerdo con Suzuki el TPM se implementa en cuatro fases:

- Preparación
- Introducción
- Implementación
- Consolidación

1.4.5. Indicadores del TPM

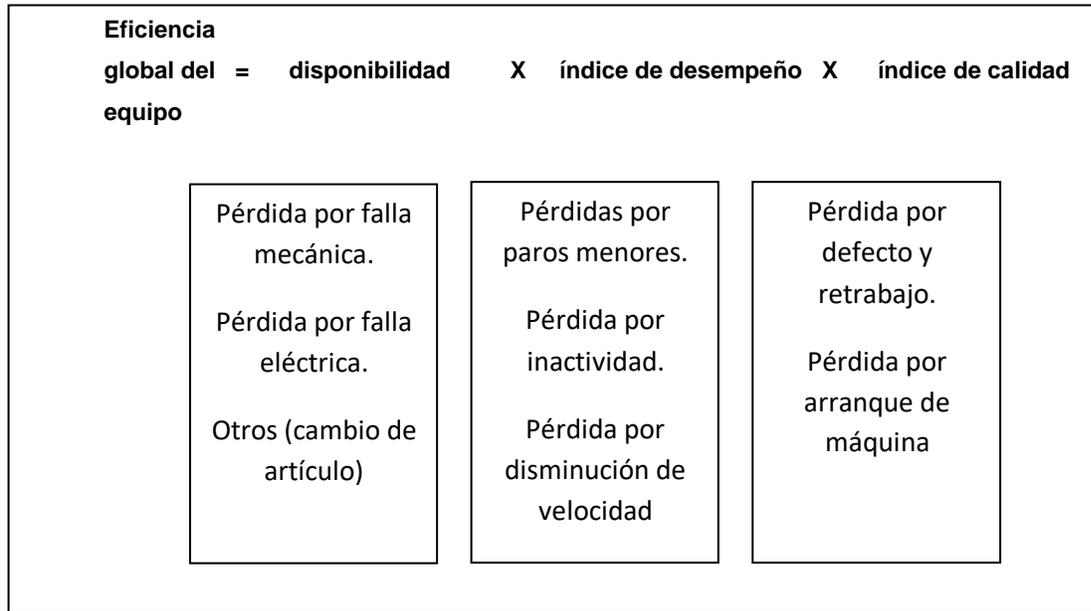
Estos ayudan a saber cuándo es conveniente hacer algún trabajo de mantenimiento y también si es necesario comprar nuevo equipo y trabajar a otra capacidad con el que ya se cuenta.

1.4.5.1. OEE y OPE

El OEE (eficiencia global del equipo) permite conocer la energía global con que las diferentes máquinas y equipos operan y el OPE (eficiencia global de la planta) nos da un panorama global de cómo está trabajando toda la planta, y las áreas en las que está fallando.

Con el OEE se puede notar cual es el área de oportunidad o problema por atacar en cada máquina y mejorar su rendimiento, así como las soluciones para las seis grandes pérdidas que ataca el TPM. El OEE engloba estas seis grandes pérdidas de la siguiente manera:

Figura 6. **Eficiencia global del equipo**



Fuente: elaboración propia.

Entonces se hacen notorias cuáles son las pérdidas de mayor impacto en el la eficiencia del equipo y se determinan las posibles soluciones.

1.4.5.2. Análisis PM

Esta herramienta sirve para conocer las causas que originan una falla y encontrar las posibles soluciones. Este análisis se basa en las 4 M (maquinaria, material, mano de obra, método) y tiene por objetivo:

- Clarificar el fenómeno
- Hacer un análisis físico del fenómeno
- Definir las condiciones que producen el fenómeno
- Listar los factores que causan esa condición

- Planear la investigación
- Identificar las anomalías específicas
- Hacer planes de mejora

Además, se pueden apoyar con diagramas o dibujos de las piezas o máquinas.

Según Suzuki, se tiene estimado un tiempo de tres años para que la implementación de este programa dé resultados globales, en el sistema, la maquinaria y económicamente.

1.4.5.3. RCM

Para Moubray el mantenimiento es “Asegurarse que los recursos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que haga”¹⁷ y al mantenimiento centrado en la confiabilidad lo definió como “el proceso utilizado para determinar lo que debe hacerse para asegurar que los recursos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en el contexto actual de operación.”¹⁸

Según Smith la metodología del RCM se basa en cuatro objetivos:

- Preservar las funciones.
- Identificar los métodos de falla que puedan alterar las funciones.
- Jerarquizar las necesidades de las funciones.

¹⁷ MOUBREY, Jhon, *RCM*. p. 15.

¹⁸ *Ibíd.* p. 15.

- Seleccionar solo las tareas de mantenimiento preventivo aplicables y efectivas.

El RCM busca tener un mejor grupo de trabajo, incrementar la seguridad, el desempeño de operaciones, aumentar la eficiencia de costos de mantenimiento, mejorar la motivación de los empleados, y tener una base de datos que entregue información confiable y rápida para mantener el sistema en buenas condiciones.

Lo que le importa al RCM es clasificar los siguientes elementos para poder administrar la función de mantenimiento:

- Funciones y estándares de desempeño
- Fallas funcionales
- Modos de falla
- Consecuencias de la falla
- Tareas proactivas
- Tareas de restauración calendarizadas
- Tareas de eliminación calendarizadas
- Tareas según condición calendarizadas
- Acciones preestablecidas

De acuerdo con Smith para llegar a la implementación de un programa de RCM se debe seguir los siguientes pasos:

- Planeación
- Revisión de grupos
- Especialistas
- Auditorias

- Implementación

Algunas herramientas que el RCM utiliza son el OEE (eficiencia global del equipo) y el AMEF (análisis de modo y falla del equipo, FMEA) anteriormente explicados. Lo que el RCM trata de contestar es el por qué detrás de cada tarea (presente y futura). Además, intenta asegurar que la selección de la tarea se derive de un conocimiento amplio de los diferentes modos de falla que puede tener el equipo, y que esta sea la más efectiva (menos costosa) para la implementación.

En conclusión, RCM se enfoca en qué tareas deben hacerse y por qué deben hacerse, además se debe establecer cuándo se harán.

1.4.5.4. Mantenimiento basado en la eficiencia, ECM

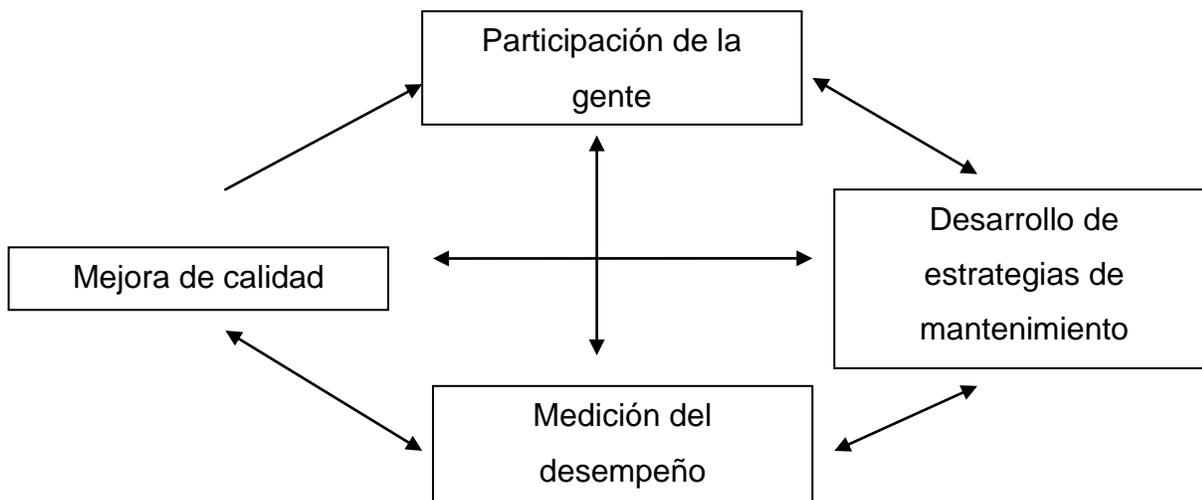
El ECM es un enfoque integral de mantenimiento que abarca las funciones del sistema de la empresa y el servicio al cliente, además, contribuye al mejoramiento continuo de la administración de prácticas de mantenimiento: ISE (eficiencia individual del sistema) y el OSE (eficiencia global del sistema), los cuales controlan al ECM dentro de una compañía.

El ECM hace énfasis en: “hacer las cosas correctas” en lugar de: “hacer las cosas bien”. Este enfoque abarca algunos de los conceptos principales de la administración de calidad, del TPM y del RCM. El ECM se basa en la mantenibilidad de los equipos, se compone de elementos como la participación de la gente, mejora de calidad, desarrollo de estrategias de mantenimiento y medición del desempeño.

Implementar el ECM se logra en cuatro etapas:

- Participación y capacitación de la gente
- Diagnóstico de mejora de calidad
- Desarrollo de estrategias de mantenimiento
- Medición del desempeño

Figura 7. **ECM**



Fuente: elaboración propia.

Este programa usa muchos elementos del método del RCM, y del TPM. El ECM se basa en la participación activa de todos los empleados y en algunas técnicas del RCM para analizar las prácticas de mantenimiento se sugiere una forma de calendarización de actividades de mantenimiento. El ECM está enfocado al servicio al cliente.

1.4.6. Elección de técnica

Como se ha explicado, existen diferentes técnicas que facilitan la administración del mantenimiento. Si se hace un análisis de costo-beneficio se podrá observar que el costo es alto pero el beneficio que se tiene es grande también. En base a la segmentación propuesta, el método más recomendable para cada estructura de flujo de proceso dependerá de:

- El tamaño de la empresa
- Cantidad de equipo y maquinaria
- Cantidad de personal laboral
- Capital disponible para inversión
- Disposición al cambio
- Demanda dependiente o independiente

Estos métodos no trabajan independientemente, sino que pueden mezclarse algunas herramientas o métodos dependiendo de las necesidades de la empresa, además, no tienen que implementarse al 100 %, solo se toman los métodos que más convengan. Las herramientas y métodos de cada técnica que pueden aplicarse a cada flujo de proceso se listan en la tabla No. 1.

Tabla I. **Aplicación de técnicas de mantenimiento**

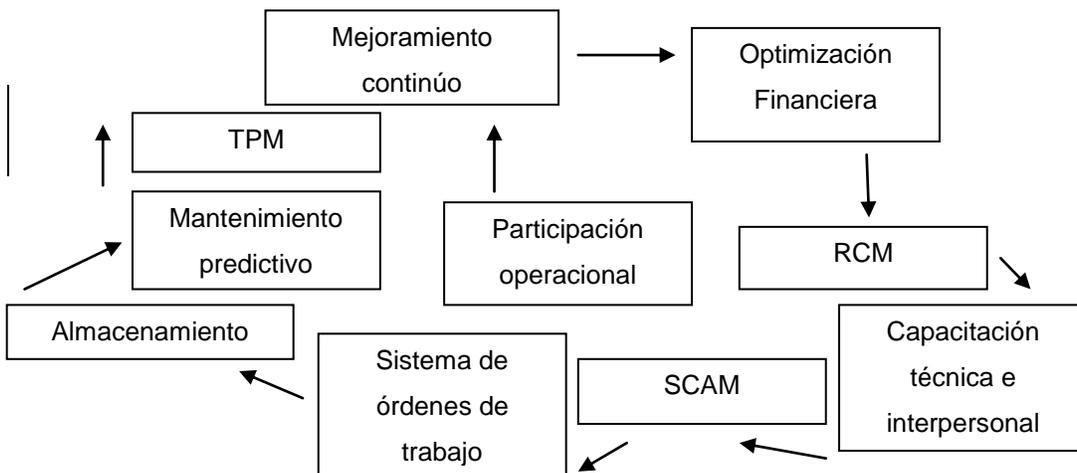
	Talleres de trabajo	Lotes	Ensamble	Flujo continuo
PM	*	*	*	*
TPM	*		*	*
RCM			*	*
ECM	*	*		*

Fuente: elaboración propia.

1.5. Estructura de administración del mantenimiento

Según Wireman la mejor manera de administrar al mantenimiento es de acuerdo con la siguiente figura:

Figura 8. **Gráfica de la estructura de administración del mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

Donde la base de cualquier sistema administrativo de mantenimiento es el mantenimiento preventivo, por lo tanto, se necesitan tener implementados los métodos y herramientas del programa de mantenimiento preventivo para poder implementar cualquier otra técnica de mantenimiento. De lo contrario, tomará más tiempo del que se plantea y más esfuerzo, pues se tendría que empezar por su implementación para que las otras técnicas funcionen correctamente.

Posteriormente, de acuerdo con un programa seleccionado, se programarán las tareas de mantenimiento preventivo según los manuales y recomendaciones del fabricante del equipo. Todos los componentes y

dispositivos, al igual que el equipo y maquinaria críticos deberán contar con un reemplazo en almacén para disminuir los tiempos de paro.

Todos estos componentes deberán estar cargados en el software para conocer el inventario con el que se cuenta, o saber si se debe mandar a pedir alguna refacción por estar agotada.

Conforme la planeación de las actividades haya sido calendarizada, se extenderán órdenes de trabajo diarias, en las que se especificarán los trabajos en cada máquina o equipo, así como el método y las herramientas para realizar cada actividad. Estas órdenes servirán para rastrear los defectos, conocer el estado del equipo, documentar las acciones sobre cada equipo y el desempeño del personal que las lleva a cabo.

Esto tendrá que ligarse a la capacitación del personal, para proporcionarle las habilidades y conocimientos necesarios para que ejecuten un mantenimiento adecuado.

Una vez que se logren estas actividades se podrán implementar tareas más complejas de mantenimiento basado en la confiabilidad y mantenimiento predictivo, lo que permite conocer el estado del equipo y prevenir fallas antes de que ocurran. Para esto se necesita una constante comunicación entre los departamentos de producción y el de mantenimiento.

En consecuencia, los beneficios económicos serán notorios, al disminuir los tiempos de paro, reclamaciones del cliente por falta de calidad o por entregas posteriores a la fecha prometida, aumento de confiabilidad del equipo, disminución de mantenimiento correctivo, y otros.

Una vez logradas cada una de estas fases, se pueden establecer herramientas para buscar una mejora continua.

1.6. Factores que incrementan la importancia del mantenimiento preventivo

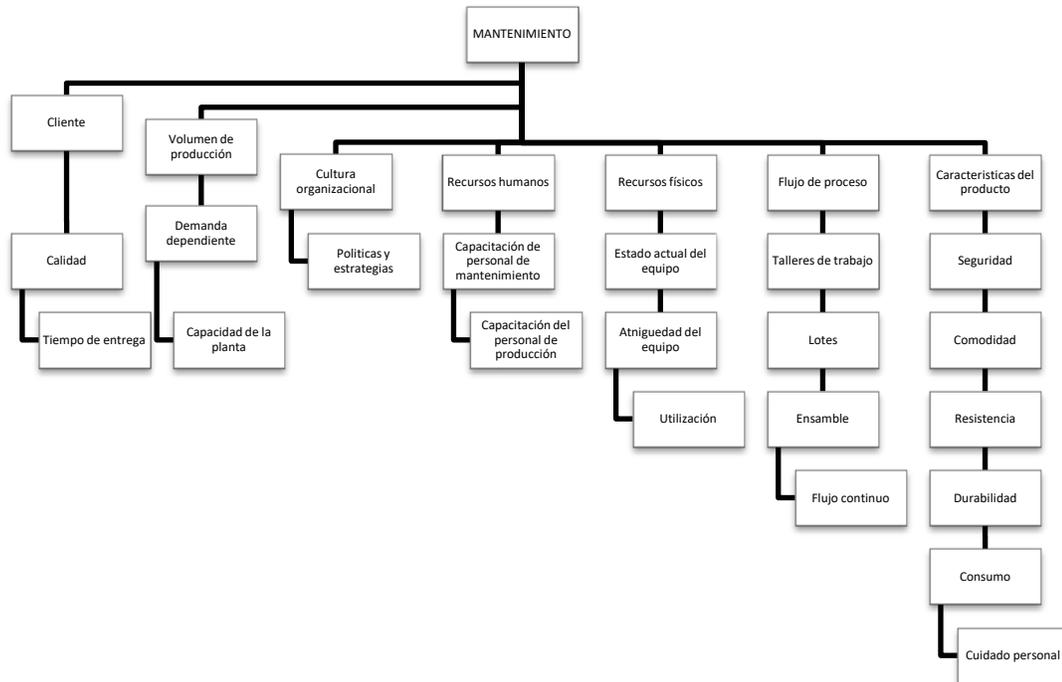
Como se ha explicado anteriormente, para saber la importancia que tiene un mantenimiento productivo dentro de una empresa manufacturera, se decidió segmentar en base a la estructura del flujo de proceso; pero en el capítulo anterior resultó notorio ser insuficiente ese tipo de clasificación.

Por lo tanto, al visitar algunas empresas manufactureras se hizo evidente la necesidad de considerar nuevos factores que determinarán la importancia del mantenimiento.

1.6.1. Investigación de campo

Antes de visitar las industrias se debe crear un instrumento que proporcionará un diagnóstico más confiable sobre diferentes aspectos dentro de la empresa. En un principio, la base de las preguntas de este cuestionario debe ser establecida de acuerdo con los criterios de los diferentes premios de calidad empleados para calificar a las empresas.

Figura 9. **Factores que influyen en la importancia del mantenimiento preventivo**



Fuente: elaboración propia.

1.6.2. Efectos del cliente en el mantenimiento

Un elemento crítico hoy día para cualquier empresa o negocio es el cliente. Si los clientes no están satisfechos, no regresarán a comprar otra vez ni recomendarán los productos o servicios con otros. De hecho, un simple cliente insatisfecho puede tener potencialmente un alto efecto negativo en una organización. La satisfacción del cliente es, definitivamente, el componente más importante del éxito permanente de cualquier empresa.

Es necesario establecer una buena relación cliente-proveedor para que haya una comunicación continua, y la empresa conozca con exactitud lo que el cliente busca, tanto del producto como de la misma organización.

El área de producción juega un papel importante, pero esta área no podrá operar a su máxima eficiencia, si existen problemas con la maquinaria y equipo, por lo tanto, las cualidades que el cliente busca tienen relación con las diferentes tareas del mantenimiento.

Si existe una buena administración del mantenimiento, y un buen cumplimiento de esta actividad, entonces se puede comprometer a la empresa a lo siguiente:

- Mantener la calidad deseada. Al monitorear el equipo, y hacer un mantenimiento preventivo, se asegura que el servicio que da el equipo no saldrá de las especificaciones y tolerancias preestablecidas. El producto saldrá entonces con la calidad implantada por el cliente.
- Cumplimiento del tiempo de entrega. Al conocer la capacidad del equipo en buen estado, se puede cumplir con los tiempos de entrega establecidos, eliminando la molestia del cliente por retardos, o en su caso, eliminando grandes costos por parar su línea de producción debido a falta de materia prima.

Se sabe que hoy día, el perder o tener un cliente insatisfecho representa grandes pérdidas para la empresa, que pueden verse reflejadas en disminución de la demanda, recorte de personal o hasta su desaparición.

Los elevados costos por atraso, devolución, retrabajo y desperdicio son causa de una mala administración del mantenimiento. Los clientes cada día se muestran más estrictos en sus peticiones, todo eso exige a los proveedores el tener un buen sistema de mantenimiento para evitar cualquiera de estos problemas, para así asegurar su lugar en el mercado.

1.6.3. Efectos del volumen de producción en el mantenimiento

Este factor tiene una relación muy estrecha con el cliente, porque es quien demanda cierta cantidad de producto en un determinado lapso.

En muchas ocasiones, el departamento de ventas toma contratos por grandes pedidos, es decir, pasa del nivel de productos que la capacidad de la empresa puede fabricar. En la mayoría de los casos, esto lo hace de acuerdo con el departamento de producción, para saber si podría ser atendido dicho pedido.

Desgraciadamente en la estimación de la capacidad del equipo, maquinaria y personal no se toma en cuenta el tiempo necesario para llevar a cabo las tareas de mantenimiento preventivo, quitándole el tiempo destinado a esta actividad para utilizarlo como tiempo de producción, de lo contrario no se alcanzaría a cubrir la venta prometida.

Cuando se tiene esta clase de situaciones, el equipo se ve duramente perjudicado, y si en un futuro se tienen problemas por fallas y paros, el responsable será el área de mantenimiento.

Por lo tanto, cuando se haga una estimación de la capacidad de la planta, para tomar nuevos y más grandes pedidos, se deberá tomar en cuenta, tanto al área de producción como la de mantenimiento.

1.6.4. Efectos de la cultura organizacional en el mantenimiento

Un aspecto muy importante que determina en gran medida la libertad o limitación de las actividades de cualquier área es la cultura organizacional.

Dependiendo de las políticas y de la mentalidad de los administrativos, así serán los cambios positivos o negativos para cualquier departamento, y dependiendo de sus prioridades será la importancia que tenga el mantenimiento.

Si la prioridad de la gerencia es tener altos índices de eficiencia en el área de producción, quedará restringido el acceso a las máquinas para el personal de mantenimiento.

Si de la misma manera también les importa la productividad global de la planta, incluyendo obviamente a la de mantenimiento, y no se tiene acceso al equipo, se buscará hacer cualquier tipo de trabajo o tareas, aunque no sean lo que realmente ayudará al equipo a seguir trabajando con la mejor calidad y velocidad.

De igual forma si la mentalidad de los empleados es producir más, para obtener bonos por productividad, lo que menos les importará será el estado de la máquina, exigiéndole más de lo que su capacidad pueda dar.

Si los directivos no están convencidos de que el mantenimiento no es un mal necesario, sino que es el punto de partida para una mayor productividad, una inversión que tendrá muchas ventajas, entonces se seguirán teniendo altos costos, fallas habituales y paros no deseados.

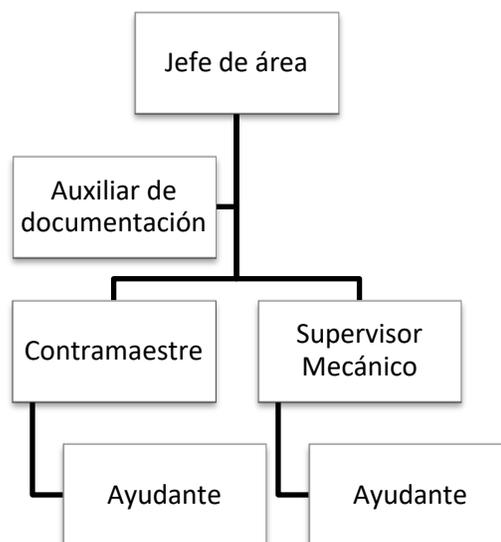
2. SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO

El departamento de tejeduría de esta empresa textil no cuenta con una organización estructurada conforme a las necesidades de mantenimiento de la maquinaria. El poco personal y el trabajo en un 90 % correctivo han causado que la disponibilidad de la maquinaria no sea constante debido a las fallas comunes que se presentan por desperfectos mecánicos. Esto, por lo tanto, ha provocado desestabilidad en la producción y un consumo alto de repuestos.

2.1. Estructura organizacional del mantenimiento

La organización del personal en este departamento no es la necesaria para realizar un plan de mantenimiento que aporte a la eficiencia de la maquinaria, esta está distribuida de la siguiente manera:

Figura 10. **Distribución del personal actual**



Fuente: elaboración propia.

Esta organización no incluye a una persona con las competencias necesarias para tener a cargo la planificación, supervisión, el seguimiento de las tareas de mantenimiento y el control de los repuestos. El jefe de área que es una persona especializada para coordinar la producción es el encargado de realizar esa tarea, por el tiempo que absorbe el control de la producción y la falta de competencias para dirigir al personal mecánico se ha descuidado la correcta ejecución de los mismos. Mediante la ejecución del plan de mantenimiento y la coordinación de un ingeniero mecánico se pretende mejorar el estado de la maquinaria y así también elevar los estándares de calidad y producción del departamento.

2.2. Fallas comunes

Como resultado de la falta de trabajos de mantenimiento programados según lo requiere el fabricante, la maquinaria presenta fallas comunes en los mecanismos que sufren mayor desgaste, siendo estos los que se describen a continuación:

2.2.1. Accionamiento de lizos

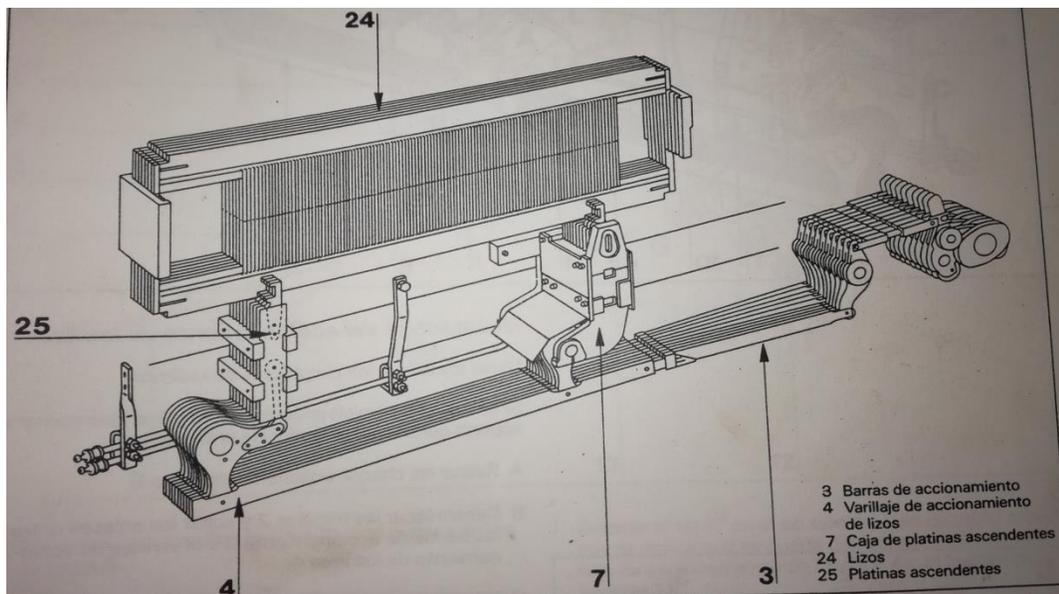
La maquina de excéntricas dirige los lizos, de forma obligada, sobre las levas dobles.

2.2.1.1. Funcionamiento

El movimiento de las levas es transmitido a los lizos por medio de las palancas de rodillos, las palancas de desviación y las barras de accionamiento de los lizos. Los lizos abren el camino entre los hilos de la urdimbre para dejar pasar el proyectil con el hilo de trama cerrándose y abriéndose por cada pasada

del proyectil, formando así el tejido, este mecanismo permite crear diferentes diseños de tejidos.

Figura 11. **Accionamiento de lizos**



Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquina de tejer*. Sección E1 pág. 1.

2.2.1.2. **Falla**

Las fuerzas concentradas en las articulaciones provocan el desgaste de los casquillos de nilatrón y casquillo de acero rectificando dejando juego excesivo hasta que estos casquillos se quiebran o fracturan los accionamientos de los lizos.

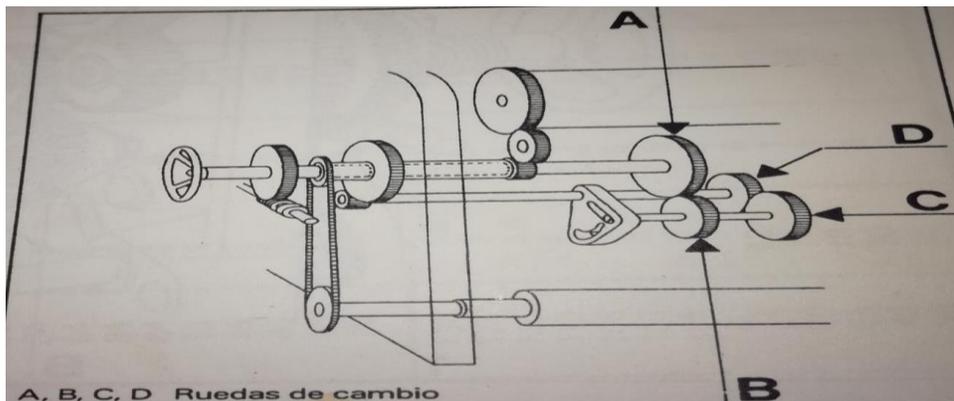
2.2.2. Mecanismo regulador de tejido

El regulador de tejido de la máquina de tejer con proyectiles, con ayuda del cilindro de arrastre, hace avanzar el tejido de forma obligada y continua en un espacio determinado en cada pasada. El valor de este avance puede ajustarse por medio de ruedas de cambio.

2.2.2.1. Funcionamiento

Siempre está montada una combinación de cuatro ruedas de cambio A-D. Con un total de 12 ruedas de cambio diferentes pueden obtenerse densidades de trama de 36 a 910 hilos/10cm. Cambiando el accionamiento helicoidal puede desplazarse este campo hacia abajo hasta 8,2 hilos/10cm y hacia arriba hasta 1 810 hilos/cm. El accionamiento del regulador de tejido parte del árbol de mando, de forma que el tejido sea retornado automáticamente al buscar la trama.

Figura 12. Mecanismo regulador del tejido



Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquina de tejer*. Sección D3 pág. 1.

2.2.2.2. Falla

Este mecanismo por estar formado de engranajes, piñones y rodamientos, sufre desgaste si no tienen una buena lubricación, además de que una pieza en mal estado tiende a dañar las demás, esto provoca desgastes en sus elementos, lo que provoca que la maquina no pueda tejer de forma constante dejando fallas por aberturas en trama.

2.2.3. Regulador de urdimbre mecánico

El regulador tiene la función de desarrollar la urdimbre al hacer avanzar el plegador, manteniendo al mismo tiempo la tensión de la urdimbre constante.

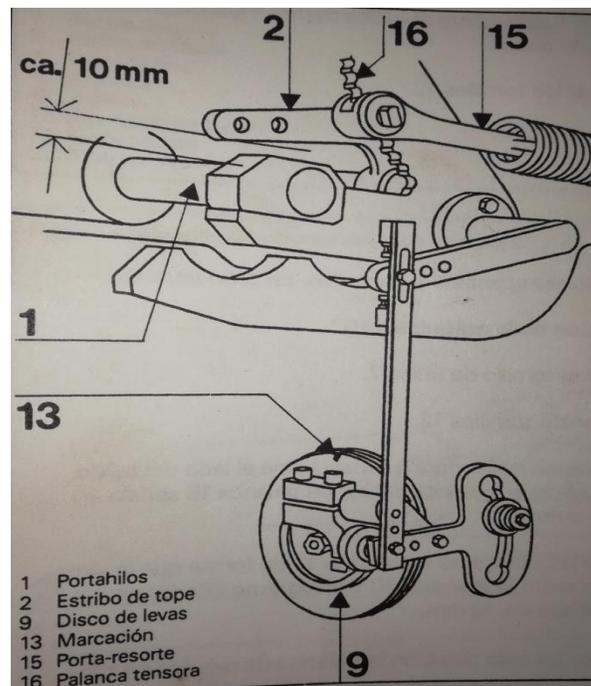
2.2.3.1. Funcionamiento

El regulador tiene la función de desarrollar la urdimbre al hacer avanzar el plegador, manteniendo al mismo tiempo la tensión de la urdimbre constante. Como órgano regulador, en este caso sirve el portahilos. Este se adapta, en su posición de altura a la tensión de la urdimbre y regula, por medio de un varillaje, el ángulo de avance del acoplamiento del plegador, el portahilos comienza a desplazarse hacia abajo. Con esto aumenta el ángulo de avance del plegador y se adapta automáticamente al diámetro de enrollamiento del plegador. A causa de la relación de palanca entre el cilindro portahilos y el muelle del cilindro prácticamente no se aumenta la tensión de la urdimbre. De esta manera se entrega la misma cantidad de urdimbre, con tensión constante durante todo el desenrollado de la urdimbre.

El regulador de urdimbre es uno de los mecanismos con mayor trabajo, por lo cual uno de los que causa problemas con mayor ocurrencia en la

máquinas de tejido plano. Esta pieza trabaja como un embrague de automóvil, acoplando y desacoplando la tracción ejercida por el motor principal.

Figura 13. **Regulador de tejido mecánico**



Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquina de tejer*. Sección D1 pág. 1.

2.2.3.2. **Falla**

La falla que presenta este mecanismo se debe al desgaste de las piezas de asbesto, lo cual provoca la pérdida de la tensión en el urdimbre y a su vez el inconstante desenrollado de los hilos de urdimbre del plegador, dejando fallas en el tejido ya que pierde la sincronía con la cual se va formando el diseño de los distintos tejidos, cuanto el tejido sea menos denso es mayor el trabajo que realiza el regulador.

2.2.4. Circulación de proyectiles

La función de estos es llevar el hilo de trama a través de la urdimbre desde el mecanismo de disparo hasta el mecanismo de recepción.

2.2.4.1. Funcionamiento

Los proyectiles recogen con su pinza remachada el hilo de trama del dador de trama. A continuación son acelerados mediante el mecanismo de disparo, con lo que se llevan consigo el hilo de trama a través de la calada. Los proyectiles son frenados en el mecanismo de recepción, liberados del hilo de trama y empujados en el transporte de retorno.

La cadena del transporte de retorno lleva los proyectiles por debajo de la urdimbre, otra vez hasta el mecanismo de disparo y los empuja dentro del elevador de proyectiles. Este eleva los proyectiles a la posición de disparo. La cantidad de proyectiles necesarios depende del ancho de tisaje.

2.2.4.2. Falla

Los proyectiles pierden la fuerza de su pinza, pierden el paso y calibre de su cuerpo, esto provoca daños en el mecanismo de expulsión, guías de proyectil y en los frenos en el mecanismo de recepción, provocando, a su vez, paros constantes en la maquinaria y fallas en el tejido, bajando el rendimiento del telar y la calidad del tejido.

Tabla II. **Tiempo muerto por fallas comunes por telar**

AVERÍA	TIEMPO DE REPARACIÓN (hrs)	TIEMPO PERDIDO EN PRODUCCIÓN (hrs)
Accionamiento de lizo	24	48
Mecanismo regulador de tejido	5	12
Regulador de urdimbre mecánico	6	12
Circulación de proyectiles	4	8

Fuente: elaboración propia.

El tiempo muerto de la maquinaria suele ser mayor que el de reparación porque este tipo de fallas ocurre sin avisar y el tiempo de reacción de reparación de la máquina es largo ya que el mecánico puede estar reparando otra máquina o hay varias máquinas que están paradas por diversos problemas

2.3. Control de repuestos

El control de repuestos es una herramienta del mantenimiento que ayuda a estar preparado con los repuestos necesarios en el mantenimiento preventivo y las emergencias en el mantenimiento correctivo. El mantener un surtido controlado de repuesto aporta gran parte de la disponibilidad de la maquinaria, ya que por falta de un repuesto un telar podría pasar un largo tiempo parado ya que el repuesto podría tardar hasta tres meses para llegar a la bodega.

2.4. Controles de mantenimiento

En el departamento de tejeduría los mecánicos llevan un control de trabajos realizados diariamente, pero este control solo describe el trabajo realizado mas no el tiempo invertido, tampoco especifica si el repuesto se colocó nuevo, usado o reparado, por lo tanto, es necesario implementar un

sistema de control de mantenimiento el cual pueda mostrar con detalle qué tipo de mantenimiento se realizó (preventivo o correctivo), el número de máquina, el tiempo invertido en la reparación, si el repuesto colocado es nuevo o usado. Con esta información se puede hacer un análisis de costos y tener una visión general del estado de la maquinaria para hacer las correcciones necesarias.

3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

3.1. Organización

Una organización está determinada por regímenes que la mantienen funcionando, así como el proceso de creación de una estructura de relaciones que permite a los afectados a realizar los planes de gerencia y satisfacer las metas propuestas. Todo diseño organizacional abarca la alineación y la interrelación de las funciones de planeación, dirección y control en donde se deben contemplar los cambios entre ellos y considerarse para lograr mutua correspondencia entre otros elementos de la organización.

Los elementos que se consideran básicos en una organización son: la especialización, la estandarización, la coordinación y la autoridad.

Por especialización se entiende la identificación de determinadas tareas asignándolas tanto a personal, como a grupos, o áreas y divisiones.

La estandarización está relacionada con crear ejercicios que los empleados deben mantener al realizar su labor. Son estandarizados por el tipo de empresa que los utilice, cuyo objetivo es generar un rango en el cual se mantengan mediante procesos escritos o manuales de procedimientos. En estos se describirán los puestos, responsabilidades y reglas que se deben mantener en una organización; también se agrega el tipo de comportamiento que se espera tener con cada nivel de responsabilidad, todo esto permite una evaluación por parte del personal administrativo.

Con base a estos elementos se pueden crear planes de contratación como de capacitación, o creación de actitudes que refuerzan valores cuya finalidad es generar buenos resultados. En el plan de organización se espera crear en los empleados el sentimiento de conservar sus acciones respecto del plan de trabajo estipulado.

En la coordinación abarca mecanismos y procesos para correlacionar las tareas y actividades con sus respectivos elementos de trabajo. En cierta forma toda organización se somete a reglas, procedimientos, objetivos e indicativos para llegar a tener un nivel de coordinación adecuado. Adicionalmente, la toma de decisiones es influida por la gran amplitud del personal y como se distribuye en una empresa.

Un diseño de jerarquías que mantiene una coordinación, aumenta significativamente la aplicación de una comunicación de ambas direcciones para una toma de decisiones, tanto para aplicación de una actividad como una coordinación amplia de varios factores.

La autoridad se basa en que es un derecho tomar decisiones de diversa importancia, la autoridad se puede distribuir en distintas forma; se debe mantener en un centro ciertas funciones y otras en cambio diversificarlas.

3.1.1. Estructura organizacional

La estructura organizacional es un medio del que se sirve una organización cualquiera para conseguir sus objetivos con eficacia.

Una organización es un grupo humano deliberadamente constituido en torno a tareas comunes y en función de la obtención de objetivos específicos.

Para alcanzar los objetivos propuestos, partiendo en la casi totalidad de los casos de recursos limitados, resulta necesaria la construcción de un esquema o modelo que permita la interrelación e interacción de sus elementos.

La estructura será, entonces, la herramienta que le permita a la organización alcanzar sus objetivos porque:

- Permite lograr una determinada disposición de sus recursos
- Facilita la realización de las actividades
- Coordinación de sus funcionamientos

Según Henry Mintzberg: “la estructura organizacional puede definirse como el conjunto de medios que maneja la organización con el objeto de dividir el trabajo en diferentes tareas y lograr la coordinación efectiva de las mismas.”¹⁹

De esta manera, puede realizarse el esfuerzo coordinado que lleve a la obtención de objetivos, definiendo las relaciones y aspectos más o menos estables de la organización.

En la estructura, las partes están integradas, es decir que se relacionan de tal forma que un cambio en uno de los elementos componentes afecta y genera cambios en los demás elementos, en relaciones entre los mismos y en la conducta de la organización en general.

La estructura organizacional presenta dos aspectos:

¹⁹ MINTZBERG, Henry. *Diseño de organizaciones eficientes*. p. 39.

- Lo formal. Se puede identificar con los elementos visibles, susceptibles de ser representados, modelados con el uso de diversas técnicas, que analizan más adelante, como organigramas, manuales, procedimientos y documentación de sistemas.
- Lo informal. Se puede identificar con lo que no se ve, lo no escrito, lo que no está representado en los modelos formales. Entran aquí las relaciones de poder, los intereses grupales, las alianzas interpersonales, las imágenes, el lenguaje, los símbolos, la historia, las ceremonias, los mitos y todos los atributos conectados con la cultura de la organización, que generalmente más importa para entender la vida organizacional.²⁰

La suma de los componentes formales e informales constituye la estructura de la organización; es por eso que la estructura formal y la informal se encuentran estrechamente relacionadas. Si se define en forma adecuada, la estructura formal debe reflejar las pautas de comportamiento informal.

3.2. Componentes del área de mantenimiento

El departamento es una o varias divisiones de la organización, un área bien determinada, una división o sucursal de una organización sobre la cual un gerente tiene autoridad para el desempeño de actividades específicas.

De las distintas clases en que se clasifican las organizaciones y que se abarcan los departamentos en una empresa la departamentalización funcional

²⁰ ALVAREZ, Hector Franco. *Principios de administración*. p. 45.

es la que más se adecua al área de mantenimiento de esta planta, debido a que agrupa a los empleados en unidades de acuerdo con sus competencias y recursos que pueden aportarse adecuando al trabajo por realizar.

El respaldo a la especialización del personal en las habilidades, la reducción de personal no indispensable aumentando el control en las áreas de trabajo, el estímulo y entrenamiento en el ambiente laboral, el intercambio mutuo de destrezas entre superiores y subalternos y aumento de la toma de decisiones son beneficios que se deben tener en cuenta para este tipo de departamentalización.

No obstante, todo método no es infalible, este tipo de departamentalización puede tener dificultades, como ejemplo está la toma de decisiones rápidas que requieren aprobaciones y que se tienen que saltar niveles de la estructura. Igualmente, cuando se tiene fricción entre los diversos departamentos, se necesita que se arreglen las dificultades antes de continuar laborando. La búsqueda de los responsables para determinadas tareas generalmente se ve afectada por la importancia que se da a los objetivos generales de la organización ya que suelen centrarse en las metas del departamento.

La comunicación entre áreas de trabajo, la visión de prioridades de realización de actividades, la coordinación del tiempo de realización de actividades, o la especialización de coordinadores de áreas que requieren de expertos en campos restringidos, pueden ser elementos que afectan a la realización propia de este tipo de departamentalización.

3.2.1. Coordinador del área de mantenimiento

El coordinador de mantenimiento debe ser un ingeniero, teniendo en cuenta a los egresados en áreas de ingeniería electromecánica, ingeniería eléctrica e ingeniería mecánica; debe completar un mínimo de dos años en cargos del área de mantenimiento en empresas de base industrial.

Las aptitudes propias de un coordinador de mantenimiento deben ser: honrado, tener una alta responsabilidad, crear un buen ambiente para trabajar en equipo, mantener una disciplina adecuada, correlacionarse y poder trabajar bajo presión.

El coordinador de mantenimiento debe procurar que la eficiencia y confiabilidad de los equipos del área de mantenimiento esté en su mayor expresión para así coordinar adecuadamente los planes de mantenimiento preventivo con sus prioridades; puedan utilizar los tiempos muertos en la producción.

En los planes de mantenimiento preventivo el coordinador de mantenimiento debe procurar que la planeación sea adecuada y mantener supervisión continua de los mantenimientos. Según estos, crear planes de mejoras en las máquinas; generación de órdenes preventivas y correctivas, si amerita el caso, y tener un control administrativo en tiempos. Se debe dar apoyo técnico en las áreas de trabajo que ayudarán a bajar los problemas que puedan causar las máquinas a la producción y, en consecuencia, la calidad del producto debe ser incondicional.

Los conocimientos básicos deben enfocarse en el buen manejo de herramientas, mantener conocimientos actualizados en programas de

mantenimiento preventivo, poseer buenos trabajos de manufactura y manejar sistemas de calidad ISO con sus respectivas capacidades para procesar gráficos. Poder solicitar repuestos y crear un control de presupuestos y a base de estos tener un control adecuado.

La capacitación constante del personal de mantenimiento es otra función que el coordinador de mantenimiento debe tener previsto en sus planes de acción en la empresa, lo cual ayudará a reducir la mano de obra por problemas imprevistos y que puedan ser resueltos de manera más eficaz al tomar decisiones que no ameriten intervención por parte del coordinador de mantenimiento. Ahora que si el desperfecto es mayor o lleva ajustes muy precisos, es necesario que un técnico previamente capacitado realice y supervise esta actividad.

Se debe realizar un análisis en los indicadores de mantenimiento, los cuales proporcionan una información propicia conforme a cómo se están ejecutando los planes de mantenimiento y, consecuentemente, se pueden modificar los patrones de conducta y los tiempos conforme la empresa ha estipulado que se realicen.

3.2.2. Técnico de mantenimiento

Un técnico de mantenimiento (contramaestre) es aquel cuya función, mediante órdenes de trabajo impartidas por el coordinador de mantenimiento, proporciona servicios a los elementos de producción tanto a la máquina de producción como a los equipos auxiliares que poseen garantía de fabricación o que el mantenimiento sea de parte de una empresa subcontratada que le dará seguimiento a las máquinas. Igualmente el técnico de mantenimiento de la empresa puede ayudar al técnico exterior y viceversa.

El técnico de mantenimiento debe poseer para el cargo una educación a nivel técnico en la rama de mecánica tanto industrial, eléctrica, electromecánica, refrigeración o carreras afines, debe poseer dos años en cargos del área industrial.

Las aptitudes necesarias para el cargo deben incluir que el personal sea honrado, se responsabilice por actividades propuestas, pueda trabajar en equipo y mantener una buena disciplina, comunicarse adecuadamente con el personal, tanto coordinadores como con operadores y poder trabajar bajo presión.

En sus conocimientos básicos debe tener un amplio manejo en herramientas y sus aplicaciones, conocer elementos básicos de electricidad y mecánica industrial y tener buenas prácticas en la manufactura para mantener un rango operacional adecuado de las máquinas en la empresa.

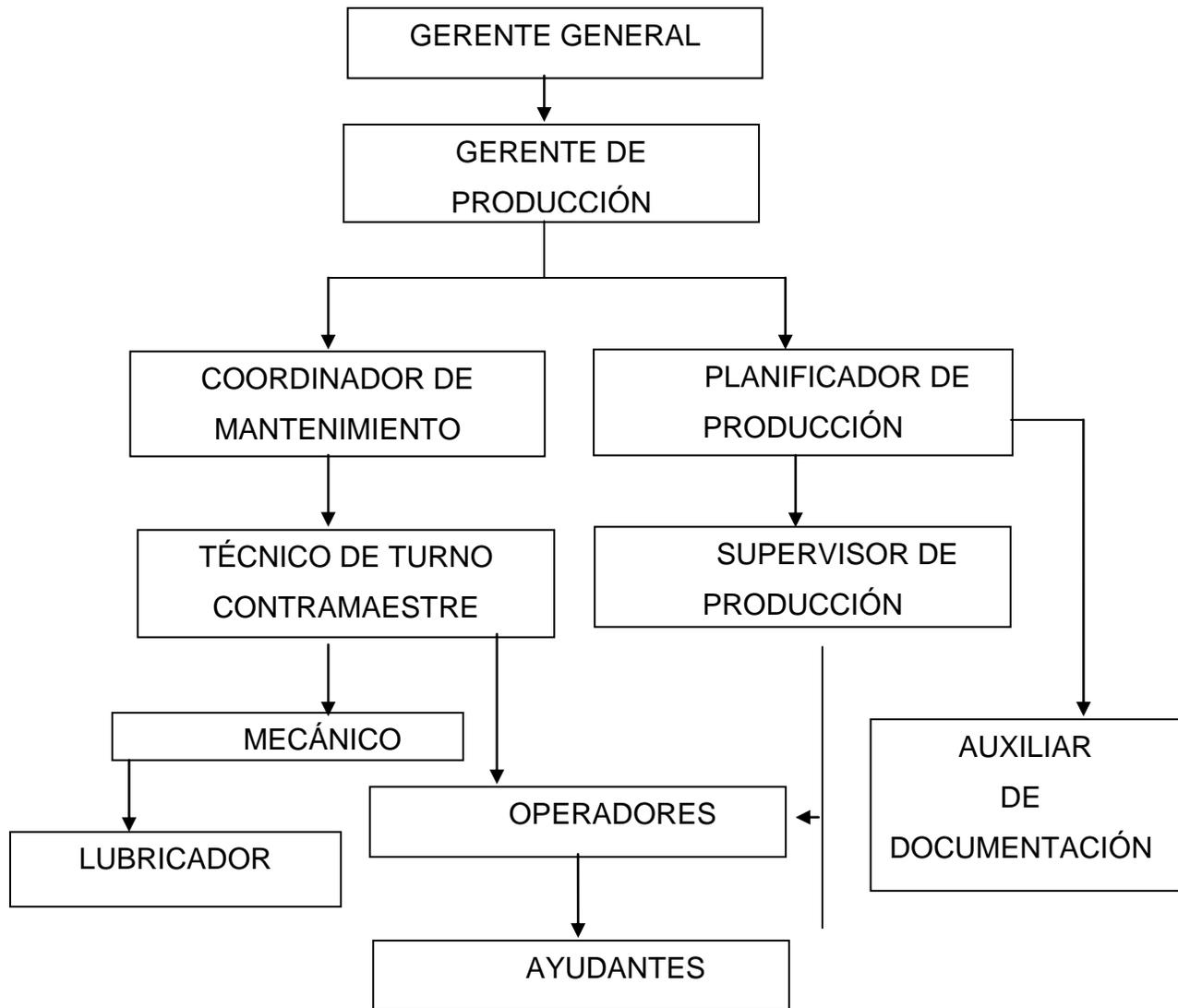
Los deberes que se otorgan al técnico de mantenimiento son ejecutar y llenar adecuadamente las órdenes de trabajo, tanto para mantenimientos preventivos como para correctivos, impartidas por el coordinador de mantenimiento, acatar tiempos establecidos y reportar daños y/o anomalías en las máquinas y en la infraestructura de la planta. Debe procurar que los problemas técnicos que están en su área sean resueltos. En cooperación con el personal de producción debe proceder a capacitar en todo proceso que esté estipulado que se realice, adicionalmente, debe participar en capacitaciones que la empresa decida, todo esto acatando las normas de seguridad y procedimientos establecidos por la empresa.

El técnico de mantenimiento tiene que llenar una bitácora de seguimiento de turno, la cual servirá para llevar anotadas todas las actividades realizadas en el tiempo de trabajo, para su posterior registro.

3.3. Organigrama

Organizar tanto las actividades como a los trabajadores resulta más práctico y económico; debido a que se puede obtener un proceso adecuado por jerarquías para la toma de decisiones y, a su vez, retroalimentar en forma de escalera desde los trabajadores pasando por los supervisores, luego por los mecánicos quienes, a su vez, retroalimentan al coordinador de mantenimiento que se encarga de crear y proporcionar datos de mantenimiento al gerente de planta.

Figura 14. Organigrama de propuesta de distribución de personal



Fuente: elaboración propia.

3.4. Sistema de mantenimiento

Esta estructura es beneficiosa porque los gastos en la aplicación del mantenimiento como un sistema se mantienen bajos, debido a que los integrantes del departamento comparten conocimientos en forma de

capacitación de ciertos trabajos, su experiencia en otros lados de trabajo para mejorar el sistema en donde laboran, y utilizan de sus propias herramientas, en el caso que la empresa no tenga recursos para conseguirlas.

La satisfacción de ambas partes, la empresa y el trabajador, mejora cuando hay diversidad de empleados que comparten sus habilidades especializadas. En el resultado de esto mantiene una trayectoria de promociones laborales dependiendo del interés que demuestra el personal para aprender.

4. PLAN DE MANTENIMIENTO

La realización sistemática del mantenimiento preventivo es una condición obligatoria para un funcionamiento impecable de la tejeduría. Por ello, el tiempo necesario para estos trabajos se tiene que incluir fijamente en el programa anual y observarse consecuentemente. Los intervalos de control se han acomodado a lo requerido por la máquina, es decir, 24 horas de funcionamiento diarias con una formación de borrilla volante normal. Se da por entendido, que trabajando con fibras duras, hilos gruesos o agresivos o con fuerte formación de borrilla volante, se deberá controlar con más frecuencia.

De las tarjetas de control que se encuentran en este capítulo se recomienda copiar un juego para cada máquina de tejer y ponerlas en un lugar de fácil observación.

La organización del servicio de mantenimiento fue diseñado en base al tamaño de la instalación, de los tipos de máquina, el programa de artículos, la materia prima y de acuerdo con las necesidades de la empresa.

4.1. Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento es el que por necesidad se practica en la mayoría de departamentos que no cuentan con un plan preventivo, ya que las máquinas son revisadas cuando manifiestan una falla mecánica la cual no les permite trabajar, esto acumula tiempo muerto en la maquinaria y se refleja en la inestabilidad de la producción y en los altos costos en repuestos. En este plan de mantenimiento se pretende aumentar la aplicación del mantenimiento

preventivo para que de esta manera se reduzca la aplicación de mantenimientos correctivos.

Ya que el mantenimiento correctivo no puede predecirse, dentro del programa de mantenimiento solo se planifica el personal que realizará los trabajos según la gravedad en cuanto tiempo muerto de las averías.

Tabla III. **Asignación a mecánicos de trabajos de mantenimiento correctivo**

Tiempo de reparación de averías (hrs)	Responsable de reparación	Tipo de avería
0-2	Mecánicos A	Reparación de orillos, desperfectos en el tejido, proyectil trabado, desajustes mecánicos
2 en adelante	Mecánicos B o técnico	Reparación de lizos, reparación de mecanismo desenrollado, regulador de urdimbre

Fuente: elaboración propia.

4.2. Mantenimiento preventivo

La ejecución sistemática de los trabajos de mantenimiento preventivo de las máquinas es la condición principal para un servicio de tisaje sin contratiempos.

Los controles periódicos, indicados a este respecto, suponen una de las misiones principales del coordinador de mantenimiento. De esta manera, los

técnicos pueden percibir modificaciones de los ajustes o apariciones de desgaste y tomar a tiempo las correspondientes medidas.

Un cuadro de conjunto sobre el completo mantenimiento preventivo de las máquinas puede verse en la tabla siguiente. Esta tabla facilita, además, informaciones para decidir, según los consejos del fabricante que personas deben encargarse de los diferentes trabajos.

Tabla IV. **Mantenimiento preventivo de las máquinas según instrucciones de servicio**

Tipo de mantenimiento	Personas ejecutoras
Mantenimiento diario de la máquina	Contramaestre
Revisiones y controles en los cambios de urdimbre y de artículo	Colocador de urdimbre/contramaestre
Servicio de mantenimiento semestral	Mecánico o contramaestre
Lubricación y engrase	Lubricador/mecánico
Limpieza de la máquina	Operador/lubricador/mecánico

Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquinas de tejer*. Sección D1 pág. 1.

4.2.1. Mantenimiento diario

A realizarse por el contramaestre durante una ronda de inspección que debe realizar a diario.

Debe controlar la entrada de los proyectiles en el mecanismo de recepción y, si fuera necesario, reajustar los frenos de recepción según las indicaciones del fabricante.

4.2.2. Mantenimiento mensual

Las revisiones y los controles mensuales deben realizarse durante los cambios de urdimbre y de artículo por los mecánicos de mantenimiento, asegurando un funcionamiento de la máquina sin contratiempos de un cambio de urdimbre a otro. Si la ejecución es correcta, pueden percibirse desgastes y así corregirse a tiempo las causas de los mismos.

Además, con los controles de función, se comprueba el comportamiento de mecanismos importantes.

Los trabajos necesarios para este fin están recopilados en la lista de control de la tabla V.

Si todo el circuito de proyectiles está ensuciado considerablemente, hay que limpiarlo de acuerdo con las indicaciones del fabricante. Normalmente, los trabajos indicados se ejecutan durante los tiempos de parada de la máquina para cambios de urdimbre, en un cambio realiza el mantenimiento y en el siguiente no, ya que los cambios de urdimbre en promedio se realizan dos veces por mes. Si los intervalos entre los cambios de urdimbre son demasiado largos, se realizarán, por lo menos, una vez al mes.

En situaciones extremas, por ejemplo en el trabajo con hilados agresivos, las revisiones se harán en intervalos más cortos, correspondiendo siempre a las condiciones en las instalaciones. En todo caso, la responsabilidad final va a cargo del contraamaestre del turno, quien también debe firmar la tarjeta de control.

Tabla V. **Tabla de control de mantenimiento preventivo mensual**

Tabla de controles		Revisiones y controles en los cambios de urdimbre y de artículo				Trabajos a ejecutar
	Mecanismo	Posición de la máquina con punto de disparo				
		110°	120°	135°	150°	
Revisiones según prescripción	Proyectiles	30°	30°	50°	50°	Controlar desgastes y ensuciamiento
	Disparo	ES 60° MS 75°	ES 60° MS 75°	ES 60° MS 75°	ES 60° MS 75°	Desmontar piezas, limpiar, controlar y aceitar; cambiar tijeras
	Recepción					Desmontar piezas, limpiar, controlar y aceitar
	Orillos intermedios					Soplar, cambiar tijeras
Máquina de tejer	.....	.....	.....	.....	Lubricar según prescripción	
Controles de estado	Templazos	.....	.....	.....	.....	Limpiar; controlar los anillos de agujas
	Rueda cepillo del transporte de retorno	.....	.....	.....	.....	Limpiar y controlar desgastes
	Cadenas de rodillos	.....	.....	.....	.....	Controlar esestado, retensar, aceitar
	Mirillas de nivel de aceite en carcasas	.....	.....	.....	.....	2/3-3/4 llenos, exceptuando aparatos de orillo esestrechos y de orillos intermedios: 3/4 a casi lleno
	Soporte de plegador	.....	.....	.....	.....	Controlar superficies de rodadura y cierres
Controles de función	Frenos de trama	0°	0°	0°	0°	Máquinas de tejer a un color: la cinta de freno es apretada de 1,0-1,5 mm hacia abajo, máquinas de tejer a varios colores: la cinta de freno es apretada de 1,5-2,0 mm hacia abajo
	Todas las agujas de orillo	195° 240° 270°	195° 240° 270°	195° 240° 270°	195° 240° 270°	Controlar su estado; en todas las 3 posiciones: separación a la pinza de orillo 1 mm
	Pinzas de orillo	350°	350°	350°	350°	Abiertas lado disparo y recepción según grueso de trama
	Freno de máquina	.....	.....	.....	.....	Carrera de frenado 35°-40°
	Acoplamiento de máquina	.....	.....	.....	.....	Comprobar la presión de acoplamiento en la barra de embrague, en caso necesario reajustar
	Freno de proyectil	.....	.....	.....	.....	Ajuste básico según prescripción de ajuste
	Paratramas	.....	.....	.....	.....	Romper el hilo de trama con máquina en marcha: la máquina debe pararse
	Paraurdimbres	.....	.....	.....	.....	Controlar el momento de paro con máquina en marcha en cada rail de contacto
	Neblina de aceite	.....	.....	.....	.....	Controlar con la máquina en marcha
	Regulador de urdimbre	.....	.....	.....	.....	Controlar la regularidad de accionamiento
	Instalación de seguridad en máquina de tejer a varios colores	.....	.....	.....	.....	Control del funcionamiento por bloqueo del selector de colores, con la máquina a temperatura de servicio
	Tijeras	358°	358°	358°	358°	Control del punto de corte
	Controles del tejido	Pasado
Ligamento		.....	.....	.....	.....	En fondo y orillos
Densidad de trama		.....	.....	.....	.....	Controlarla
Ancho de tejido		.....	.....	.....	.....	Medirlo
Templazos		.....	.....	.....	.....	Huellas de templazo y daños en el tejido
Orillos		.....	.....	.....	.....	Aspecto

Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquina de tejer*. Sección U1 pág. 3.

4.2.3. Mantenimiento semestral

Estos trabajos requieren amplios conocimientos sobre las máquinas así como experiencia práctica. Un adiestramiento sólido del personal es imprescindible. En empresas menores, las de hasta 50 máquinas, se puede encargar esta misión a los contraмаestres de turno.

A cada contraмаestre de turno se le asigna un determinado número de máquinas, de cuyo mantenimiento es responsable.

En empresas mayores, para estos trabajos se pueden emplear, alternativamente, durante seis meses, a contraмаestres de turno experimentados, con buenos conocimientos mecánicos de la máquina de tejer con proyectiles.

Los defectos o fallos comprobados los debería informar y solventar con el contraмаestre de turno responsable.

Según la experiencia del fabricante, el servicio de mantenimiento semestral puede realizarse de la manera más económica, si una parte de estos trabajos se efectúa cada vez con ocasión de un cambio de urdimbre o de artículo. Con este fin, el servicio de mantenimiento semestral se ha repartido en seis partes. En el transcurso de un semestre, se realizan así todos los trabajos de control.

Cada una de estas partes se ha planificado de forma que contribuya a la disminución de fallas comunes descritas en el capítulo anterior, ya que estas fallas son las que disminuyen la productividad del departamento al acumular tiempo muerto por falla mecánica.

El plan se realizó según la necesidad observada en el capítulo 2, ya que las fallas comunes tienen solución con una buena aplicación del mantenimiento preventivo como lo recomienda el fabricante.

Tabla VI. **Tablas de control 1 para el servicio de mantenimiento semestral**

Tabla de control 1 para el servicio de mantenimiento semestral					
Grupo de función	Posición de la máquina	Trabajos a ejecutar	Ajuste	Tolerancia	
				Minima	Máxima
Accionamiento y frenado de la maquina		Controlar el desgaste del accionamiento y del freno de la máquina			
		Sustituir guarniciones en los discos de acoplamiento si el desgaste es de hasta 9 mm	9 mm		
		Sustituir la cinta de freno, si por ensuciamiento o desgaste de ls guarniciones de freno no se puede conseguir el recorrido de freno prescrito de 35° a 40°			
		Controlar el desgaste de la correa trapezoidal			
		Controlar el ajuste del interruptor final: El motor de accionamiento debe arrancar tan pronto como la punta de la uña de bloqueo se encuentre por debajo del rodillo			
Instalación eléctrica		Escuchar si el motor tiene ruidos extraños			
		Revisión y limpieza de las espigas de conexión			
Transporte de retorno		Controlar el alargamiento de la cadena de transporte de retorno, es decir: medir la separación entre tensor de cadena y placa final respectivamente espiga			
		Máquina de tejer 73"-130"	2 m		
		Máquina de tejer 143"-213"	12 mm		
		Ejecutar el mantenimiento de la cadena de transporte de retorno según indicaciones del capítulo de lubricación. Según sea el desgaste y ensuciamiento, los intervalos de mantenimiento pueden alargarse o acortarse			
Instalación de seguridad		Controlar si el trinquete queda sobre el imán adherente		0.1 mm	.15 mm
		Controlar la distancia entre trinquete y uña de bloqueo		1.9 mm	2.1 mm
		Controlar la distancia entre trinquete y casquillo de la palanca		0.1 mm	0.3 mm
	0°	Palanca basculante en lados de disparo y recepción no debe tener juego			
		Controlar el juego longitudinal de la barra de control		0.01 mm	0.05 mm
		Controlar huelgo en los flancos entre la palanca de control de paro y disco de control del dispositivo buscatramas	0.2 mm		
		Controlar la distancia entre tornillo y disco de control de la manivela	0.5 mm		

Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquinas de tejer*. Sección U1 pág.

Tabla VII. **Tablas de control 2 para el servicio de mantenimiento semestral**

Tabla de control 2 para el servicio de mantenimiento semestral					
Grupo de función	Posición de la máquina	Trabajos a ejecutar	Ajuste	Tolerancia	
				Minima	Máxima
Regulador de Urdimbre	0°	Controlar desgaste en el regulador de urdimbre. Un control exacto de las piezas individuales debe hacerse, por pruebas al azar, desmontando el regulador de urdimbre. La elección de las máquinas a comprobar es cosa del coordinador de mantenimiento			
	0°	La marcación en el disco de levas tiene que señalar verticalmente hacia arriba			
	-----	Controlar el desgaste de las guarniciones de freno en la brida de amortiguación			
	-----	Controlar el estado de los soportes de árbol tensor			
	-----	Controlar el estado de los soportes del plegador de urdimbre			
Regulador de Tejido	0°	Controlar desgaste en el regulador de tejido. Un control exacto de las piezas individuales debe hacerse, por pruebas al azar, desmontando el regulador de tejido. La elección de las máquinas a comprobar es cosa del coordinador de mantenimiento			
	-----	Controlar las guarniciones en el cilindro de mando y el cilindro de apriete			
	-----	Controlar el estado de los apoyos del cilindro de apriete y plegador de tejido y engrasar según el capítulo de lubricación			

Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquinas de tejer*. Sección U1 pág.

Tabla VIII. Tablas de control 3 para el servicio de mantenimiento semestral

Tabla de control 3 para el servicio de mantenimiento semestral					
Grupo de función	Posición de la máquina	Trabajos a ejecutar	Tolerancia		
				Minima	Máxima
Mecanismo de orillo					
Mecanismo de orillos intermedios		Controlar el desgaste en los pivotes de nilón de los ejes de unión telescópicos y engrasarlos			
Accionamiento de excéntricas	0°	Desmontar los izos y limpiar cuidadosamente los elementos de accionamiento de los izos. Controlar desgaste en los puntos de articulación. Controlar desgaste de las guías de platinas ascendentes: los perfiles inferiores de los lizos no deben rozarse			
Máquina de excéntricas	0°	Controlar los puntos de articulación en las palancas de inversión			
		En posición de calada abierta, medir el juego entre palancas de rodillos y levas excéntricas de los lizos que se encuentren en la posición inferior de la calada		Rodillos aún girables	0.3 mm
		Comprobar el estado de las superficies de rodadura en los rodillos y levas excéntricas			
Ratiera Staubli Tipo KR		En la posición de calada abierta, las agujas deben estar en el centro de los agujeros del cartón de mando			

Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquinas de tejer*. Sección U1 pág.

Tabla IX. **Tablas de control 4 para el servicio de mantenimiento semestral**

Tabla de control 4 para el servicio de mantenimiento semestral					
Grupo de función	Posición de la máquina	Trabajos a ejecutar	Ajuste	Tolerancia	
				Minima	Máxima
Filetas	-----	Control: las espigas de bobinas deben quedar alineadas sobre los ojetes del hilo en la pantalla			
Accionamiento del batán	-----	Controlar si los cárteres del batán pierden aceite en los retenedores			
	-----	Controlar si el tubo de salida de aceite en el travesaño principal pierde aceite. Si existe pérdida de aceite, debe apretarse nuevamente la tuerca de racor con la llave especial. Limpiar el filtro de aire en el travesaño principal			
Dispositivo buscatrama	-----	Soltar la tuerca en el acoplamiento buscatrama, apretar el tornillo tensor y la tuerca			
	-----	El perno para desacoplamiento del dispositivo buscatrama debe tener juego, en ambos lados, con las paredes de la ranura	0.1 mm		
Cadenas de rodillos de accionamiento	0°	Con excepción de la cadena de transporte de retorno, cuidar todas las cadenas de rodillos según las indicaciones en la prescripción de lubricación			

Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquinas de tejer*. Sección U1 pág.

Tabla X. **Tablas de control 5 para el servicio de mantenimiento semestral**

Tabla de control 5 para el servicio de mantenimiento semestral								
Grupo de función	Posición de la máquina por punto de disparo				Trabajos a ejecutar	Ajuste	Tolerancia	
	110°	120°	135°	150°			min.	max.
Corredera de retroceso	352°	352°	352°	358°	Controlar con calibre de ajuste la separación entre el borde posterior del proyectil y el borde exterior del abridor de proyectiles, lado de recepción. Eliminar el juego de la corredera de retroceso en dirección del mecanismo de disparo Tipo de máquina D2		4.5 mm	5 mm
	Hasta el N° de máquina 97537 = 38							12.5 mm	13.0 mm
Abridor de proyectiles lado de recepción	120°				Eliminar el juego del abridor hacia abajo: Separación de seguridad desde la punta del abridor hasta el proyectil	1 mm		
	0°				El abridor de proyectiles lado de recepción debe pinchar exactamente en el medio de la pinza de proyectil Separación lateral	0.1 mm		
	27°	27°	27°	27°	Abertura de la pinza de proyectil D1 D2		1 mm 2.2 mm	1.5 mm 2.8 mm
Expulsor	125°				Variante 1: Palanca de expulsión sin tope La palanca de expulsión en su posición más baja no debe presionar sobre el proyectil expulsado. Controlar la separación con e calibre de ajuste (juego de herramientas Sulzer) Tipo de maquina D2: Dejar el calibre de ajuste apoyado sobre el transporte de retorno		1.5 mm	2 mm
	165°	128°	136°	144°			Variante 2: Palanca de expulsión con tope Medir la distancia entre cerrojo de recepción y tope de la palanca de expulsión	0.2 mm
	245°	168°	176°	184°	Control de gatillo de expulsión: con el movimiento hacia debajo de la palanca de expulsión el proyectil medio, en el canal del expulsor, no debe ser preionado hacia arriba, sino debe resbalar aprox. 0.5 a 1 mm abajo		0.5 mm	1.0 mm
	350°	248°	256°	264°				
		356°	359°	1°				

Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquinas de tejer*. Sección U1 pág.

Tabla XI. **Tablas de control 6 para el servicio de mantenimiento semestral**

Tabla de control 6 para el servicio de mantenimiento semestral								
Grupo de función	Posición de la máquina por punto de				Trabajos a ejecutar	Ajuste	Tolerancia	
	110°	120°	135°	150°			min.	max.
Mecanismo de disparo					Control de la función del bloqueo de retroceso: al parar la máquina, ésta no debe girar hacia atrás			
Elevador de proyectiles	115°	125°	140°	155°	Apriete arriba: Empujar la palanca de disparo hasta el tope en dirección del mecanismo de recepción. Si la torsión de la barra de torsión esta ajustada dentro del campo amarillo, soltar antes la tuerca en la brida tensora. Quitar la placa de lubricación Borde superior del elevador de proyectiles sobre bloque del cerrojo			
	260°	260°	260°	260°	Apriete abajo: El elevador de proyectiles descansa con ligero apriete sobre la placa de tope			
Abridor de proyectiles	79°	85°	100°	112°	Separación entre borde superior del rail-guia superior y punta del abridor de proyectiles <i>Tipo de máquina D2</i>		10.5 mm 10.0 mm	11.0 mm 10.5 mm
	79°	85°	100°	112°	Controlar desgaste en el abridor del proyectiles Abertura de la pinza del proyectil <i>Tipo de máquina D2</i>	2 mm 3.5 mm		
	340°	340°	340°	340°	<i>Tipo de máquina D1</i> la punta del abridor de proyectiles debe estar detrás del borde interior del elevador	1 mm		
	260°	260°	260°	260°	<i>Tipo de máquina D2</i> La punta del abridor de proyectiles debe retroceder sensiblemente en relación con la superficie de apoyo del proyectil en el elevador de proyectiles			
Dador de trama	50°	50°	50°	50°	Abridor del dador de trama: separación entre el rail-guia superior y la brida transversal (calibre de ajuste)	60.5 mm		
	110°	120°	135°	150°	Girar la máquina a mano hasta que el proyectil esté disparado Controlar el desgaste en el abridor del dador de trama y las tenacillas del dador de trama Abertura de las tenacillas del dador de trama con pinza de proyectil 2.2 x 3 mm 2.2 x 4 mm Para medir, utilizar llave de espiga hexagonal 3 mm respectivamente 4 mm <i>Tipo de máquina D2</i>	3.0 mm 4.0 mm 5.5 mm		
					Apretar la tuerca en el eje secundario (ancho de llave 46 mm)			
	79°	85°	100°	112°	Posición de las tenacillas del dador de trama en el proyectil: la llave de espiga hexagonal se deja introducir entre el fondo del hueco en el proyectil y las tenacillas del dador de trama <i>Tipo de máquina D2</i> Distancia entre entalladura en el proyectil y tenacillas del dador de trama		0.7 mm	0.9 mm
					La palanca del dador de trama está junto al tope izquierdo, sin juego y sin presión (tornillo de cierre de la espiga de muelle desmontado)			
	0°	0°	2°	4°	La palanca del dador de trama está junto al tope derecho, sin juego y sin presión			
	0°	0°	2°	4°	Separación entre la tijera y las tenacillas del dador de trama <i>Tipo de máquina D2</i>		0.2 mm 0.5 mm	0.2 mm 0.5 mm

Continuación de la tabla XI.

Tijeras	345°	345°	350°	350°	Control del ajuste de la aleta de centraje: el hilo de trama debe estar exactamente en el centro de las tenacillas del dador de trama			
	10°	10°	12°	14°	Separación entre el borde superior del cárter del mecanismo de disparo y borde superior de la barra dentada <i>Tipo de máquina D2</i>		1 mm 3.5 mm	2.5 mm 5.0 mm
Disparo	79°	85°	100°	112°	Separación entre el taco de disparo y el proyectil (esforzarse por conseguir mínima separación) Para medir, apretar el proyectil ligeramente contra el taco de disparo		0.15 mm	0.3 mm
	110°	120°	135°	150°	Punto de disparo (girar a mano la máquina de tejer caliente)		0°	2°

Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquinas de tejer*. Sección U1 pág. 15.

Una vez finalizados los trabajos y después de haber anotado concienzudamente los resultados del control, el ejecutor debe firmar su visto bueno. De este modo, se aseguran los intervalos de control y en caso de consultas ulteriores, se conoce a la persona responsable.

Tabla XII. **Resumen de supervisión de mecanismos del mantenimiento semestral**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	DIARIO	Proyectiles
	MENSUAL (CADA 2 CAMBIOS DE URDIMBRE)	Mecanismos de disparo Mecanismo de recepción Proyectiles Mecanismo de orillos Cadenas de transmisión Templazos Accionamiento de la máquina Para urdimbres Para trama
	SEMESTRAL	Cilindro de arrastre Máquina de excéntricas Accionamiento de lizos Cadena de transporte de retorno Accionamiento de la máquina Trinquete Enrollador Motor de enrollador Regulador de urdimbre Motor principal Calibración de guías de batan Piñón de rueda dentada

Fuente: elaboración propia.

4.3. Lubricación

Las indicaciones para aceitar y engrasar la máquina están recopiladas en este capítulo.

Las frecuencias de lubricación indicadas en este plan de mantenimiento están previstas para las condiciones normales de trabajo en el departamento, esto es, 24 horas de servicio diario de la máquina de tejer, formación normal de borrilla y trabajo de fibras que en estado seco no provocan ningún desgaste en las piezas de las máquinas.

Dado que en la elaboración los hilos de monofilamento de polipropileno se produce una gran cantidad de borrilla, resulta necesario llevar a cabo un servicio de lubricación diario y es necesario controlar regularmente los desgastes del cerrojo de disparo, de los proyectiles y de los dientes guía.

Solamente máquinas limpias permiten un servicio de lubricación impecable, por ello, es preciso primero limpiar y luego engrasar o aceitar.

4.3.1. Aplicación de los lubricantes

Cuando la maquinaria es nueva, el aceite debe ser extraído de todos los cárteres después de las primeras 20 millones de pasadas. Todos los mecanismos deben ser limpiados con aceite de enjuague (no utilizar bencina o petróleo) y vueltos a rellenar con aceite nuevo.

Cada 100 millones de pasadas debe volver a efectuar este cambio de aceite.

Se ha estimado un aproximado de 100,000 pasadas por turno y trabajando a 2 turnos, los cambios de lubricante deben realizarse como lo especifica la tabla XIII.

Tabla XIII. **Programa de cambios de lubricante**

MECANISMO	PROGRAMADO	LUBRICANTE
MECANISMO DE DISPARO	SEMESTRAL	SAE 1630
CAJA DE DISPARO	ANUAL	SAE 220
CAJA DE RECEPCIÓN	ANUAL	SAE 220
CAJA DE EXENTRICAS	ANUAL	SAE 680
BATAN	2 AÑOS	SAE 220

Fuente: elaboración propia.

Según el grado de ensuciamiento, el aceite de la máquina de excéntricas, de la parte superior del mecanismo de disparo y el mecanismo de recepción, deben ser eventualmente renovados a intervalos más cortos.

Para garantizar una carga suficiente de aceite, deben controlarse los visores de nivel de aceite en los diferentes cárteres. El visor, a máquina parada, debe quedar cubierto entre $2/3$ y $3/4$.

Excepción: los miradores de nivel de aceite en los mecanismos de orillo y de orillos intermedios deberán estar cubiertos en $3/4$ a $7/8$.

Con el fin de evitar un error a causa de visores ensuciados, es conveniente limpiarlos en cada cambio de aceite y, en caso necesario, sustituirlos.

Tabla XIV. **Cargas aproximadas de aceite por mecanismo**

MECANISMO	CANTIDAD DE LUBRICANTE (litros)
Parte superior de mecanismo de recepción	1,0
Parte inferior del mecanismo de disparo	1,0
Mecanismo de recepción	0,8 – 1,0
Dispositivo de orillos intermedios	1,0 – 1,2
Mando batán: por cárter	2,5 – 3,0
Brida de tensión de la barra de torsión	0,1
Máquina de excéntricas	3,0 – 6,0
Bloque de mando VSD	0,5
Grupo VSK	1,3
Engranaje principal del regular de urdimbre	1,8 con diferencial 2,1 sin diferencial
Dispositivo de transmisión de regulador de urdimbre	0,3

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Cuidado de las ruedas dentadas cilíndricas

Todas las ruedas dentadas cilíndricas no protegidas (regulador de urdimbre, regulador de tejido) deben ser limpiadas y engrasadas durante el cambio de urdimbre.

4.3.3. Cuidado de las cadenas de rodillos

Las cadenas deben ser limpiadas y engrasadas al menos dos o tres veces al año. Para limpiar las cadenas a fondo, deben enrollarse y colocarse planas, durante cinco horas aproximadamente, en un recipiente con clorothene, y después cepillarlas para extraer la borrhilla. Para evitar la ulterior formación de óxido, colgar las cadenas o calentarlas a 80°C hasta que los intersticios entre las articulaciones estén completamente secos.

Engrasar las cadenas secas con una grasa especial. Calentar la grasa a baño María a 70°C. La cadena se sumerge durante 30 minutos en el lubricante fluido. Agitando constantemente la cadena en la grasa fluida, permite a esta penetrar hasta los puntos de rodadura. Antes de que se enfríe la grasa, sacar la cadena del baño y colgarla encima del recipiente para su escurrido.

En cuanto a la cadena de transporte, esta debe ser frotada con un trapo, debiendo subsistir sobre ella un ligero film de grasa, con el fin de evitar un excesivo depósito de borrilla y, por consecuencia, un ensuciamiento del tejido. Los eslabones de los proyectiles deben quedar completamente exentos de grasa. En el cambio de urdimbre conviene aceitar ligeramente todas las cadenas. Estas deben estar bien tensadas, pero no en exceso.

Cadenas flojas del árbol de mando de la maquina de excéntricas dañan el accionamiento de los lizos. Las cadenas que sufren un alargamiento superior al 1,5 % deben ser reemplazadas.

4.3.4. Cuidado de los motores de accionamiento

Para los motores de accionamiento se envían unas instrucciones especiales del fabricante, que son importantes para su mantenimiento y deben ser observadas en todo caso.

El motor principal genera las revoluciones a las que trabajará la máquina, estas revoluciones deben revisarse periódicamente para mantener la constancia en la producción. Esta depende del tipo de barra de torsión y tamaño de las poleas

Las revoluciones recomendadas para los diferentes tipos de máquina disponibles en esta empresa son:

Tabla XV. **Revoluciones máximas del telar recomendadas**

DIAMETRO DE POLEA VARIABLE (mm)	BARRA DE TORSIÓN (mm)	RPM MÁXIMA
77-102	16	220
77-102	17	230
77-102	19	270
8,5-107,5	19	270

Fuente: elaboración propia

4.3.5. Cuidado del sistema de agujas VSK

El sistema de agujas debe ser limpiado según su ensuciamiento, por lo menos una vez por semana, suavemente con aire comprimido. Solo debe ser aceitado en los cambios de urdimbres. A este efecto debe ser utilizado aceite para máquinas de coser. Soplarlo previamente y limpiarlo con un detergente.

4.3.6. Limpieza de las máquinas

Para la limpieza de las cadenas de rodillos y de las piezas fuertemente sucias, debe utilizarse un detergente que se evapore rápidamente sin dejar residuo. Producto apropiado para la limpieza: tricloretoano o Tolueno. Normalmente, las superficies de las máquinas pueden ser mantenidas limpias solo con aspiración y soplado por aire, así como por frotamiento en seco.

Las impurezas tenaces serán eliminadas utilizando un trapo previamente humedecido con un producto de limpieza apropiado. Las máquinas no deben ser lavadas en ningún caso con pincel, cepillo o trapo mojado, en evitación de

que el detergente pueda penetrar en los puntos de rodadura. Las piezas de materia sintética deben ser limpiadas con agua jabonosa o con detergentes corrientes en el comercio, suaves y diluidos, para uso doméstico. No utilizar nunca disolventes polares como alcoholes o similares.

4.3.7. Servicio de lubricación semanal

Todos los puntos por aceitar indicados en la tabla siguiente, deben ser atendidos de la siguiente forma:

Tabla XVI. **Frecuencia de lubricación**

Grupo de función	Operación
Mecanismo de disparo	Diario
Dispositivo de orillo	Diario
Regulador de urdimbre	Semanal
Maquinita de excéntricas	Semanal
Dispositivo de orillos intermedios	Semanal
Mecanismo de recepción	Diario
Accionamiento	Semanal

Fuente: Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquina de tejer.*

4.3.8. Servicio de lubricación en los cambios de urdimbre

En caso de muy largos intervalos entre los cambios de urdimbre, los puntos de engrase y aceitado indicados en la siguiente tabla deben ser alimentados por lo menos cada 3 o 4 semanas.

Tabla XVII. **Tipo de aceite por aplicar según mecanismo**

Grupo de función	Lubricante
Regulador de urdimbre	Aceite/grasa
Mecanismo de disparo	Aceite/grasa
Maquinita de excéntricas	Aceite/grasa
Regulador de tejido	Aceite/grasa
Accionamiento de lizos	Aceite/grasa
Accionamiento	Aceite/grasa

Fuente: elaboración propia

4.3.9. Servicio de lubricación semestral

Todos los racores de engrase con capuchón amarillo en la deber ser alimentados con grasa a presión dos veces por año. Si algún racor de engrase no se encuentra en uno de los puntos indicados, debe desmontarse el cojinete de bolas para su engrase.

El servicio de lubricación semestral comprende también el engrase de ciertas partes de la máquina con grasa especial.

Los cojinetes de bolas que no tengan racor o manguera de lubricación deben desmontarse para su engrase.

Tabla XVIII. **Lubricación semestral**

Grupo de función	Operación
Eje de embrague y transporte de retorno	Semestral
Mecanismo de disparo	Semestral
Accionamiento de plegador de urdimbre	Semestral
Arrollador de tejido	Semestral
Accionamiento	Semestral

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Resumen de trabajos de lubricación**

LUBRICACIÓN	DIARIA	<p>Mecanismos de disparo</p> <p>Dispositivo de orillo</p> <p>Regulador de urdimbre</p> <p>Máquina de excéntricas</p> <p>Dispositivo de orillo intermedios</p> <p>Accionamiento</p> <p>Mezclador de trama</p>
	AL CAMBIO DE URDIMBRE	<p>Regulador de urdimbre</p> <p>Mecanismos de disparo</p> <p>Lado de disparo</p> <p>Maquinilla de excéntricas</p> <p>Regulador de tejido</p> <p>Accionamiento de lizos</p> <p>Accionamiento</p> <p>Dispositivo busca trama</p> <p>Control de marcadores de nivel</p>
	SEMESTRAL	<p>Eje de embrague y transporte de retorno</p> <p>Mecanismo de disparo</p> <p>Accionamiento plegador de urdimbre</p> <p>Enrollador de tejido</p> <p>Accionamiento</p>

Fuente: elaboración propia

4.4. Documentación

La documentación es parte importante en la ejecución de cualquiera de los tipos de mantenimiento, el fabricante de la maquinaria suministra junto con las máquinas una hoja de control, pero dada la complejidad de los trabajos que se realizan es necesario crear una nueva documentación que complemente lo que el fabricante indica, estos formatos poseen:

- El número de máquina a la que se le realizó o tiene que realizar el mantenimiento.
- Descripción de la fecha en qué se realizó o realizaran el mantenimiento, nombre del mecánico responsable del trabajo, horario de inicio y finalización de los trabajos.
- El tipo de prioridad, se basa en el orden requerido, primero, los trabajos en los cuales se debe detener la máquina y realizar el trabajo ya que esta podría sufrir un daño severo. Segundo, están los trabajos de mantenimiento que deben realizarse al finalizar un rollo de la tela ya que la reparación permite que se vote el rollo para no manchar la tela. En tercer lugar están los trabajos que pueden realizarse al finalizar un plegador ya que la falla de la máquina no será de forma imprevista.

4.4.1. Órdenes de trabajo

Son formatos empleados por el coordinador de mantenimiento para asignar tareas al personal mecánico y alimentar la herramienta de mantenimiento. Cada orden de trabajo especifica el lugar y máquina donde se

realizó la actividad, si se realiza al finalizar el plegador, el rollo o lo antes posible, la información específica por parte del mecánico de la reparación que realizó, fecha en la que se realizó el trabajo y el horario de inicio y finalización de la tarea, junto con firma de aprobación del coordinador y el mecánico encargado del trabajo.

Con las órdenes de trabajo se pretende obtener un conjunto de elementos que ayuden tanto a la planeación de elementos que mejoren y corrijan los elementos con desperfectos que podrían provocar una falla imprevista en la máquina como realizar los análisis correspondientes de los recursos empleados, control de repuesto y manejo de personal.

La acción tomada por el coordinador de mantenimiento está determinada por la importancia de la actividad aplicada a mantenimiento preventivo para cada máquina en la empresa, mantenimiento correctivo programado que se estipula con cierto tipo de tiempo y repuestos y el mantenimiento correctivo que se da cuando no hay otra opción más que cambiar la pieza.

El emprender una acción es una actividad que pretende mejorar, por medio de respuestas aplicables al sistema, es una manera de obtener resultados para el control de problemas, es decir, que se busca reducirlos.

Tabla XX. **Formato de orden de mantenimiento correctivo**

ORDEN DE MATENIMIENTO CORRECTIVO DEPARTAMENTO DE TEJEDURÍA		
TELAR: _____	FECHA: _____	
HABERIA: _____		
OBSERVACIONES: _____	REALIZAR TRABAJO	<input type="checkbox"/>
_____	Lo antes posible	<input type="checkbox"/>
_____	Al botar rollo	<input type="checkbox"/>
_____	Al finalizar plegador	<input type="checkbox"/>
ESTADO <input type="checkbox"/>	Fecha: _____	
FECHA DE TRABAJO: _____	_____	_____
INICIO: _____ FINALIZO: _____	MECANICO	REVISADO

Fuente: elaboración propia.

4.5. Hojas de control

Entre las herramientas de mantenimiento por utilizar en el plan de mantenimiento se tiene contemplado la utilización de un sistema para recopilación de datos para almacenar la información importante en los daños, repuesto utilizado y reparaciones hechas en las máquinas para crear planes de acción en base a los reportes realizados.

El desarrollo de la alimentación de datos está basado en el reporte que el mecánico realiza al finalizar los trabajos de mantenimiento correctivo y preventivo.

Las hojas de control de los distintos trabajos de mantenimiento por realizar son las siguientes:

Tabla XXIII. **Formato de control de mantenimiento mecánico mensual**

CONTROL MANTENIMIENTO MECÁNICO MENSUAL
DEPARTAMENTO DE TEJEDURÍA

TELAR	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Formato de control de lubricación mensual**

CONTROL DE LUBRICACIÓN DIARIO
DEPARTAMENTO DE TEJEDURÍA

SEMANA No.: _____

TELAR	Lubricación Diaria	Limpieza de cadena	Lubricación Diaria	Neblina	Lubricación Diaria	Rueda de ntada	Lubricación Diaria	Engrase semanal	Lubricación Diaria	Neblina	Lubricación Diaria	Regulador de urdim.	OBSERVACIONES
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

Fuente: elaboración propia

Tabla XXV. **Formato de revisión semanal de RPM**

REVISIÓN SEMANAL RPM TELARES SULZER
DEPARTAMENTO DE TEJEDURÍA

	FECHA DE LECTURA DE RPM													
TELAR														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Fuente: elaboración propia.

4.6. Herramientas para la administración del mantenimiento

Para ejecutar satisfactoriamente la administración del mantenimiento y obtener resultados cuantitativos que ayuden a tomar decisiones, se necesita de ciertos instrumentos o herramientas que faciliten el trabajo. Gracias al uso de estas herramientas se puede planear, organizar y controlar mejor las actividades de mantenimiento.

Algunas de estas herramientas de acuerdo a Dounce (2000), Smith (1993) se explican a continuación.

4.6.1. Índice ICGM (RIME)

Esta herramienta es importante porque en muchas ocasiones los problemas tanto de maquinaria, equipo o instalaciones se pueden presentar al mismo tiempo, haciendo difícil al equipo de mantenimiento el asignar

prioridades. Algunas veces no se toma la decisión correcta y se repara aquel equipo que no tenía tanta importancia, mientras que aquel que sí la tenía queda parado por más tiempo.

Para ayudar al departamento de mantenimiento en este tipo de toma de decisiones existe el ICGM (índice de clasificación para los gastos de mantenimiento), el cual permite clasificar los gastos de mantenimiento relacionándolos con el equipo y el trabajo que se debe efectuar. El ICGM se compone de dos factores:

- Código máquina.- jerarquiza al equipo dependiendo su importancia
- Código trabajo.- califica al trabajo que se efectuará

Por lo tanto:

ICGM = código máquina x código trabajo.

Para poner en práctica esta herramienta se forma un comité integrado por personas del área de mantenimiento, producción y contabilidad las cuales hacen un levantamiento de inventario de todos los activos de la empresa, de ahí se establece cada código máquina para los activos. La calificación de dichos activos dependerá de su grado de importancia, esta calificaciones van de 10, si son recursos vitales hasta 0 si son triviales, de igual forma se establecen diferentes criterios para asignar un código a los trabajos.

Estos códigos no son constantes, se aconseja hacer una publicación mensual, para ayudar al departamento de mantenimiento a conservarse actualizado.

4.6.2. Análisis de problemas

Su objetivo es minimizar las fallas y las quejas de los clientes y del personal. Esta herramienta puede combinarse con otros métodos para obtener un análisis más profundo y exacto de la situación. Algunas herramientas complementarias son: juntas de lluvia de ideas, diagramas de causa y efecto y el diagrama de Pareto.

4.6.3. Inventario jerarquizado

En una industria es importante saber cuáles son los paros de los recursos que afectan más, es decir, se debe tener una clasificación de los recursos que son vitales, importantes y triviales. Con apoyo del ICGM y del diagrama de Pareto se puede determinar y jerarquizar la importancia de cada uno de los activos, esto permite conocer la capacidad y la flexibilidad que tiene la empresa.

4.6.4. Costo mínimo de mantenimiento

El costo mínimo de mantenimiento es, el punto de equilibrio entre el costo de mantenimiento y el costo de tiempo de paro. Se debe estimar que si a un recurso se le da menos o más mantenimiento del necesario se pueden tener pérdidas económicas por hipermantenimiento o por paro por falta de mantenimiento, lo que significa gasto.

Se debe tomar en cuenta la importancia del recurso y los diferentes horarios en los que se puede suceder el paro para saber económicamente como afecta menos o más al costo. Posteriormente, se debe calcular el costo por mantenimiento de cada uno de los recursos físicos para conocer la cantidad

óptima de mantenimiento que se le debe proporcionar a cada elemento para no tener pérdidas por falta o exceso de mantenimiento

4.6.5. Mantenibilidad y fiabilidad del equipo

La mantenibilidad es “la rapidez con la cual las fallas, o el funcionamiento defectuoso en los equipos son diagnosticados y corregidos, o el mantenimiento programado es ejecutado con éxito.”²¹ Para lograr esto se deben tener procedimientos para el cambio de sus partes, las herramientas necesarias, y el equipo debe estar colocado de manera que sea accesible para que el técnico pueda hacer su trabajo.

Se define la fiabilidad como “la probabilidad de que un equipo no falle, es decir, funcione satisfactoriamente dentro de los límites de desempeño establecidos, en una determinada etapa de su vida útil y para un tiempo de operación estipulado, teniendo como condición que el equipo se utilice para el fin y con la carga para la que fue diseñado.”²² Sirve para saber el grado de confiabilidad que tiene un equipo antes de fallar.

4.6.6. AMEF

Esta herramienta es utilizada por varios autores como Smith (1993) y Suzuki (1994). Es una de las herramientas más utilizadas en la ingeniería de fiabilidad. El objetivo de esta herramienta es identificar los modos de falla del equipo, es decir, la manera en que el personal detecta que el equipo está trabajando mal, (como puede ser sobrecalentamiento y derrame de aceite) sus

²¹ DOUNCE, Enrique. *Productividad de la conservación industrial*. p. 135.

²² *Ibíd.* p. 136.

causas y, finalmente, los efectos que pueden resultar durante la operación, con el propósito de eliminar las fallas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas. Sus objetivos principales son:

- Reconocer y evaluar los modos de las fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falta potencial.
- Analizar la confiabilidad del sistema.
- Documentar el proceso.

Aunque el método del AMEF generalmente ha sido utilizado por las industrias automotrices, es aplicable para la detección y bloqueo de las causas de fallas potenciales en productos y procesos de cualquier clase de empresa, ya sea que estos se encuentren en operación o en fase de proyecto; también es aplicable para sistemas administrativos y de servicios.

Para efectos del presente trabajo de graduación, el tipo de segmentación que se ha escogido es en base a las estructuras de flujo de proceso dentro de la empresa. En este caso se puede apreciar que a mayor volumen de producción y automatización es necesaria mayor atención al equipo. De manera teórica se podría decir que cualquiera de estas herramientas es útil para todos los segmentos, pero resulta muy costoso en algunos casos cuando no se

necesita tanta estructura y sería demasiado papeleo y pérdida de tiempo contemplar el uso de todas estas herramientas dentro del trabajo cotidiano.

4.6.7. Herramientas del mantenimiento

En los segmentos anteriores se definen algunas herramientas para ayudar a la administración de departamentos con telares planos, estas se seleccionan según el tamaño, capacidad de la estructura y el costo que representa. Utilizar herramientas que ayuden a la administración del mantenimiento sirve para aumentar la productividad de la planta.

Tener un mantenimiento productivo interesa a las industrias porque significa una disminución de costos, porque con un mantenimiento preventivo eficiente y eficaz, las fallas se eliminan en un porcentaje elevado. Por lo tanto, la productividad tiene una relación importante con el mantenimiento.

Tabla XXVI. **Aplicación de las herramientas para la administración del mantenimiento**

	Talleres de trabajo	Lotes	Ensamble	Flujo continuo
Índice ICGM (RIME)	X	X	X	X
Análisis de problemas	X	X	X	X
Inventario jerarquizado				X
Costo mínimo de mantenimiento		X	X	X
Mantenibilidad y fiabilidad del equipo		X	X	X
AMEF	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia.

5. CONTROL DE REPUESTOS

Se debe tomar en cuenta varios aspectos para una administración efectiva de repuestos y materiales. En los repuestos por ser almacenados hay que considerar la vida útil del repuesto y el alto costo. Se considera a los consumibles y partes de uso general como materiales y, por último, se toman en cuenta los repuestos y materiales utilizados para cambio de artículo, como repuesto textil, por ser de uso exclusivo de los diferentes tejidos por trabajar.

5.1. Repuesto mantenimiento correctivo

El costo de mantener un inventario de repuestos suele ser alto, por eso es conveniente analizar cuáles son los repuestos que tienen prioridad a fin de tenerlos en reserva para cuando se lleguen a necesitar. Por ello se ha hecho un análisis tomando en cuenta el consumo de repuestos durante un año, de esta lista se extrajeron dos tipos de repuesto de consumo mensual, los cuales se nombraron como consumibles y de emergencia. La siguiente tabla lista los repuestos de mayor consumo mensual en el departamento.

Tabla XXVII. Repuesto de consumo en mantenimiento correctivo

DESCRIPCIÓN	CONSUMO MENSUAL
PIEZA EXPULSIÓN 7,5 MM, D1	2
ECLISA EXPULSIÓN 7,5 MM, D1	2
PIEZA EXPULSIÓN ELÁSTICO D1,D12	1
ECLISA DE EXPULSIÓN 7,5 MM. D1,D2	1
CINTA DE FRENO 0,1mm	30
DADOR DE TRAMA ESTRIADA 2,1X3 1,D1,K2	2
PINZA DEL DADOR DE TRAMA D1	5
REMACHE DE PINZA DEL DADOR DE TRAMA	10
ALA DE CENTRAJE	1
CERÁMICA DE ALA DE CENTRAJE	3
TIJERA D1	1
PINZA DE ORILLO FA	10
PINZA DE ORILLO SU	3
AGUJA DE ORILLO R=0,5 SU	3
AGUJA DE ORILLO R=0,5 FA	4
CINTA DE FRENO 0,1mm	50
PIE D=2,5X56 SU, RFKL=4MM. (CORTO)	8
PIE D=2,5X56 FA, RFKL=4MM. (LARGO)	8
RETROCESOR D1 TW11	2
ECLISA PARA RETROCESOR D1,D2	2
RETROCESOR P7100	1
ECLISA PARA RETROCESOR P7100	1
PALANCA BATIDORA D=37 MM	1
PALANCA BATIDORA L183,7MM D35MM	1

Continuación de la tabla XXVII.

BLOQUE DE 6 DIENTES GUÍA L=73 D1,D12	40
DIENTES DE GUÍA EN BLOQUE DE 4 DIENTES	20
DIENTES DE GUÍA D1-D12-B-S	50
TRIGGER DE VUELO PARA LANZADERA LOEPFE	1
PARATRAMA # CABEZA DETECTORA	1
FAJAS A-76	4
FAJAS A-78	4
PIEZA DEL OJETE D=8,5	5
PALANCA DEL RETROCESOR D1	3
PLACA DE LEVAS D1,D12,D2,K2	0.5
ABRIDOR DE PROYECTIL	0.5
ELEVADOR DE PROYECTIL D1,D12	0.5

Fuente: elaboración propia.

Dentro del plan de mantenimiento mensual que se refiere a la revisión de caja de disparo y recepción se pretende reducir el consumo de estos repuestos ya que por la falta de mantenimiento algunas piezas fallaban y esto hacía que otras piezas que estaban un buen estado también lo hicieran. En la aplicación del plan las piezas dañadas se detectarán a tiempo para que la máquina pueda cumplir con el fin para el cual fue creada sin dañar más piezas.

5.2. Repuestos mantenimiento preventivo mensual

En el mantenimiento preventivo mensual se hace revisión del mecanismo de disparo y recepción, principalmente, ambos mecanismos tienen repuestos que sufren deterioro por el traslado del proyectil al insertar la trama en la

urdimbre. Por lo cual es necesario mantener las piezas de recambio en ambos turnos. Al hacer el cambio de las piezas se evitarán paros cuando la máquina esté cargada de hilos de urdimbre.

La siguiente lista contiene los repuestos necesarios para cumplir con el plan de mantenimiento mensual:

Tabla XXVIII. **Repuesto de consumo en mantenimiento preventivo mensual**

DESCRIPCIÓN
PIEZA EXPULSIÓN 7,5 MM, D1
ECLISA EXPULSIÓN 7,5 MM, D1
PIEZA EXPULSIÓN ELÁSTICO D1,D12
ECLISA DE EXPULSIÓN 7.5 MM. D1,D2
DADOR DE TRAMA ESTRIADA 2,1X3 1,D1,K2
PINZA DEL DADOR DE TRAMA D1
REMACHE DE PINZA DEL DADOR DE TRAMA
ALA DE CENTRAJE
CERAMICA DE ALA DE CENTRAJE
RETROCESOR D1 TW11
ECLISA PARA RETROCESOR D1,D2
RETROCESOR P7100
ECLISA PARA RETROCESOR P7100
PALANCA BATIDORA D=37 MM
PALANCA BATIDORA L183,7MM D35MM
PIEZA DEL OJETE D=8,5
PALANCA DEL RETROCESOR D1
PLACA DE LEVAS D1,D12,D2,K2

Continuación de la tabla XXVIII.

ABRIDOR DE PROYECTIL
ELEVADOR DE PROYECTIL D1,D12
FRENO SECUNDARIO D1 L=28,5 W=28,3
FRENO SUPERIOR PRIMARIO L=43,20 W=20
PLACA DE FRENO INF D1 L=138,8 W=28,03
FRENO SECUNDARIO D1 L=29 W=28,5
PLACA FRENO INFERIOR D1 L=138,8 W=31,5
FRENO SECUND,P7100 D1/D12 L=56 W=18,3
FRENO PRIMARIO P7100 D1 L=47,9
PLACA FRENO INFERIOR DE PLASTICO D1/D12

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de piezas por consumir depende de la cantidad de máquinas que exista en el departamento.

5.3. Repuestos mantenimiento preventivo semestral

El mantenimiento preventivo mensual está distribuido en doce mecanismos de los cuales se lista a continuación las piezas que podrían necesitarse al hacer este mantenimiento.

Tabla XXIX. **Repuesto de consumo en mantenimiento preventivo semestral**

MECANISMO	REPUESTO
ACCIONAMIENTO DE LIZOS	TIRANTE DE UNIÓN 153"
	ANILLO DISTANCIADOR D=6.2X25X7.2
	CASQUILLO DE COJINETE D=25.10X35.22X6
	REMACHE EMBUTIDO ESPECIAL 6X15 90°
	FAJAS A-76
	FAJAS A-78
REGULADOR DE URDIMBRE	ANILLO DE FRENO 25° G SIN AMIANTO
	ANILLO DE FRENO 28°
	DISCO EXCÉNTRICO ELEVACIÓN SIMPLE 28°
	DISCO EXCÉNTRICO P/ELEVACIÓN SIMPLE 32°
	DISCO EXCÉNTRICO P/ELEVACIÓN DOBLE 32°
	RUEDA DE MANDO 28°
	CUBO RUEDA DE MANDO 28°
	CUBO DE LA RUEDA MANDO P/FRENO CONICO 25ø
	ANILLO DE ACOPLAMIENTO 32°, BERAL 2117
	RUEDA DE TRINQUETE 32G/20G 32/25G
ANILLO DE ACOPLAMIENTO 40G	

Fuente: elaboración propia.

5.4. Lubricantes

El control del consumo de lubricantes es necesario llevarlo ya que el lubricante es parte esencial en el funcionamiento de la maquinaria, hay que tener en cuenta el lubricante utilizado en el mantenimiento semestral como el lubricante de consumo diario porque la máquina necesita ser lubricada manualmente todos los días. Si cualquiera de los lubricantes llegara a faltar habría muchas piezas que estarían en riesgo de desgaste. Si los lubricantes que se utilizan en mantenimiento semestral no estuviera a tiempo las consecuencias de no hacer el cambio de aceite a tiempo no se verá hasta dentro de algunos años, ya que al trabajar con aceite que ya haya cumplido su tiempo de vida, se restan años al servicio de la máquina.

Tabla XXX. **Lubricantes utilizados en el mantenimiento del departamento de tejeduría**

LUBRICANTE
SAE 16 30
SAE 680
SAE 220

Fuente: elaboración propia.

5.5. Análisis de costos

Para tomar decisiones basadas en la estructura de costos, y teniendo presente que para un administrador una de sus principales tareas será minimizar los costos, es importante conocer su componentes.

Los costos, en general, se pueden agrupar en dos categorías:

- Costos que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento como: costos administrativos, de mano de obra, de materiales, de repuestos, de subcontratación, de almacenamiento y costos de capital.
- Costos por pérdidas de producción a causa de las fallas de los equipos, por disminución de la tasa de producción y pérdidas por fallas en la calidad producto debido al mal funcionamiento de los equipos. Costo global del mantenimiento.

5.6. Proyección consumo anual de repuesto

La proyección del consumo anual de repuestos se hace en base a:

- Cantidad de máquinas en el departamento
- Serie de la máquina de tejer Sulzer
- Frecuencia de los mantenimientos preventivos
- Calidad y costo de los repuestos

La siguiente tabla muestra el consumo anual de repuestos de consumo común para el departamento:

Tabla XXXI. **Proyección de consumo de repuestos anual**

DESCRIPCIÓN	CONSUMO ANUAL
PIEZA EXPULSIÓN 7,5 MM, D1	30
ECLISA EXPULSIÓN 7,5 MM, D1	30
PIEZA EXPULSIÓN ELÁSTICO D1,D12	8
ECLISA DE EXPULSIÓN 7,5 MM. D1,D12	8
CINTA DE FRENO 0,1mm	500
DADOR DE TRAMA ESTRIADA 2,1X3 1,D1,K2	30
PINZA DEL DADOR DE TRAMA D1	60
REMACHE DE PINZA DEL DADOR DE TRAMA	60
ALA DE CENTRAJE	30
CERÁMICA DE ALA DE CENTRAJE	25
TIJERA D1	20
PINZA DE ORILLO FA	50
PINZA DE ORILLO SU	30
AGUJA DE ORILLO R=0,5 SU	30
AGUJA DE ORILLO R=0,5 FA	50
CINTA DE FRENO 0,1mm	1 000
FRENO SECUNDARIO D1 L=28,5 W=28,3	100
FRENO SUPERIOR PRIMARIO L=43,20 W=20	100
PLACA DE FRENO INF D1 L=138,8 W=28,03	100
FRENO SECUNDARIO D1 L=29 W=28,5	100
PLACA FRENO INFERIOR D1 L=138,8 W=31,5	100
FRENO SECUNDARIO P7100 D1/D12 L=56 W=18,3	100
FRENO PRIMARIO P7100 D1 L=47,9	100
PLACA FRENO INFERIOR DE PLASTICO D1/D12	100

Continuación de la tabla XXXI.

PIE D=2,5X56 SU, RFKL=4MM (CORTO)	60
PIE D=2,5X56 FA, RFKL=4MM (LARGO)	60
RETROCESOR D1 TW11	30
ECLISA PARA RETROCESOR D1,D2	10
RETROCESOR P7100	3
ECLISA PARA RETROCESOR P7100	3
PALANCA BATIDORA D=37 MM	3
PALANCA BATIDORA L183,7MM D35MM	3
BLOQUE DE 6 DIENTES GUÍA L=73 D1,D12	500
DIENTES DE GUÍA EN BLOQUE DE 4 DIENTES	200
DIENTES DE GUÍA D1-D12-B-S	3 500
TRIGGER DE VUELO PARA LANZADERA LOEPFE	5
PARATRAMA # CABEZA DETECTORA	5
FAJAS A-76	100
FAJAS A-78	100
PIEZA DEL OJETE D=8,5	50
PALANCA DEL RETROCESOR D1	25
PLACA DE LEVAS D1,D12,D2,K2	3
ABRIDOR DE PROYECTIL	6
ELEVADOR DE PROYECTIL D1,D12	6

Fuente: elaboración propia.

Esta lista de repuestos se hizo para un aproximado de 45 máquinas trabajando. En la actualidad, la mayoría de estos repuestos en el departamento son de consumo en el mantenimiento preventivo, causando paros en la maquinaria y así mismo pérdida de producción.

6. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD EN EL MANTENIMIENTO

La puesta en marcha de un sistema acarrea problemas que pueden afectar desde el papeleo hasta actividades que se programaron debido a diferentes casos, actividades que no se aplican a ciertas máquinas o mal llenado de formatos. Todo debe mejorar a partir de visualizar el problema al someter a prueba la realización de las actividades llegando a la retroalimentación y finalizando con la modificación por parte del coordinador de mantenimiento y aprobación de las modificaciones por el programa de control.

6.1. Plan de aplicación a corto plazo

El plan de aplicación a corto plazo se pone a prueba durante el primer mes de operación, los elementos por utilizar son: el personal que realiza las actividades, formatos de órdenes de trabajo con las actividades descritas, un supervisor de turno encargado de velar para que se realicen adecuadamente los mantenimientos. Además, una persona encargada de proporcionar los repuestos que se utilizan, brindar los elementos necesarios para el trabajo (herramientas y equipos de protección) y la máquina en tiempo muerto para realizar el mantenimiento.

La funcionalidad de esta prueba es determinar la viabilidad del sistema, enfrentar directamente los problemas que se encuentren en la utilización del programa de mantenimiento, observar la actitud del personal al seguir órdenes de trabajo y llenar los formatos de órdenes para poder guiarlos en el cumplimiento correcto de las órdenes. También se busca crear conciencia del

seguimiento en la línea de proceso y el uso apropiado de las herramientas de trabajo.

El coordinador de mantenimiento debe estar consciente de que todo mantenimiento está sometido al tiempo de producción en donde se debe solicitar al planificador de producción tiempo de espera o utilizar un equipo auxiliar mientras se le da mantenimiento a una máquina y esta llevó una inversión grande de tiempo. Para que este plan a corto plazo, al seguir los pasos de procesamiento dé los datos, se debería proceder luego de que el coordinador de mantenimiento entrega las órdenes de trabajo al personal, este debe esperar el momento en que la máquina tiene programado el cambio de urdimbre y proceder con las respectivas medidas de seguridad. Se debe colocar en la máquina una señal que indique que la máquina no se opere mientras se esté realizando el mantenimiento, apagar equipos auxiliares innecesarios y tener listos elementos de protección.

Se procede a comenzar las actividades según lo estipulado en la orden de mantenimiento. Todo daño observado y que no se pueda reparar en el momento del mantenimiento debe ser reportado por el contraamaestre de turno y entregado al coordinador de mantenimiento para que este, según la existencia del repuesto, pueda ver si es posible proceder a cambiar la pieza dañada o hacer el pedido de la misma y programar otra fecha para realizar el trabajo dependiendo de la prioridad de la pieza. El contraamaestre al terminar de realizar el mantenimiento procede a llenar los informes de trabajo con las actividades que se realizaron, anotar si se utilizaron repuestos nuevos, usados o si fue reparada la pieza, el tiempo que le tomaron todas las actividades y cuándo se realizaron.

El plan de corto plazo se diseña para que durante el primer mantenimiento se vea reflejado qué datos pueden ir en las órdenes de mantenimientos y cuáles pueden ser desertados, que planeación es acertada respecto de los tiempos de realización de cada actividad, si las actividades planeadas sean coherentes o no aplican en la máquina indicada, cuánto personal es necesario, si la máquina debe parar para realizar cierto tipo de control. El elemento de control se sigue cuando el personal lleva a cabo el primer mantenimiento, si hay situaciones que al personal no se le ha explicado cómo realizarlo este solicita al coordinador de mantenimiento una breve explicación (en caso que no haya nada escrito en los manuales de procedimientos).

La disponibilidad de repuestos se encuentra atada al proceso del departamento de compras, por lo cual se debe solicitar con anticipación cualquier repuesto cuando es una pieza original de la máquina ya que estos se compran fuera del país y esto conlleva tiempo aparte del tiempo de fabricación de la pieza (en los casos en los que se fabrican sobre pedido) más el tiempo de transporte ya sea en barco o en avión. Este último es el que lleva menos tiempo, pero así también el más costoso, por ello habrá que evaluar cuál es la forma más conveniente traer la pieza, según la necesidad de la misma.

6.1.1. Planes de acción

El plan de acción está sujeto a la mejora de los elementos que pudieron afectar la ejecución del procedimiento en el plan de mantenimiento.

A continuación se enumeran algunos puntos que el plan no puede omitir:

- Cuál será el objetivo primordial del sistema por desarrollar, y cuáles serán los rangos de alcance.

- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye el tipo, especialidad y cantidad de personal.
- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
- Fijar la fecha y el lugar en donde se va a desarrollar el trabajo.
- Fijar el tiempo previsto en que los equipos van a dejar de producir o estarán en tiempo de cambio de urdimbre, lo que incluye la hora en que comienzan las acciones de mantenimiento y la hora en que deben finalizar.
- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.
- Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.
- Inventario de equipos y repuestos con los que cuenta el almacén, en caso sea necesario reemplazar piezas viejas por nuevas.
- Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.
- Planos, diagramas, manuales e información técnica de la maquinaria.
- Plan de seguridad ante imprevistos.

Luego de desarrollar el mantenimiento se debe llevar a cabo la redacción de un informe de lo acontecido el cual debe incluir:

- El número de telar, marca y serie de la máquina que han sido objeto de mantenimientos.
- El resultado de la evaluación de dichos equipos.
- Tiempo real que duro la labor.
- Personal que estuvo a cargo.
- Inventario de piezas y repuestos utilizados.
- Condiciones en que responde el equipo reparado luego del mantenimiento.
- Conclusiones.

6.1.2. Medición y análisis

El análisis del mantenimiento se puede hacer de distintas maneras, una es el análisis de la cantidad de actividades que se planearon realizar en una fecha estipulada y de las cuales fueron concretadas, otro análisis se puede realizar comprobando la funcionalidad de la máquina al ponerlas en marcha (con una supervisión adecuada del sistema). Para la herramienta se evalúa la capacidad del personal para realizar cierta cantidad de actividades de mantenimiento.

Este análisis comienza al estipular la cantidad de actividades por semana. A cada operador de máquina se le entrega una hoja de control con un formato en el cual él pueda dejar constancia por escrito de las reparaciones mecánicas que la máquina pudo haber tenido después del mantenimiento y de esta manera saber si el mantenimiento tuvo los resultados esperados.

6.2. Indicadores de procesos

Los indicadores de mantenimiento son gráficas que demuestran el progreso obtenido por el personal de la planta en respuesta al plan de mantenimiento. Estos avances se reflejan en la cantidad total de mantenimientos en porcentajes comparado a la productividad de la máquina.

Mediante un gráfico de mantenimiento se puede mostrar la cantidad de actividades realizadas frente a la cantidad de actividades estipuladas según el fabricante. La importancia de este gráfico radica en mantener un constante desarrollo y seguimiento de las actividades de mantenimiento en la máquina. Este gráfico ayuda al coordinador de mantenimiento a presentar los avances obtenidos y determinar qué beneficios puede traer el realizar un buen mantenimiento.

La gráfica debe ser desarrollada con el fin de comparar la productividad de la producción acontecida durante el transcurso de la semana y el cumplimiento que se tuvo de las actividades de mantenimiento que se grafica en porcentajes. Una es la sumatoria de la cantidad de los mantenimientos preventivos y correctivos programados realizados dividido la sumatoria de la cantidad de mantenimientos que se deben hacer según el fabricante y la cantidad de mantenimientos preventivos programados. La

productividad es la suma de la producción total, dividida la producción nominal o esperada de tela.

Para demostrar el seguimiento de los mantenimientos preventivos se debe tener una gráfica de seguimiento de la ejecución de los mantenimientos preventivos programados de manera semanal, esta grafica muestra cómo se da el avance entre los mantenimientos programados, los correctivos no programados y las órdenes de trabajo acontecidas en el turno.

6.3. Datos recolectados

Al recabar cada hoja de mantenimiento se deberán procesar los datos contenidos en ellas, tomando en cuenta cada recomendación y propuesta de mejora para que la herramienta de mantenimiento funcionara mejor.

6.4. Ventajas y dificultades al desarrollo del plan de mantenimiento

Al mantenimiento siempre se le debe considerar como una ventaja que conlleva a la mejora continua de un proceso actual o que ayude en un futuro. La mayor ventaja observada en las aplicaciones de un sistema de control del mantenimiento se encuentra en que cada máquina de la empresa tiene un manual de actividades concernientes a mantener su buen funcionamiento.

El personal a cargo de realizarlo es parte del personal operativo rotativo; la colocación de órdenes de trabajo ayuda a mantener la correcta realización de los procesos para cada actividad de mantenimiento.

La utilización de repuestos de máquinas que están paradas para hacer funcionar otra, provocaba que al no saber qué piezas se removían de esta al momento de la puesta en marcha se tenía la posibilidad de fallar, o provocar mal funcionamiento en otras partes y, por ende, atrasos en la producción.

La ventaja de crear un control en las piezas utilizadas y su posterior reposición mantiene un inventario completo en la bodega. Para el buen manejo de solicitudes de repuesto se les debe colocar correctamente los datos (el código del repuesto, descripción, a qué máquina se le colocará y cantidad).

6.5. Mejoras continuas

La mejora constante en la herramienta de mantenimiento provoca que cada una de las partes tenga lazos de trabajo adecuados.

Para esta mejora continua de las actividades de mantenimiento se debe procurar darle seguimiento a las actividades que muestran los problemas de mantenimiento, cada una de estas puede tener una mejora pequeña pero importante para el desempeño de la máquina y, por ende, subir el nivel de la empresa.

- Crear fichas técnicas en donde se detalla paso a paso cuál es el seguimiento de cada mantenimiento. A estas fichas se les asigna un código por actividad y se adjuntan a un manual de operador colocado en cada máquina.
- Al revisar las actividades de mantenimiento se debe enviar el cronograma de mantenimiento con dos semanas de anticipación por la

cantidad de repuesto y personal que sea necesarios. A la vez, solicitar tiempo de demora en caso sea necesario. Si las actividades de mantenimiento tienen cambio de repuestos muy amplios o es un mantenimiento fuerte se deberán solicitar en un lapso mayor los repuestos debido al tiempo de espera por cotizaciones, creación de repuestos, embarques (si el proveedor es externo) y presupuesto asignado.

- Promover el cambio en la distribución de actividades de mantenimiento en la individualización de tareas por realizar en cada turno (mejorando el control de las mismas), la revisión de los tiempos empleados para cada actividad y la adecuación de actividades ajustándolas al diseño de cada máquina.
- El seguimiento de la generación de reportes de daños de forma activa y consciente de las piezas con defectos, con entrega directa al coordinador de mantenimiento para que tome acciones con el asunto.
- Se debe procurar la compra de herramientas adecuadas para cada turno, facilitando la operación del mantenimiento, esto incluye hojas técnicas de especificaciones de repuestos y lubricantes empleados.
- Propuesta de la supervisión del mantenimiento por el mecánico de turno debido al conocimiento de las máquinas, el control y ayuda al personal operativo en todo momento que se requiera.
- Colocar las actividades de transportadores para facilitar el desarrollo de las actividades y separarlas por líneas de distribución hacia el cliente.

- Para las listas de verificación diaria se debe procurar reducir los tamaños para la reducción de costos por papeleo.

Se debe mantener un contacto directo con el programador de mantenimiento informándole de todo acontecimiento fuera del plan.

CONCLUSIONES

1. La aplicación del mantenimiento a las máquinas de tejer y en general a cualquier maquinaria, representa una inversión que a mediano y largo plazo demostrará ahorros en inversión de repuestos e incremento de la producción.
2. Para la buena ejecución del plan de mantenimiento se debe realizar con personal debidamente capacitado e inducido en las medidas de seguridad para completar las actividades propuestas en la mejora continua del plan, a manera de buscar aumentar la eficiencia de la maquinaria.
3. Controlar el mantenimiento representa una herramienta importante en la recopilación de datos para futuras reparaciones, debido a que la mayoría de desperfectos mecánicos se debe a la falta de revisiones periódicas o seguimiento de las fallas detectadas.
4. La disponibilidad de una herramienta de mantenimiento que se adecue al trabajo requerido facilita al coordinador de mantenimiento asegurarse del cumplimiento de las tareas.

RECOMENDACIONES

1. Debe existir un coordinador con las competencias necesarias para cumplir con el plan de mantenimiento.
2. El coordinador de mantenimiento debe estar al pendiente del consumo de repuestos y del inventario de repuestos existentes para calcular la cantidad que debe solicitar, tomando en cuenta el tiempo empleado para la aprobación de la compra y envío por parte de la empresa que importa los repuestos.
3. Se debe actualizar las tablas de consumo de repuestos ya que suelen cambiar las prioridades.
4. Las personas incluidas en el plan de mantenimiento deben ser capacitadas constantemente y se les debe dar a conocer cómo va el desarrollo del plan de mantenimiento, se recomienda una reunión mensual, por lo menos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ, Héctor Franco. *Principios de administración*. Córdoba: Ediciones Eudecor, 2000. 600 p.
2. CARSON, Bolz. *Production handbook*. Estados Unidos: Ronald Press Publication, 1972. 1450 p.
3. CENDERO, Antonio. *Vocabulario científico y técnico*. Madrid: Calpe, 1990. 751 p.
4. DOSAL, Paul. *El ascenso de las elites industriales en Guatemala*. Guatemala: Editorial Piedra Santa, 2007. 340 p.
5. DOUNCE, Enrique. *Productividad de la conservación industrial*. México: Editorial Grupo GEO, 2000. 278 p.
6. *Enciclopedia de la ciencia y la técnica*. España: Océano, 1982. 300 p.
7. GRANT, William. *Handbook of industrial and management*. Estados Unidos: Prentice Hall, 1995. 2796 p.
8. HARTMANN, Edward. *Handbook of industrial engineering and management*. USA: IIE, 1987. 557 p.
9. *Industrial engineering terminology*. USA: Inst. Of Industrial Engineers, 1990. 540 p.

10. MINTZBERG, Henry. *Diseño de organizaciones eficientes*. España: El Ateneo, 1998. 512 p.
11. MOUBREY, Jhon. *RCM*. USA: Industrial Press, 1992. 448 p.
12. NAKAJIMA, Seiichi. *Introduction to TPM. Total Productive Maintenance*. USA: Productivity Press, 1988. 150 p.
13. PÁEZ, Rafael. *Primer congreso de ingeniería de mantenimiento*. México: Asociación mexicana de ingenieros mecánicos y electricistas., 1973. 36 p.
14. COX, James. *Diccionario APICS*. USA: Amer Production and inventory, 1994. 200 p.
15. SALVENDY, Gavriel. *Biblioteca del ingeniero industrial*. México: Limusa, 1990. 200 p.
16. Sulzer Ruti. *Instrucciones de servicio para máquinas de tejer*. Suiza: s.e, 1980. 205 p.
17. SUZUKI, Tokutaru. *TPM en el proceso de la industria*. Estados Unidos: Productivity Press, 1994. 404 p.
18. SMITH, Antony. *Reliability centered maintenance*. Estados Unidos: Mc Graw – Hill, 1993. 337 p.

19. WIREMAN, Terry. *Desarrollo de indicadores de desempeño para administración de mantenimiento*. Colombia: Rojas Eberhard Editores Ltda, 1998. 231 p.

ANEXOS

Anexo 1. Ejemplo de planificación semanal de lubricación

SEMANAL	PROGRAMA DE LUBRICACION SEMANAL	
LUNES		
Lubricación Diaria	EXCENTRICA, REGULADOR DE URDIMBRE, CADENA DE MARCOS/NIVELES	
MARTES		
Lubricación Diaria	RUEDA DENTADA	
MIERCOLES		
Lubricación Diaria	PROGRAMADDO/NIVELES	
JUEVES		
Lubricación Diaria	Engrase semanal	
VIERNES		
Lubricación Diaria	PROGRAMADO/NIVELES	

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Recomendaciones extras

No.	RECOMENDACIONES
1	TACON DE RODILLO DE DESVIO CON UN TACÓN DE 2 A 2.5 CM IGUAL DE AMBOS LADOS
2	PONER LA ESCALA DE LA QUINILLA A 0
3	PONER LOS AJUSTES A TIEMPO DE LOS MECANICOS SIGUIENDO PASO A PASO EL MINI MANUAL
4	A 180G EL TELAR AJUSTAR PARA URDIMBRE ENTRE 45 Y 50 CM DE LA ULTIMA TABLA 0 A 10CM DE LA BARRA DEJAR CAER EL PARA URDIMBRE QUE LITERALMENTE TOQUE LA BARRA, LA CAMA DE HILO INFERIOR DE LA URDIMBRE
5	PONER LA MAQUINA QUE CRUCE LAS TABLAS DE ORILLO A 350G Y EL RELOJ MARCANDO 350G LOS EXCENTRICOS CRUZANDO A 350G (MAQUINA DE 6 MARCOS, CON MARCO PARA ORILLO)
6	PONER EL TELAR A 0G Y AJUSTAR EL DESENROLLADOR EN 12 HRS
7	AJUSTAR LOS MARCOS A 12 CM DE ALTURA ORILLOS PARADOS A 350G
8	TENSION ETNRE 8 DIENTES + 2 ARRIBA O ABAJO SEGÚN EL ARTICULO
9	DADOR, PINZAS, SELECTORES, ABRIDORES, TACO DE DISPARO, PALANCA DE DADORES, FRENOS DE TRAMA, ALIMENTADORES DE BATAN, FAMILIA DE PROYECTILES CALIBRE 1, CHECAR RETROCESO Y GUARNICIONES DE FRENO, VERIFICACAR BARRA DE TORSIÓN, QUE ESTE EN EL CAMPO BLANCO NUNCA EN CAMPO ROJO, CAMBIA GUIAS DAÑADAS, LUBRICAR DIARIO MECANISMO DE DISPARO Y RECEPCIÓN, LUBRICAR PUNTOS ROJOS DE RODILLO Y BALERO DIARIO, LIMPIAR LA GUIA CHECAR NEBLINA DE LUBRICACION
10	SOPORTE DE TEJIDO A 48 O 49 CM
11	LIMPIAR TEMPLEROS Y CAMBIAR LOS CHAYOTES QUE ESTÉN DAÑADOS. COLOCARLOS EN TRAJOS DESPUÉS DE LIMPIAR PARA EVITAR QUE SE GOLPEEN
12	LIMPIAR ENROLLADORES Y LUBRICAR ENGRANES, DARLE LIMPIEZA AL RODILLO OPRESOR (RODILLO DE FIELTRO), LIMPIAR, LUBRICAR MANGUITOS, BALEROS Y CHUMACERAS. SIN DEJAR EXCEDENTE DE GRASA EN ESTOS MECANISMOS

13	LIMPIAR, LUBRICAR, LOS RODILLOS DEL ENROLLADOR GIGANTE
14	CHECAR MIRILLAS DE ACEITE DEBEN ESTAR A $\frac{3}{4}$ MIRILLA
15	CHECAR PALANCAS DEL PRESENTADOR DE TRAMA SE DEBRE SENTIR LIBRES
16	PREALIMENTADOR NECESARIO ALINEAR BOBINA, CON ALIMENTADOR Y EL FRENO DE TRAMA CO RESORTE SEMIDURO Y CINTA DE FRENO DE 1 MM
17	LIMPIAR EL PEINE EN CADA ATADO Y SOPLETEAR EL TELAR CADA 4 HORAS MANTENER LIMPIA EL ÁREA DE TRABAJO. BARRER 2 VECES AL TURNO. NO TIRAR HILOS O BASUAR AL PISO
18	LOS REPASOS DEBEN TENER TABLAS IGUALES DE LA MISMA MARCA Y ALTURA PARA PODER AJUSTARLOS AL CENTRO DE LA CALADA. YA QUE ESTÁN REVUELTOS EN LA MAYORÍA DE LAS MAQUINAS
19	PROYECTILES DEBENE ESTAR EN FAMILIAS
20	LUBRICAR TELARES DIARIO, YA QUE ESTO LEDA VIDA A LA MAQUINA NO SE PUEDE DEJAR DE LUBRICAR
21	CADA CAMBIO DE URDIMBRE (ATADO). LIMPIAR Y LUBRICAR LOS TIRALISOS Y LAS PALANCAS DE LAS MAQUINILLAS
22	ANUAL MENTE CAMBIAR ACEITE DE LAS CAJAS EXCENRICOS
23	CADA DOS AÑOS CAMBIAR EL ACEITE DEL BATAN
24	FUERA DEL ÁREA DE TRABAJO, LAVAR LOS REPASOS ANTES DE MONTARLOS CON ALCOHOL O GASOLINA Y DEJAR SECAR A LA INTERPERIE
25	CAMBIAR MALLAS DAÑADAS, HORQUILLAS DAÑADAS Y PEINES GOLPEADOS EXCESIVO
26	LAVAR PISOS UNA VEZ AL MES

Fuente: elaboración propia.

