



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

**MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE
LA PLANTA COMERCIAL DE PRENSA LIBRE ZONA 12**

Pablo Rodrigo Rosales Ponciano

Asesorado por el Ing. Sergio Antonio Torres Méndez

Guatemala, febrero de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE
LA PLANTA COMERCIAL DE PRENSA LIBRE ZONA 12**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

PABLO RODRIGO ROSALES PONCIANO

ASESORADO POR EL ING. SERGIO ANTONIO TORRES MÉNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Rosa Amarilis Dubón Mazariegos
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:

MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA COMERCIAL DE PRENSA LIBRE ZONA 12

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 28 de enero de 2015.



Pablo Rodrigo Rosales Ponciano

Guatemala, marzo de 2018

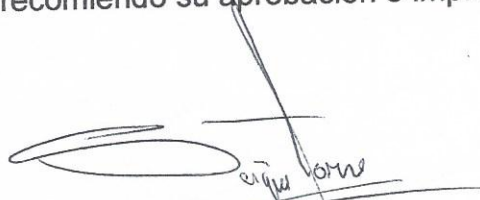
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas

Director Escuela de Mecánica Industrial

Presente

Por este medio hago constar que he leído y asesorado el trabajo de graduación del estudiante Pablo Rodrigo Rosales Ponciano, que se identifica con número de carné 201122951, de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala, con tema de Graduación: **“MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA COMERCIAL DE PRENSA LIBRE ZONA 12”**.

Considero que cumple con los requisitos que establecen los estatutos universitarios por lo que recomiendo su aprobación e impresión.


Sergio Antonio Torres Méndez

Ingeniero Industrial

Colegiado 2007



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.083.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA COMERCIAL DE PRENSA LIBRE ZONA 12**, presentado por la estudiante universitaria **Pablo Rodrigo Rosales Ponciano**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

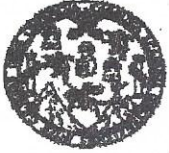
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jocolt Quiñonez'.

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Ingeniero Industrial - Ingeniero Mecánico
COLEGIADO 6512

Guatemala, julio de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.003.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA COMERCIAL DE PRENSA LIBRE ZONA 12**, presentado por el estudiante universitario **Pablo Rodrigo Rosales Ponciano**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2019.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala

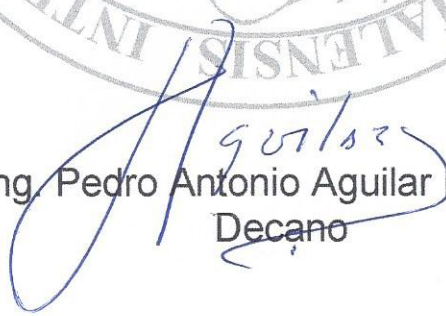


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.79.2019

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 Industrial del trabajo de graduación titulado: **“MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA COMERCIAL DE PRENSA LIBRE ZONA 12”** presentado por el estudiante universitario: **Pablo Rodrigo Rosales Ponciano** 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, Febrero de 2019

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por guiarme en todo momento y ser la luz de mi vida.
Mis padres	Hugo Rosales y Dorita de Rosales, por ser el perfecto ejemplo de superación y por brindarme todo lo necesario para culminar esta etapa.
Mi hermano	Josué David Rosales, por ser mi guía a través de todas las pruebas y por ser mi acompañante de la vida.
Mis abuelitos	Ramon Ponciano y Olga de Ponciano, por ser la cabeza de la familia Ponciano y llevarnos por el buen camino siempre.
Mi abuelita	Rosita Higüeros, por ser como mi segunda mamá y cuidarme durante toda mi niñez.
Mi tía	Sandra del Rosario, por todos sus consejos a través de los años.
Mis tíos	Oscar Rosales, Erick Ponciano y Rubén Ponciano, por ser un ejemplo, por demostrarme que con dedicación todo es posible.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por permitirme finalizar mi carrera profesional.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme crecer profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por ser mi segunda casa y abrirme las puertas al mundo profesional.
Mis padres	Por darme la oportunidad de estudiar y animarme en los momentos más difíciles.
Mi familia	Por apoyarme a través de los años y compartir este momento de felicidad.
Mis amigos	Arturo Nolasco, Rafael Edward y Walter Coronado, por ser mi grupo de estudios y mis mejores amigos durante los cuatro años de la carrera.
Ing. Sergio Torres	Por ser mi guía durante el proceso de realización de mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XXIII
GLOSARIO	XXV
RESUMEN.....	XXXVII
OBJETIVOS.....	XXXIX
INTRODUCCIÓN.....	XLI
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Historia de la imprenta en Guatemala	1
1.2. Plan de mantenimiento	3
1.3. Mantenimientos	4
1.3.1. Tipos de mantenimientos.....	6
1.3.1.1. Correctivos.....	7
1.3.1.1.1. Ventajas	10
1.3.1.1.2. Desventajas.....	10
1.3.1.2. Predictivos	11
1.3.1.2.1. Ventajas	12
1.3.1.2.2. Desventajas.....	13
1.3.1.3. Preventivos.....	13
1.3.1.3.1. Ventajas	15
1.3.1.3.2. Desventajas.....	16
1.3.1.4. Selectivos	16
1.3.1.4.1. Ventajas	16
1.3.1.4.2. Desventajas.....	17

1.3.1.5.	Clases de mantenimientos preventivos	17
1.3.1.5.1.	Mecánico.....	17
1.3.1.5.2.	Eléctrico	18
1.3.1.5.3.	Hidráulico	19
1.3.1.5.4.	Neumático	19
1.4.	Recursos de mantenimientos.....	19
1.4.1.	Aditivos.....	20
1.4.1.1.	Grasas de lubricación.....	20
1.4.1.2.	Aceite de lubricación	21
1.4.1.3.	Espuma limpiadora.....	21
1.4.1.4.	Limpiador de contacto	22
1.5.	¿Qué es una falla?	22
1.5.1.	Tipos de fallas	23
1.5.1.1.	Falla crítica	23
1.5.1.2.	Falla intermedia.....	24
1.5.1.3.	Falla de ajuste	24
1.5.2.	Detección de fallas	24
2.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	27
2.1.	Departamento de mantenimiento	27
2.2.	Estructura del departamento	28
2.2.1.	Jefe de mantenimientos	29
2.2.2.	Supervisor de mantenimientos	29
2.2.3.	Técnicos de mantenimientos.....	29
2.2.3.1.	Mantenimientos mecánicos	31
2.2.3.2.	Mantenimientos eléctricos	31
2.2.3.3.	Mantenimientos de neumáticos.....	31
2.3.	Descripción del proceso	31

2.3.1.	Preprensa	32
2.3.1.1.	Filmadora de placas	32
2.3.1.2.	Procesadora de placas	33
2.3.1.3.	Horno de placas.....	34
2.3.1.4.	Dobladora de placas.....	35
2.3.1.5.	Ponchadora de placas	36
2.3.2.	Producción.....	37
2.3.2.1.	Empalmadora de bandas.....	37
2.3.2.2.	Enhebrador de bandas	42
2.3.2.3.	Unidad Uniset	46
2.3.2.3.1.	Tipo de tinta.....	48
2.3.2.3.2.	Tipo de banda.....	49
2.3.2.4.	Horno Ecotherm.....	52
2.3.2.5.	Doblador (folder dos)	55
2.3.2.5.1.	Superior	55
2.3.2.5.2.	Inferior	55
2.3.3.	Despacho.....	57
2.3.3.1.	Transportador de pinzas	58
2.3.3.2.	Cortadora.....	59
2.3.3.3.	Contadora	61
2.3.3.4.	Dispensadora de papel kraft	62
2.3.3.4.1.	Unidad antiestática	64
2.3.3.5.	Amarradora.....	65
3.	ESTUDIO TÉCNICO	69
3.1.	Método inductivo	69
3.2.	Recolección de información.....	70
3.2.1.	Entrevistas en el departamento de producción.....	70

3.2.2.	Entrevistas en el departamento de mantenimiento.....	72
3.2.3.	Planteamiento del problema.....	83
3.2.3.1.	Tabla de causas y efectos.....	85
3.2.3.1.1.	Diagrama de espina de pescado.....	85
3.2.3.2.	Matriz FODA.....	86
3.2.3.2.1.	Estrategias	88
3.3.	Fallas de funcionamiento y posibles soluciones.....	89
3.3.1.	Empalmadora de bobinas Man Plamag.....	89
3.3.1.1.	Descripción de la máquina	89
3.3.1.2.	Tipos de mantenimientos	90
3.3.1.2.1.	Mecánico.....	90
3.3.1.2.2.	Eléctrico	97
3.3.1.3.	Insumos para los mantenimientos.....	101
3.3.1.4.	Frecuencia de los mantenimientos.....	101
3.3.2.	Enhebrado de banda Rolan Uniset 70	102
3.3.2.1.	Descripción de la máquina	102
3.3.2.2.	Tipos de mantenimientos	102
3.3.2.2.1.	Mecánico.....	103
3.3.2.2.2.	Eléctrico	108
3.3.2.3.	Insumos para los mantenimientos.....	113
3.3.2.4.	Frecuencia de los mantenimientos.....	113
3.3.3.	Torre inferior y superior de impresión, Uniset 70...	114
3.3.3.1.	Descripción de la máquina	114
3.3.3.2.	Tipos de mantenimiento	114
3.3.3.2.1.	Mecánico.....	115
3.3.3.2.2.	Eléctrico	122
3.3.3.3.	Insumos de los mantenimientos	127

	3.3.3.4.	Frecuencia de los mantenimientos	128
3.3.4.		Horno Ecotherm.....	129
	3.3.4.1.	Descripción de la máquina.....	129
	3.3.4.2.	Tipos de mantenimientos.....	129
		3.3.4.2.1. Mecánico	129
		3.3.4.2.2. Eléctrico.....	135
	3.3.4.3.	Insumos para los mantenimientos	143
	3.3.4.4.	Frecuencia de los mantenimientos	144
3.3.5.		Folder dos.....	144
	3.3.5.1.	Descripción de la máquina.....	144
	3.3.5.2.	Tipos de mantenimientos.....	145
		3.3.5.2.1. Mecánico	145
		3.3.5.2.2. Eléctrico.....	151
	3.3.5.3.	Insumos para los mantenimientos	151
	3.3.5.4.	Frecuencia de los mantenimientos	151
4.		DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	153
	4.1.	Descripción de las actividades del plan de mantenimientos..	153
	4.2.	Objetivos del plan	153
	4.3.	Alcances	154
	4.4.	Empalmadora de bobinas Man Plamag.....	154
		4.4.1. Plan de mantenimientos	154
		4.4.1.1. Generalidades de los mantenimientos	155
		4.4.1.1.1. Tiempo de ejecución del mantenimiento	158
	4.5.	Enhebrado de banda Roland Uniset 70.....	159
		4.5.1. Plan de mantenimientos	159

	4.5.1.1.	Generalidades de los mantenimientos	160
	4.5.1.1.1.	Tiempo de ejecución de los mantenimientos	163
4.6.		Torre inferior y superior de impresión Uniset 70	164
	4.6.1.	Tratamiento de cilindros Uniset 70	164
	4.6.2.	Plan de mantenimientos	166
	4.6.2.1.	Generalidades de los mantenimientos	168
	4.6.2.1.1.	Tiempo de ejecución del mantenimiento	170
4.7.		Horno Ecotherm	171
	4.7.1.	Plan de mantenimientos	171
	4.7.1.1.	Generalidades de los mantenimientos	172
	4.7.1.1.1.	Tiempo de ejecución del mantenimiento	175
4.8.		Folder dos	176
	4.8.1.	Modo directo	176
	4.8.2.	Modo colectivo	177
	4.8.3.	Plan de mantenimientos	178
	4.8.3.1.	Generalidades de los mantenimientos	178
	4.8.3.1.1.	Tiempo de ejecución del mantenimiento	180
4.9.		Diseño de plan de mantenimiento preventivo	180
	4.9.1.	Planificación del plan de mantenimientos preventivos	181
	4.9.1.1.	Empalmadora de bobinas	181

4.9.1.2.	Enhebrador de bandas	189
4.9.1.3.	Unidades de impresión	196
4.9.1.4.	Horno Ecotherm.....	206
4.9.1.5.	Folder dos.....	214
4.9.2.	Establecer el tiempo estimado por mantenimiento	218
4.9.3.	Determinar los insumos de los mantenimientos ...	222
4.9.4.	Calcular el costo del mantenimiento preventivo....	224
4.9.5.	Determinar si el diseño del plan de mantenimientos preventivos es factible	228
4.9.6.	Determinar si el diseño del mantenimiento es viable	230
4.9.7.	Determinar un plan de mitigación para mantenimientos	232
5.	TRATAMIENTO DE DESECHOS.....	233
5.1.	Desechos.....	236
5.1.1.	Sólidos	236
5.1.1.1.	Piezas en mal estado	241
5.1.1.2.	Placas de impresión	242
5.1.2.	Líquidos	243
5.1.2.1.	Químicos filmadora de placas (CTP) .	246
5.1.2.2.	Aceite de máquinas	246
5.2.	Estudio de impacto ambiental.....	251
5.2.1.	Plan de impacto ambiental.....	254
5.2.2.	Plan de mitigación de impacto ambiental	261
5.2.3.	Reciclaje	264
5.2.3.1.	Plan de reciclaje	267
5.2.4.	Seguridad e higiene industrial.....	268

5.2.5.	Seguridad ocupacional	272
5.2.6.	Equipo de protección industrial	275
CONCLUSIONES.....		277
RECOMENDACIONES		279
BIBLIOGRAFÍA.....		281
ANEXOS.....		283

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación física planta comercial <i>Prensa Libre</i>	3
2.	Curva de probabilidad de falla.....	5
3.	División de los tipos de mantenimientos	7
4.	Factores importantes en todo sistema de mantenimiento correctivo	8
5.	Procedimiento para aplicar mantenimientos preventivos	9
6.	Pautas laborales de un mantenimiento predictivo.....	11
7.	Proceso reconocimiento de un mantenimiento predictivo	12
8.	Bases de un mantenimiento preventivo.	14
9.	Estructura de fallas mecánicas	18
10.	Funciones del limpiador de contacto.....	22
11.	Diagrama: jerarquía del departamento de mantenimiento, <i>Prensa Libre</i>	28
12.	Sistema de carga de bobinas.....	38
13.	Enhebrador de bandas Man Rolland.....	43
14.	Rodillos del cuerpo impresor unidad Uniset.....	47
15.	Resultados de la pregunta 1, encuesta de producción.....	74
16.	Resultado de la pregunta 2, encuesta de producción	75
17.	Resultado de la pregunta 3, encuesta de producción	76
18.	Resultado de la pregunta 4, encuesta de producción	77
19.	Resultado de la pregunta 5, encuesta de producción	78
20.	Resultado de la pregunta 6, encuesta de producción	79
21.	Resultado de la pregunta 7, encuesta de producción	80
22.	Resultado de la pregunta 8, encuesta de producción	81

23.	Resultado de la pregunta 9, encuesta de producción	82
24.	Resultado de la pregunta 10, encuesta de producción	83
25.	Diagrama de Ishikawa	85
26.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: limpieza y lubricación - empalmadora de bobinas	182
27.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: mandriles de sujeción - empalmadora de bobinas.....	183
28.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: sistema neumático - empalmadora de bobinas.....	184
29.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: sistema de frenos - empalmadora de bobinas	185
30.	Propuesta plan de mantenimiento preventivo mecánico: cojinetes puente giratorio - empalmadora de bobinas	185
31.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: sistema de carga de bobinas - empalmadora de bobinas.....	186
32.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: carriles de rodaje - empalmadora de bobinas	186
33.	Propuesta plan de mantenimiento preventivo eléctrico: sensores del sistema - empalmadora de bobinas	187
34.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: encoders de los motores - empalmadora de bobinas	188
35.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: motor de bobinas - empalmadora de bobinas.....	188
36.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: sistema de pega y válvulas - empalmadora de bobinas.....	189
37.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: revisión semestral general - empalmadora de bobinas.....	189
38.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: limpieza y lubricación – enhebrador de bandas.....	190

39.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: regulador de presión – enhebrador de bandas	191
40.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: guía de la cadena – enhebrador de bandas.....	192
41.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: motores principales – enhebrador de bandas	192
42.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: sistema neumático – enhebrador de bandas	193
43.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: sistema de pega – enhebrador de bandas.....	193
44.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: pulsadores de activación – enhebrador de bandas.....	194
45.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: escáner de banda – enhebrador de bandas	195
46.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: limpieza y revisión – enhebrador de bandas	195
47.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: motores Brushless – enhebrador de bandas	196
48.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: añadidura de aceite – unidades de impresión.....	197
49.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación para circulación de aceite – unidades de impresión.....	198
50.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación de los rodamientos de los cilindros batidores de tinta – unidades de impresión	199
51.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación de cojinetes de cilindros – unidades de impresión.....	199
52.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación depósito de lavado de rodillos – unidades de impresión..	200

53.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación de los mecanismos de conexión y desconexión de la impresión (D7) – unidades de impresión	200
54.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación de la regulación de registro – unidades de impresión.....	201
55.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: Lubricación porta cuchillas del tintero – unidades de impresión	201
56.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación registro SLA – unidades de impresión	202
57.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: revisión de motores – unidades de impresión.....	202
58.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: cambio de aceite anual – unidades de impresión.....	203
59.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: electroválvulas – unidades de impresión	204
60.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: sensores llenado de tinta – unidades de impresión	205
61.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: panel lateral y principal – unidades de impresión	206
62.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: accionamiento del turbo-mojador – unidades de impresión.....	206
63.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: cadena de tracción – horno Ecotherm	207
64.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: correas en V – horno Ecotherm.....	208
65.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: presión de quemadores – horno Ecotherm.....	208
66.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: sistema neumático – horno Ecotherm.....	209

67.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: tela filtrante – horno Ecotherm	209
68.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: motores principales – horno Ecotherm.....	210
69.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: unidad de mantenimiento – horno Ecotherm	211
70.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: conducción puerta de latón – horno Ecotherm.....	212
71.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: lampara célula UV – horno Ecotherm	212
72.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: conductores interruptores – horno Ecotherm	213
73.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: panel de control – horno Ecotherm	213
74.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: motor del ventilador – horno Ecotherm	213
75.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: cilindro colector y plegador – folder dos	215
76.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: cojinetes SI – folder dos	216
77.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: guía de cintas – folder dos	216
78.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: correa dentada de los rodillos – folder dos.....	217
79.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: paneles laterales – folder dos	217
80.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: paneles principales – folder dos	218

81.	Proceso de entradas y salidas de materia prima en la planta comercial de <i>Prensa Libre</i>	254
82.	Sustancias compatibles para almacenaje	267

TABLAS

I.	Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: procesadora de placas	33
II.	Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: horno de placas.....	35
III.	Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: dobladora de placas	36
IV.	Mantenimiento mecánico preventivo mensual: sistema de carga de bobinas	38
V.	Mantenimiento mecánico preventivo semanal: empalmadora de bandas	40
VI.	Mantenimiento eléctrico preventivo semanal: empalmadora de bandas	41
VII.	Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: empalmadora de bandas	42
VIII.	Mantenimiento mecánico preventivo semanal: enhebrador de bandas	44
IX.	Mantenimiento mecánico preventivo anual: enhebrador de bandas	44
X.	Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: enhebrador de bandas	46
XI.	Rodillos del cuerpo impresor unidad Uniset.....	47
XII.	Mantenimiento mecánico preventivo semanal: unidad Uniset	50
XIII.	Mantenimiento mecánico preventivo trimestral: unidad Uniset	51
XIV.	Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: unidad Uniset	51
XV.	Mantenimiento mecánico preventivo mensual: horno Ecotherm.....	53
XVI.	Mantenimiento eléctrico preventivo semanal: horno Ecotherm.....	54

XVII.	Mantenimiento eléctrico preventivo trimestral: horno Ecotherm.....	54
XVIII.	Mantenimiento mecánico preventivo mensual: doblador.....	56
XIX.	Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: doblador.....	57
XX.	Mantenimiento eléctrico preventivo anual: transportadora de pinzas...	59
XXI.	Mantenimiento mecánico preventivo semanal: cortadora	60
XXII.	Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: cortadora	61
XXIII.	Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: contadora.....	62
XXIV.	Mantenimiento mecánico preventivo semanal: dispensadora de papel kraft	63
XXV.	Mantenimiento eléctrico preventivo semanal: dispensadora de papel kraft	64
XXVI.	Mantenimiento eléctrico preventivo semanal: unidad antiestática.....	65
XXVII.	Mantenimiento mecánico preventivo mensual: amarradora	66
XXVIII.	Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: amarradora	67
XXIX.	Distribución de personal del departamento de producción.....	71
XXX.	Distribución del personal del departamento de mantenimiento.....	72
XXXI.	Factores internos Foda, planta comercial <i>Prensa Libre</i>	87
XXXII.	Factores externos Foda, planta comercial <i>Prensa Libre</i>	87
XXXIII.	Estrategias del Foda	88
XXXIV.	Fallas mecánicas en estudio técnico: empalmadora de bobinas Man Plamag	90
XXXV.	Fallas y soluciones neumáticas de presión	91
XXXVI.	Fallas y soluciones neumáticas de la unidad de acondicionamiento ...	91
XXXVII.	Fallas y soluciones neumáticas del control central	92
XXXVIII.	Fallas y soluciones neumáticas del lado del posicionamiento, control y señalización	92
XXXIX.	Fallas y soluciones neumáticas de las tuberías y conexiones	93
XL.	Fallas y soluciones de carriles de rodaje.....	93
XLI.	Fallas y soluciones del eje dentado	94

XLII.	Fallas y soluciones de cojinetes puente giratorio y mesa	94
XLIII.	Fallas y soluciones sistema de frenos	95
XLIV.	Fallas y soluciones mandriles de sujeción	95
XLV.	Tiempo de paro en fallas mecánicas, empalmadora de bobinas Man Plamag.....	96
XLVI.	Eficiencia mecánica de empalmadora de bobinas Man Plamag.....	96
XLVII.	Fallas eléctricas en estudio técnico: empalmadora de bobinas	97
XLVIII.	Fallas y soluciones sensores del sistema	98
XLIX.	Fallas y soluciones botoneras.....	98
L.	Fallas y soluciones encoders de los motores	99
LI.	Fallas y soluciones motor de bobinas	99
LII.	Tiempo de paro por fallas eléctricas, empalmadora de bobinas Man Plamag.....	100
LIII.	Eficiencia eléctrica de empalmadora de bobinas Man Plamag.....	100
LIV.	Resumen de los mantenimientos preventivos anuales empalmadora de bandas	102
LV.	Fallas mecánicas en estudio técnico: enhebrado de bandas.....	103
LVI.	Fallas y soluciones de la rotura de la banda de papel	104
LVII.	Fallas y soluciones de corte de la banda por exceso de tensión	104
LVIII.	Fallas y soluciones de la cadena de circulación	105
LIX.	Fallas y soluciones guía de la cadena	105
LX.	Fallas y soluciones del motor principal	106
LXI.	Fallas y soluciones del motor principal 2	106
LXII.	Fallas y soluciones sistema de pega	107
LXIII.	Tiempo de paro por fallas mecánicas, enhebrador de bandas Roland Uniset 70	107
LXIV.	Eficiencia mecánica de enhebrador de bandas Roland Uniset 70.....	108
LXV.	Fallas eléctricas en estudio técnico: enhebrado de banda Rolan Uniset 70.....	108

LXVI.	Fallas y soluciones de los sensores de detección.....	109
LXVII.	Fallas y soluciones de los sensores de banda	110
LXVIII.	Fallas y soluciones de los pulsadores de activación	110
LXIX.	Fallas y soluciones botoneras	111
LXX.	Fallas y soluciones de los motores Brushless.....	111
LXXI.	Tiempo del paro por fallas eléctricas, enhebrado de banda.....	112
LXXII.	Eficiencia de enhebrado de bandas	112
LXXIII.	Resumen de los mantenimientos preventivos anuales enhebrador de bandas Roland Uniset 70	114
LXXIV.	Cantidad de fallas en estudio técnico: unidades de impresión.....	115
LXXV.	Fallas y soluciones diferencia en los registros de impresión.....	116
LXXVI.	Fallas y soluciones, manchas de tinta en mantillas.....	116
LXXVII.	Fallas y soluciones, tensión en las mantillas.....	117
LXXVIII.	Fallas y soluciones, falla de lubricación en el cuerpo impresor.....	118
LXXIX.	Fallas y soluciones, lubricación de batería de entintaje	119
LXXX.	Fallas y soluciones, limpieza de batería de entintaje	119
LXXXI.	Fallas y soluciones, ajuste de rodillos de película.....	120
LXXXII.	Tiempo de paro en fallas de estudio técnico, torre inferior y superior de impresión Uniset 70.....	121
LXXXIII.	Eficiencia mecánica de torre inferior y superior de impresión Uniset 70	121
LXXXIV.	Fallas eléctricas en estudio técnico: torre inferior y superior de impresión.....	122
LXXXV.	Fallas y soluciones, fugas en electroválvulas.....	123
LXXXVI.	Fallas y soluciones, encoder del motor	123
LXXXVII.	Fallas y soluciones, accionamiento del turbo mojadador	124
LXXXVIII.	Fallas y soluciones, botonera.....	125
LXXXIX.	Fallas y soluciones panel principal.....	125
XC.	Fallas y soluciones motor de bobinas	126

XCI.	Tiempo de paro por fallas eléctricas, torres de impresión.....	127
XCII.	Eficiencia eléctrica de las torres de impresión	127
XCIII.	Resumen de los mantenimientos preventivos anuales torre inferior y superior de impresión Uniset 70.....	128
XCIV.	Fallas mecánicas en estudio técnico: horno Ecotherm	130
XCV.	Fallas y soluciones correas en V	131
XCVI.	Fallas y soluciones, cojinetes de ventiladores	131
XCVII.	Fallas y soluciones, válvula de aire caliente	132
XCVIII.	Fallas y soluciones, tela filtrante	132
XCIX.	Fallas y soluciones, presión de aire quemador superior e inferior	133
C.	Fallas y soluciones, presión de gas baja	134
CI.	Fallas y soluciones, quemador de arriba no arranca	134
CII.	Tiempo de paro en fallas de estudio técnico, horno Ecotherm	135
CIII.	Eficiencia mecánica de horno Ecotherm.....	135
CIV.	Fallas eléctricas en estudio técnico: horno Ecotherm	136
CV.	Fallas y soluciones, sensores ópticos.....	137
CVI.	Fallas y soluciones, célula UV	137
CVII.	Fallas y soluciones, cambio de bujía	138
CVIII.	Fallas y soluciones, microinterruptores de las puertas	139
CIX.	Fallas y soluciones, sensores de las puertas.....	139
CX.	Fallas y soluciones motor del ventilador	140
CXI.	Fallas y soluciones, lámpara de la célula UV.....	140
CXII.	Fallas y soluciones, conducción puerta de latón.....	141
CXIII.	Fallas y soluciones conductos interruptores	141
CXIV.	Tiempo de paro por fallas eléctricas, horno Ecotherm / pendiente	142
CXV.	Eficiencia eléctrica de horno Ecotherm.....	143
CXVI.	Resumen de los mantenimientos preventivos anuales horno Ecotherm	144
CXVII.	Fallas mecánicas en estudio técnico: folder dos.....	145

CXVIII.	Fallas y soluciones, rodillos plegadores.....	146
CXIX.	Fallas y soluciones, correa dentada de los rodillos plegadores	147
CXX.	Fallas y soluciones, rotura de la correa dentada.....	147
CXXI.	Fallas y soluciones, rotura de la cuchilla plegadora	148
CXXII.	Fallas y soluciones, correa dentada del tambor	149
CXXIII.	Fallas y soluciones, ajuste de los cepillos	149
CXXIV.	Tiempo de paro en fallas mecánicas, folder dos	150
CXXV.	Eficiencia mecánica del folder dos	150
CXXVI.	Resumen mantenimientos preventivos anuales, folder dos	152
CXXVII.	Resumen de los mantenimientos mecánicos y eléctricos preventivos anuales empalmadora de bobinas Man Plamag.....	155
CXXVIII.	Comparación de fallas mecánicas de planes de mantenimientos.....	156
CXXIX.	Comparación de horas de fallas mecánicas de los planes de mantenimientos.....	157
CXXX.	Comparación de fallas eléctricas de los planes de mantenimiento	157
CXXXI.	Comparación de horas de fallas mecánicas de los planes de mantenimientos.....	158
CXXXII.	Resumen de los tiempos de ejecución de mantenimientos mecánicos y eléctricos	159
CXXXIII.	Resumen de los mantenimientos mecánicos y eléctricos preventivos anuales, enhebrado de banda Roland Uniset 70	160
CXXXIV.	Comparación de fallas mecánicas en planes de mantenimientos.....	161
CXXXV.	Comparación de horas de fallas mecánicas de planes de mantenimientos.....	161
CXXXVI.	Comparación de fallas eléctricas en planes de mantenimientos.....	162
CXXXVII.	Comparación de horas de fallas eléctricas de planes de mantenimientos.....	163
CXXXVIII.	Resumen de tiempos de ejecución de mantenimientos mecánicos y eléctricos.....	163

CXXXIX.	Resumen de los mantenimientos mecánicos y eléctricos preventivos anuales Unidades de Impresión	167
CXL.	Comparación de fallas mecánicas en planes de mantenimientos	168
CXLI.	Comparación de horas de fallas mecánicas de planes de mantenimientos.....	169
CXLII.	Comparación de fallas eléctricas en planes de mantenimientos	169
CXLIII.	Comparación de horas de fallas eléctricas de planes de Mantenimientos.....	170
CXLIV.	Resumen de los tiempos de ejecución de mantenimientos mecánicos y eléctricos.....	171
CXLV.	Resumen de los mantenimientos mecánicos y eléctricos preventivos anuales, horno Ecotherm.....	172
CXLVI.	Comparación de fallas mecánicas en los planes de mantenimientos.	173
CXLVII.	Comparación de horas por fallas mecánicas de los planes de mantenimientos.....	174
CXLVIII.	Comparación de fallas eléctricas en los planes de mantenimientos ...	174
CXLIX.	Comparación de horas por fallas eléctricas de los planes de mantenimientos.....	175
CL.	Resumen de tiempos de ejecución de los mantenimientos mecánicos y eléctricos.....	176
CLI.	Resumen de los mantenimientos mecánicos y eléctricos preventivos anuales, folder dos	178
CLII.	Comparación de las fallas mecánicas en los planes de mantenimientos.....	179
CLIII.	Comparación de horas por fallas mecánicas de los planes de mantenimientos.....	179
CLIV.	Tiempo de ejecución del mantenimiento.....	180
CLV.	Duración estimada de los mantenimientos preventivos en la empalmadora de bobinas	219

CLVI.	Duración estimada de mantenimientos preventivos en el Enhebrador de Bandas	219
CLVII.	Duración estimada de los mantenimientos preventivos en las unidades de impresión	220
CLVIII.	Duración estimada de los mantenimientos preventivos en el horno Ecotherm.....	221
CLIX.	Duración estimada de los mantenimientos preventivos en el folder dos	222
CLX.	Insumos de los mantenimientos preventivos mecánicos.....	223
CLXI.	Insumos de los mantenimientos preventivos eléctricos.....	223
CLXII.	Costo total de los mantenimientos anuales, empalmadora de bobinas.....	224
CLXIII.	Costo total de los mantenimientos anuales, enhebrado de bandas ...	225
CLXIV.	Costo total de los mantenimientos anuales, unidades impresoras.....	226
CLXV.	Costo total de los mantenimientos anuales horno Ecotherm	227
CLXVI.	Costo total de los mantenimientos anuales folder dos	228
CLXVII.	Resumen de costos totales de los mantenimientos	230
CLXVIII.	Resumen de horas para mantenimientos preventivos	231
CLXIX.	Distribución geográfica de la industria.....	234
CLXX.	Tipos de desechos de materias primas sólidas.....	236
CLXXI.	Clasificación de sustancias químicas	238
CLXXII.	Identificación de las características de peligrosidad de los residuos sólidos, parte 1	239
CLXXIII.	Identificación de las características de peligrosidad de los residuos sólidos, parte 2.....	240
CLXXIV.	Identificación de las características de peligrosidad de los residuos líquidos.....	245
CLXXV.	Identificación de los medios en el estudio de impacto ambiental	255

CLXXVI.	Identificación de los componentes ambientales en el estudio de impacto ambiental.....	256
CLXXVII.	Identificación de las principales amenazas de la planta comercial de <i>Prensa Libre</i>	257
CLXXVIII.	Análisis de vulnerabilidad en la planta comercial de <i>Prensa Libre</i>	258
CLXXIX.	Relación causa y efecto de factores ambientales en la planta comercial de <i>Prensa Libre</i>	261
CLXXX.	Recomendaciones para la optimización de recursos.....	264
CLXXXI.	Plan de reciclaje en la planta comercial de <i>Prensa Libre</i>	268
CLXXXII.	Recomendaciones de incendio y explosión	270
CLXXXIII.	Recomendaciones de lesiones y cortes.....	271
CLXXXIV.	Recomendaciones de caídas.....	271
CLXXXV.	Recomendaciones de riesgo eléctrico	272

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
h	Hora
min	Minuto
ODT	Orden de trabajo
%	Porcentaje

GLOSARIO

A todo color	Se refiere al proceso de impresión que se utiliza para la máquina rotativa, en donde pasa por los colores primarios para obtener la impresión; tiene como base el color negro.
Aceite	Sustancia colocada entre dos piezas móviles para permitir su movimiento a elevadas temperaturas y presiones.
Alma de planta	Es el área de producción de la planta, donde se imprimen todos los ejemplares.
Área de producción	Conjunto de máquinas donde se toma la materia prima para transformarla en el producto final.
Aspectos mantenimiento	Los aspectos de un mantenimiento son: tiempo de ejecución, insumos, procedimientos, tipo de mantenimiento.
Automatizado	Proceso que ha sido facilitado por algún ente tecnológico o humano; se ingresa algún producto inicial para obtener un producto final conforme las especificaciones.

Averías	Daño, deterioro que impide el funcionamiento de algo.
Botón de encendido	Un pulsador se usa para controlar algún aspecto eléctrico o mecánico de una máquina o un proceso.
Calidad óptima	Especificaciones necesarias de un producto final para cumplir los estándares definidos.
Comercialización	Proceso por el cual un producto es adquirido por el cliente final; llega por medio de promociones o publicidad.
Complejidad	Se basa en la calidad de componentes que se deben cambiar o reparar de una máquina al momento de hacerle un mantenimiento.
Computadora digital	Se utiliza para la automatización de los procesos electromecánicos, como el control de la maquinaria en las líneas de montaje de la fábrica.
Constante mejora	Incremento de horas productivas de una máquina después de realizarle el mantenimiento.
<i>Data center</i>	Un centro de datos es una instalación utilizada en los sistemas informáticos internos que incluyen conexiones de comunicaciones y controles de copia de información.

Despacho	Es el área donde los ejemplares ya están amarrados, ordenados y contados para su distribución al cliente final.
Diseñar	Crear una solución óptima para la realización de un mantenimiento.
Diseño plan mantenimiento	Conjunto de mantenimientos definidos para una máquina con tiempos de procedimientos, insumos y frecuencia de la realización.
Diurno	Trabajo diurno es el que se ejecuta entre las seis y las dieciocho horas de un mismo día.
Diversas mejoras	Cambios a realizar en los mantenimientos establecidos para mejorar la productividad de una máquina para evitar paros por fallas.
Ecotherm	Nombre del horno para secar la tinta en la banda después de pasar por las unidades de impresión.
Efectividad de mantenimiento	Cantidad de fallas posterior a realizar el mantenimiento, da el indicador de que tan completo está siendo el mantenimiento definido para la máquina.
Encoder	Es un dispositivo electromecánico usado para convertir la posición angular de un eje a un código digital.

Empalmadora de bandas	Máquina que tiene la función de cargar las bobinas de papel al sistema sin parar la producción.
Especificación	Es un conjunto de atributos o características de un producto para que sea aceptable por el usuario final y satisfacer sus necesidades.
Exigencia de calidad	Depende de los acuerdos de calidad definidos para el producto final del producto.
Factible	Un proceso que se puede realizar sin tomar en cuenta la cantidad de recursos a utilizar cumpliendo con los requerimientos.
Falla	Mal funcionamiento de un componente de una máquina, desde leve hasta grave.
Folder dos	Maquina que realiza los cortes de la banda de papel para separar los ejemplares impresos.
Frecuencia	Tiempo entre cada cuando se realizará un mantenimiento a una máquina según el plan de mantenimientos.
Hidráulico	Es la tecnología que emplea un líquido, agua o aceite, para la transmisión de energía para mover y hacer funcionar algún mecanismo.

Historial de trabajo	Hojas donde se registran los mantenimientos realizados a una máquina, para tener historial de que piezas son nuevas.
Implementar	Realizar un mantenimiento nuevo a una máquina.
Impresión de banda	Es la impresión que generan las máquinas en el tiro y retiro del papel, la banda es conocida como el papel.
Impresión <i>offset</i>	Método que consiste en aplicar una tinta sobre una plancha metálica, la tinta se impregna y el texto o la imagen se transfieren por presión al papel por presión.
Inspeccionar	Proceso en el cual se realiza una revisión a un componente de alguna máquina para encontrar algún ruido o mal funcionamiento.
Inventario de equipo	Cantidad de equipos que se tienen en toda la planta de producción, para tener un mejor control de todos los mantenimientos.
Lapso de tiempo	Tiempo que se tiene definido para la realización de un mantenimiento, este aumenta dependiendo de la complejidad.

Limpiador de contacto	Es usado para desengrasar y hacer una limpieza rápida y eficiente de los contactos manchados o corroídos de todas las clases.
Litografía	Es una técnica de impresión que consiste en la reproducción a través de la impresión de lo grabado hacia una nueva pieza de papel.
Lubricantes	Sustancia (gaseosa, líquida o sólida) que reemplaza una fricción entre dos piezas en movimiento relativo por la fricción interna de sus moléculas.
Mantenimiento	Conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas.
Mantilla	Tiene la misión de transferir imágenes y caracteres con gran exactitud de la plancha de imprimir al soporte de impresión.
Mantenimiento correctivo	Consiste en la reparación o sustitución de partes de un equipo una vez haya fallado, no es planificado y ocurre de emergencia.
Mantenimiento preventivo	Consiste en la revisión e inspección planificada de un equipo para evitar fallas y corregirlas antes de aplicar un mantenimiento correctivo.

Mantenimiento selectivo	Cambio de una o más piezas o componentes de una máquina, de acuerdo con recomendaciones de fabricantes o entidades de investigación.
Mantilla	Mantilla o rodillos de goma, se utilizan para la transferencia de tinta hacia las planchas de impresión, existen de diferentes materiales según el papel a imprimir.
Mecanismos	Conjunto de sólidos resistentes llamados engranajes o ruedas dentadas para mover piezas por medio de fueras mecánicas.
Mejora del plan	Realización de cambios de un plan previamente definido para mejorar la productividad de una máquina.
Turno nocturno	Es la jornada laboral que se ejecuta entre las dieciocho horas de un día y las seis horas del día siguiente.
Offset	Método de impresión en el que la tinta se transfiere rodillos de goma a una placa con el grabado de la impresión y al finalizar al papel.
Plan de mantenimiento	Conjunto de mantenimientos que se deben de realizar a una máquina para su correcto funcionamiento, mecánicos y/o eléctricos.

Plan definido	Conjunto de mantenimientos definidos para una máquina.
Planta comercial	Planta de Prensa Libre en donde se producen revistas comerciales.
Planta de producción	Conjunto de máquinas para la elaboración de un producto final; utiliza mano de obra mecánica y manual.
Porcentaje hidrógeno	Es un índice de la concentración de los iones de hidrógeno (H) en el agua.
Preprensa	Área en donde se graban los diseños de impresión de ejemplares en planchas para unidades de impresión para transmisión de tinta.
Predicción de fallas	Predicción de cuando algún componente mecánico y/o eléctrico de una máquina puede fallar, según un historial de fallas a través del tiempo.
Procedimiento	Serie de pasos para obtener un producto final, con una secuencia lógica para obtener la calidad deseada.
Producción	Impresión de ejemplares mediante procesos productivos, proceso que inicia en la sala de redacción y finaliza en el área de empaque del producto.

Producción planificada	Cantidad de un producto planificado para producir por día, dependiendo de la cantidad de una demanda de mercado.
Productividad	Proporción entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.
Proyecto	Planificación de actividades que son secuenciales para lograr un objetivo.
Recursos de reparación	Insumos para realizar alguna reparación en una maquina al realizar un procedimiento, siendo repuestos, herramientas, insumos de limpieza, etc.
Rediseñar	Realizar cambios en un procedimiento establecido con el objetivo de mejorar el proceso, ahorrando tiempos y recursos.
Registro	Información histórica sobre la cantidad de mantenimientos realizados previamente a una máquina.
Retiro	Es el proceso de impresión del lado de una cara del papel.
Revisar	Acto en el que se inspecciona una máquina para identificar si existe algún defecto en su funcionamiento.

Rodillo transferente	Utiliza las unidades de impresión; estos pasan la tinta que se pega a la mantilla de impresión, para luego que la mantilla le pase la tinta al papel.
Rodos de máquina	Mecanismo para el movimiento de piezas mecánicas dentro de una máquina, impulsados por motores.
Rotativa	Máquina del área de producción en donde se cortan los ejemplares después de su proceso de impresión.
Sistema de rodillos	Conjunto de rodillos que contienen diferentes sustancias para adherirlas al tiro y retiro del papel.
Tabulación digitalizada	Proceso de ingreso de datos a una herramienta estadística para el control exacto de los sucesos, utilizado para la toma de decisiones.
Tecnología innovadora	Procedimientos nuevos para realizar de mejor manera un proceso; facilita recursos monetarios y tiempo del procedimiento.
Tensión	Es una presión que existe en un objeto gracias a la acción de fuerzas opuestas.
Tinta de banda	Existen diferentes tipos de tintas, dependiendo del tipo de papel que se usara: base de agua, solvente o manométricas.
Tiraje	Es una corrida de producción completa de una revista; es decir, son todas las revistas producidas.

Tipos de mantenimientos	Son los diferentes aspectos a las que se le puede realizar mantenimiento a una máquina: correctivo, predictivo, preventivo o selectivo.
Tiraje de producción	Un tiraje de una revista o periódico es el número total de ejemplares del mismo que salen a la venta.
Transportador de pinzas	Máquina para el traspaso de los ejemplares ya cortados y doblados al área de despacho; tiene el mecanismo de una cadena rotativa debido a que no tiene fin.
Unidad de impresión	Máquina principal para la impresión de ejemplares; se cuentan con dos unidades de impresión por la cantidad de colores necesarios.
Unidades de mantenimiento	Combinación de componentes para el correcto funcionamiento neumático, lo componen el filtro de aire, regulador de presión y el lubricador de aire.
Uniset	Nombre comercial de máquinas de impresión Offset vendidas por la compañía Manroland.
Variador de frecuencia	Dispositivo que controla la velocidad de los motores; se usa para controlar la precisión de todas las máquinas en sus procesos.

RESUMEN

Una planta industrial no podría funcionar sin sus máquinas y ser productiva; por tal razón, estas son el corazón de la industria litográfica de la planta comercial de *Prensa Libre*; dicha planta litográfica cuenta con máquinas completamente nuevas; no se tenía un plan de mantenimientos preventivo claramente definido.

Debido a lo anterior, se vio la necesidad de definir un plan de producción nuevo para el área de producción, por medio de un estudio técnico de tres meses; se tomó en cuenta la opinión de los colaboradores del área de mantenimiento y producción por medio de encuestas; también, se tomaron en cuenta todas las causas de las fallas mecánicas y eléctricas durante esos meses. Al conocer las causas de las fallas de cada máquina y la opinión del personal, se definieron los mantenimientos preventivos mecánicos y eléctricos. Para finalizar el trabajo, se tomó una muestra de tres meses nuevamente sobre el comportamiento de las fallas de las máquinas, para comparar cada máquina si aumentó su productividad y mejoró su funcionamiento.

La mayor parte de las máquinas de producción tuvieron una mejora sustentable; en donde no se obtuvieron los resultados deseados, se agregarán o quitarán mantenimientos. Para cada mantenimiento se generó una hoja técnica de los procedimientos, los tiempos de ejecución y los insumos necesarios.

En el primer capítulo se presenta los fundamentos teóricos sobre el mantenimiento y sus tipos; así mismo, se tienen insumos primordiales sobre los mantenimientos.

En el segundo capítulo, se aborda la situación actual del departamento de mantenimiento de la planta; la explicación de cada máquina y los tipos de mantenimientos que existen con su respectiva frecuencia de realización.

En el tercer capítulo se describe el estudio técnico; en cada máquina de producción se definieron las fallas que se presentaron en los tres meses y sus posibles soluciones. Se documentaron los tiempos cuando las máquinas estuvieron paradas y se realizaron entrevistas a los colaboradores para tener en cuenta sus puntos de vista.

El cuarto capítulo plantea la propuesta del plan de mantenimientos y su ejecución por tres meses para comparar con el plan de mantenimientos anterior. Se definieron los tiempos de mantenimiento por cada máquina y sus recursos necesarios para la realización.

Por último, en el quinto capítulo se habla de los desechos sólidos y líquidos según el proceso productivo; se explica cómo *Prensa Libre* trabaja responsablemente cada desecho.

En los apéndices están todas las hojas técnicas propuestas y en los anexos las encuestas realizadas en los departamentos de producción y mantenimiento.

OBJETIVOS

General

Diseñar un plan de mantenimientos preventivos para área de producción de la planta comercial de *Prensa Libre* zona 12.

Específicos

1. Garantizar el funcionamiento y operación óptima de la planta, maquinaria, equipos y sus instalaciones para extender su vida útil, minimizar costos y paros innecesarios.
2. Determinar los tipos de mantenimientos que requieren las unidades en el área de producción para establecer el plan de mantenimientos de acuerdo a su funcionamiento, productividad y manuales de estas unidades.
3. Enlistar la cadena de insumos para cada mantenimiento para tener un control en calidad, especificaciones de cada unidad para su adquisición y mantener un nivel de inventario.
4. Establecer el lapso de tiempo de cada mantenimiento según su complejidad y el tipo de maquinaria o equipo.

INTRODUCCIÓN

Para garantizar el óptimo funcionamiento de una planta industrial se debe diseñar un plan de mantenimientos; cada departamento debe tener una relación directa con el departamento de mantenimiento para lograr ejecutar correctamente lo planeado y tener las máquinas y equipos en las condiciones requeridas para ser productivas y de alto rendimiento.

Es necesario que el objetivo y alcance del plan esté definido para conocer la manera como se trabajará. Para diseñar un plan de mantenimientos se debe realizar una fase de investigación, la cual se basa en el estudio técnico.

La nueva planta comercial de *Prensa Libre* ubicada en zona 12 tiene poco tiempo de estar en funcionamiento, por lo que las unidades se encuentran en buen estado. En esta planta se realizan los tirajes de las revistas comerciales de *Prensa Libre* para su comercialización. Existen dos plantas donde se realiza este tipo de producción (planta remesa ubicada en la zona 2 y planta comercial ubicada en zona 12). Dependiendo de la demanda de la revista, se trabaja en jornadas laborales: diurno y nocturno. El fin del plan de mantenimiento preventivo es para tener funcionando en óptimo estado las unidades, pero específicamente para controlar los tiempos estimados e insumos.

La planta tiene máquinas que han sido importadas de diferentes países, por lo que la tecnología que se utiliza es única en Centro América; los sistemas son completamente automatizados lo que generan la necesidad de un plan de mantenimientos correctamente definido.

En el presente trabajo de graduación también se proporciona un diseño de plan de mantenimiento, preventivo de acuerdo a las especificaciones de los manuales de las máquinas nuevas recién adquiridas con el empleo de Project Management, el cual incluyen al personal técnico que efectuará el servicio de mantenimiento; la cantidad de los insumos para los mantenimientos, el tiempo estimado para realizar el tipo, de mantenimiento, el costo del servicio de mantenimiento y, por último, las fechas aleatorias que se deben programar.

1. MARCO TEÓRICO

Prensa Libre es el diario con mayor circulación en la ciudad de Guatemala; publica noticias, también, tiene una sección comercial con diversas revistas a todo color. Estas revistas son emitidas en la planta comercial de *Prensa Libre*, ubicada en la zona 12 de la ciudad de Guatemala; a diferencia de las impresiones de los ejemplares matutinos, que son emitidos en la zona 1 de la ciudad de Guatemala. *Prensa Libre* tiene 67 años en el mercado donde ha marcado una gran trayectoria a través de sucesos importantes para la historia.

1.1. Historia de la imprenta en Guatemala

Guatemala dio sus inicios de la imprenta en 1660 gracias al trabajo de Juan Jose de Ibarra que nació en México; la imprenta se trasladó a la ciudad de Guatemala por la acción de la iglesia católica. El obispo Payo Henríquez de Rivera lo convocó para la publicación del primer libro en América Central, un libro de teológica.

El primer periódico de Guatemala *La Gaceta*, se publicó el 10 de noviembre de 1729, esta fue publicada mensualmente; con el auge que tuvo a través de sus publicaciones cambió su modalidad a semanalmente; la primera en 1731; esta estaba controlada y enfocada por la iglesia católica; aparecían noticias reales y crónicas españolas.

Para la independencia de 1821 la información se vio favorecida por la declaración de libertad de prensa en España; los periódicos locales expresaron sus posturas y gracias a esto aparece *El editor constitucional* que estuvo bajo la dirección de Pedro Molina, que apoyaba la independencia Guatemala. Además, se publica *El amigo de verdad* fundado y dirigido por Jose Cecilio del Valle.

En los años siguientes aparecen diferentes periódicos: *La aurora de la libertad*, *El federalista*, *La gaceta federal*, *El ave de minerva*, *El procurador de la ley*, *El semidiario de los libres* y *El demócrata*, los cuales fueron tomando diferentes posturas, dependiendo de su fundador y quien lo dirigía.

En 1951 *Prensa Libre* fue fundado, sus oficinas centrales estuvieron en la 3a. avenida norte, entre la cuarta y la quinta calle de la zona 1 de la ciudad de Guatemala. Fue fundado por Pedro Julio García, Álvaro Contreras, Mario Sandoval, Salvador Girón Collier e Isidoro Zarco. Entre los directores con más

renombre son Pedro Julio García, Mario Sandoval, José Eduardo Zarco, Luis Morales Chua y Gonzalo Marroquín.

De la misma manera como fueron apareciendo periódicos, algunos otros fueron desapareciendo como el periódico *La nación* cuya primera publicación fue en 1970; tras 12 años en el mercado culminó sus operaciones en 1982.

Uno de los periódicos cuyos pilares es la investigación es *elPeriódico*, que fue fundado en 1996 cuyo fundador es Jose Rubén Zamora, que a la fecha sigue en operaciones.

El periódico llamado *Siglo veintiuno* fue fundado por Álvaro Castillo Monge y Lionel Toriello en 1990; participó también Jose Rubén Zamora, el cual a los años pasó a ser propiedad de una casa editorial, Corporación de Noticias, S.A.

Otro periódico que continua en circulación en Guatemala es *Nuestro diario*, hermano de *Prensa Libre*; este emitió su primera publicación el 16 de enero de 1998. Este periódico está dirigido a un mercado diferente que *Prensa Libre*, debido a que está dirigido a la clase social obrera,

El grupo de *Prensa Libre* tiene acciones del canal de televisión *Guatevisión*, del diario *el quetzaleteco* en Quetzaltenango y del periódico *Nuestro diario*. Una proporción de las acciones del grupo pertenecen a Mario Antonio Sandoval y a María Mercedes Girón de Blank. Las oficinas centrales se encuentran en la zona 1 de la ciudad de Guatemala, entre la 13 calle y novena avenida.

Las primeras publicaciones de *Prensa Libre* fueron vespertinas, con el auge que tuvieron cambiaron a matutinas, desde 1951 su lema es: 'Por un periodismo independiente, honrado y digno' hasta 1984 que fue modificado a 'Un periodismo independiente, honrado y digno'.

La primera imprenta que utilizó *Prensa Libre* fue la llamado Iberia, emitía ejemplares solo de un lado de la banda de papel, únicamente en el tiro. Esta imprenta utilizaba un sistema tipográfico, en donde la información era levantada con linotipos, muy parecida a una máquina de escribir que reproducía la imagen o el texto en barras de metal.

Al pasar los años y al avanzar la tecnología se tuvo la primera rotativa como tal, en 1953, llamada Huracan; podía imprimir 500 ejemplares por hora. Esta rotativa forma parte de la colección de su historia en la recepción de la zona 1. Las características de esta rotativa solo permitían imprimir a blanco y negro. Hasta en 1963 se cambió a una segunda rotativa, marca Goss en donde la emisión del periódico vespertino tenía una cantidad de páginas.

La misión de *Prensa Libre* es la siguiente:

Somos un periódico independiente, honrado y digno que informa, orienta y sire a los guatemaltecos. La naturaleza de nuestro trabajo nos coloca en una posición privilegiada porque tenemos la responsabilidad de influir en la historia de Guatemala.

La visión de *Prensa Libre* es la siguiente:

Ser la organización periodística libre en Centro América con compromiso de servir a la comunidad con principios que promuevan la libertad, justicia y democracia

El Nit de *Prensa libre* es: 733849, con nombre de razón social, Prensa Libre, S.A. La patente de comercio de *Prensa Libre* tiene el número de registro: 160744 "A" folio: 74, libro: 125 y categoría: única.¹

La dirección física de la planta comercial de *Prensa Libre* es: 50 calle, avenida Petapa Zona 12. La ubicación con vista aérea de la planta se presenta en la figura 1.

Figura 1. **Ubicación física planta comercial *Prensa Libre***



Fuente: Google Maps. <https://www.google.es/maps/@14.5241174,-90.5581838,15z>. Consulta: 10 de junio de 2018.

1.2. Plan de mantenimiento

Según Santiago García Garrido en su libro, *Plan de mantenimientos programados*, explica que un plan de mantenimiento es: “El conjunto de tareas

¹ *Historia de la imprenta colonial, Guatemala*. https://www.prensalibre.com/cultura/Imprenta-Guatemala-Fray_Payo_Enriquez_de_Rivera-Juan_Ibarra-Historia_de_la_imprenta-Historia_colonial_Guatemala_0_1136886577.html. Consulta: 10 de junio 2018.

de mantenimientos programadas, agrupadas o no, siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye una serie de equipos de la planta, que habitualmente no son todos. Hay todo un conjunto de equipos que se consideran libres de mantenimientos desde un punto de vista preventivo, y en los cuales es mucho más económico aplicar una política puramente correctiva (en inglés se denomina *run to failure*, o 'utilizar hasta que falle')".²

Un plan de mantenimiento se basa en detallar las actividades que se deben realizar por cada máquina, este es la base para el plan de producción, debido a que delimita cuanto se podrá producir sin que se tenga alguna falla tomando en cuenta el estado de las máquinas.

El mismo deberá contar con ciertas especificaciones mínimas, según Santiago García en su manual previamente mencionado:

- Generalidades de cada mantenimiento
- Tipo de mantenimiento
- Establecimiento de la frecuencia de realización de los mantenimientos
- Tiempo y recursos estimados para cada mantenimiento

1.3. Mantenimientos

"Mantenimiento son todas las actividades y servicios que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva y económica, los equipos de producción,

² GARCÍA GARRIDO, Santiago. *El plan de mantenimiento programado, manual práctico para la elaboración de planes de mantenimiento*. p. 37.

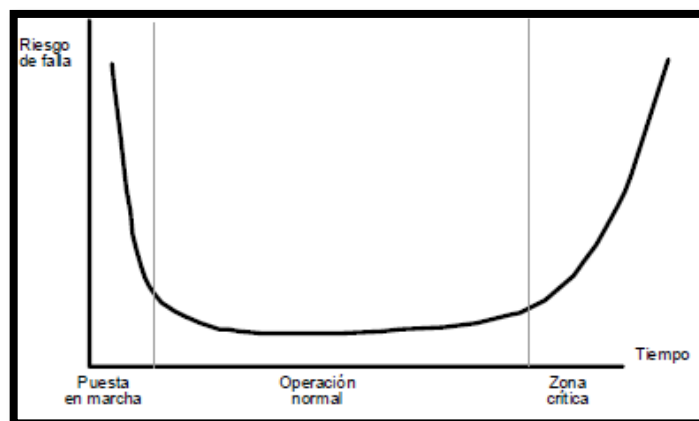
herramientas y demás activos físicos, de las diferentes instalaciones de una empresa”³.

El objetivo principal de todo administrador o supervisor de un departamento de mantenimiento es que las máquinas conserven la calidad del servicio por el cual fueron adquiridas. Es decir, deben realizar mantenimientos para su conservación y mantener la capacidad productiva de la máquina para continuar con la planificación establecida.

Una máquina no funcionará para siempre, por lo que se han creado modelos teóricos para entender la probabilidad de la falla de una máquina, esta también puede ser llamada curva de falla. La curva de falla explica la probabilidad de que falle la máquina según su tiempo productivo.

La curva de la probabilidad de falla se presenta en la figura 2.

Figura 2. **Curva de probabilidad de falla**



Fuente: MOUBRAY, John. *Reliability centered maintenance*. p. 342.

³ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. *Gestión moderna del mantenimiento industrial*. p. 23.

La curva está dividida en las siguientes regiones: puesta en marcha, operación normal y zona crítica. Se concluye lo siguiente:

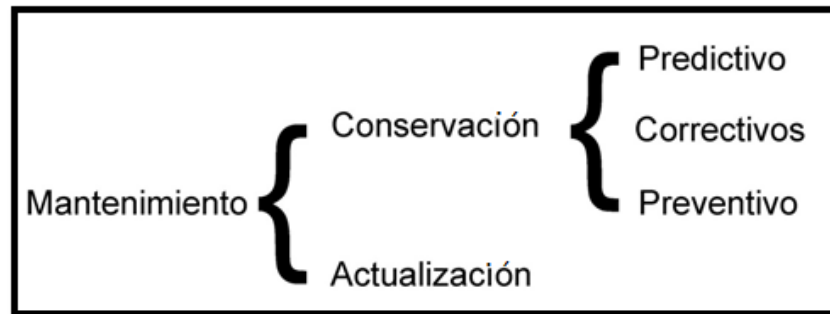
- Se tiene un riesgo alto al momento de poner en marcha la planta.
- El riesgo baja cuando la planta ya está en funcionamiento siempre y cuando las máquinas hayan recibido sus respectivos mantenimientos.
- El riesgo es elevado cuando la máquina ha pasado su tiempo esperado de producción.

1.3.1. Tipos de mantenimientos

Existen tres formas diferentes para realizar un mantenimiento a un equipo de producción, los cuales dependen de las características y especificaciones. Los mantenimientos pueden ser para la conservación de la máquina, principalmente, o para actualizarla; es decir, para agregarle una mejora a la máquina.

La figura 3 presenta los tipos de mantenimientos que se realizan en la planta comercial de *Prensa Libre*.

Figura 3. **División de los tipos de mantenimientos**



Fuente: elaboración propia.

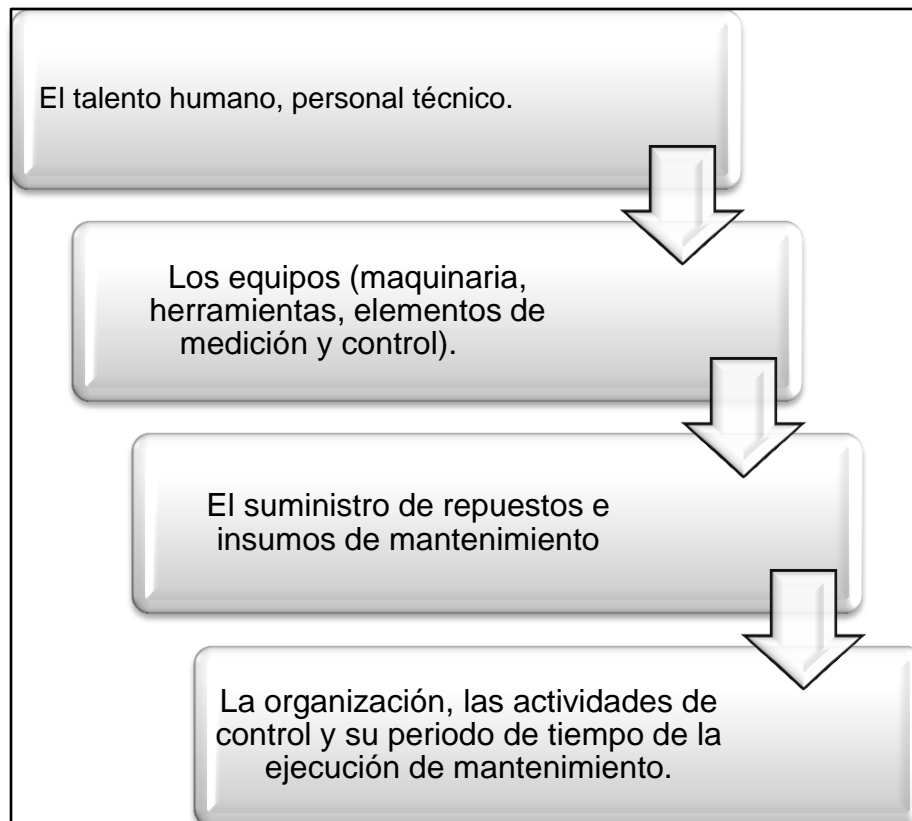
1.3.1.1. Correctivos

El ingeniero Olivero García Palencia, explica en su libro *Gestión moderna del mantenimiento industrial*, que las reparaciones no planificadas son las que resultan de las fallas o averías imprevistas. “El mantenimiento correctivo son todas las actividades para corregir las causas de las fallas, ejecutadas en los equipos, máquinas, instalaciones o edificios cuando a consecuencias de una falla, han dejado de prestar la calidad del servicio para la cual fueron diseñados.”⁴

La figura 4 presenta los factores primordiales en un sistema de mantenimiento correctivo.

⁴ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. *Gestión moderna del mantenimiento industrial*. p. 53.

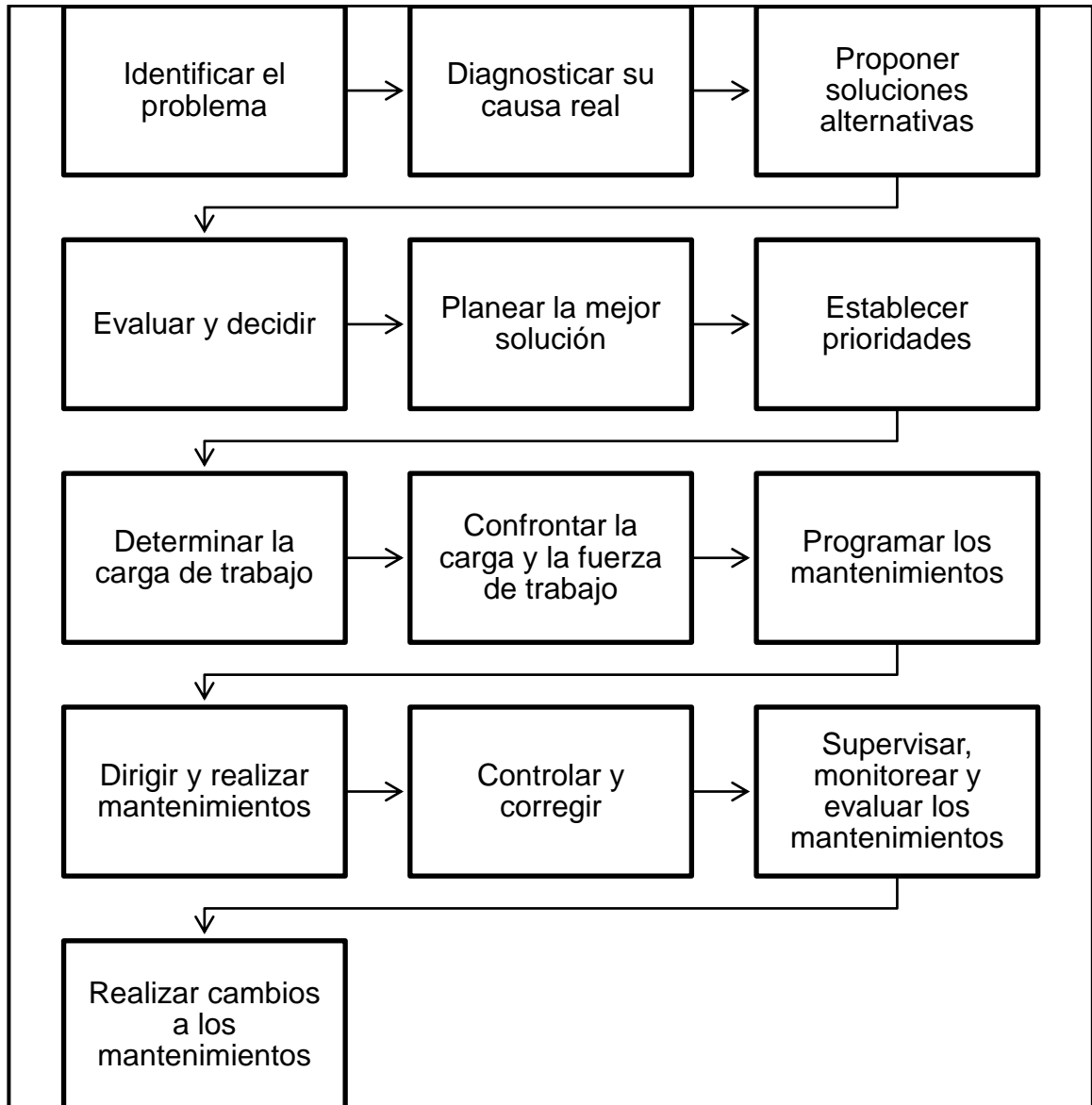
Figura 4. **Factores importantes en todo sistema de mantenimiento correctivo**



Fuente: GARCÍA PALENCIA, Oliverio. *Gestión moderna del mantenimiento industrial*. p. 53.

La figura 5 presenta el procedimiento para la aplicación de mantenimientos preventivos:

Figura 5. **Procedimiento para aplicar mantenimientos preventivos**



Fuente: GARCÍA PALENCIA, Oliverio. *Gestión moderna del mantenimiento industrial*. p. 53.

Los mantenimientos correctivos se realizan debido a desperfectos no detectados en las inspecciones o más común por errores por parte del personal productivo. Este tipo de mantenimientos traerán a la empresa más desventajas

que ventajas. Se puede mencionar que la principal desventaja es la parada no prevista en el proceso de producción y disminución de las horas operativas.

1.3.1.1.1. Ventajas

Las ventajas de los mantenimientos correctivos son las siguientes:

- Las máquinas tienen una mayor confiabilidad y estas operan con mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y su condición de funcionamiento.
- Se coloca en las máquinas y los equipos piezas nuevas, lo que dará un mejor rendimiento de horas productivas y su mayor fiabilidad.

1.3.1.1.2. Desventajas

Las desventajas de los mantenimientos correctivos son las siguientes:

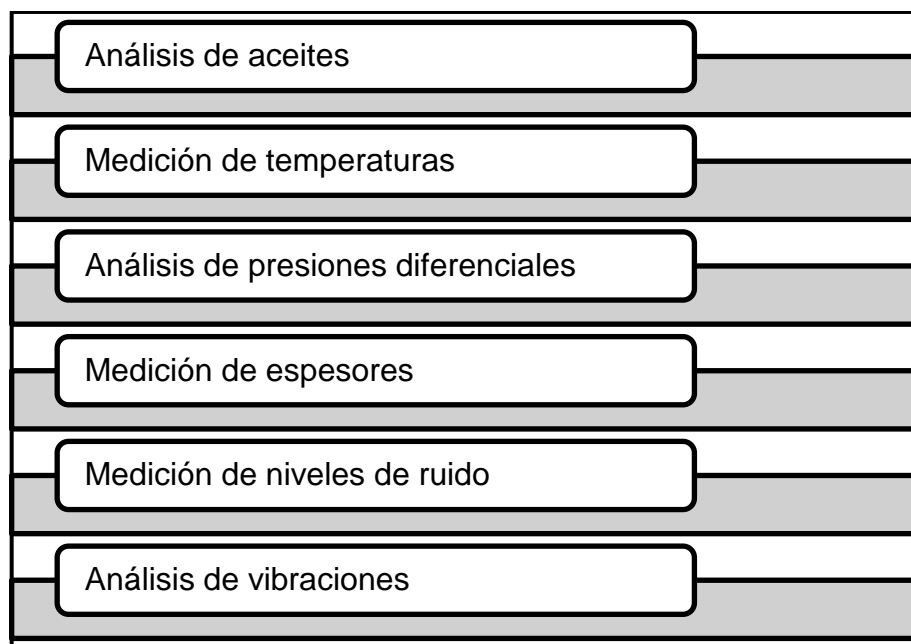
- Se originan fallas al momento de estar en operación lo que ocasiona atrasos en la planificación de la producción y trae consigo menos productividad.
- El precio puede ser muy costoso, lo cual podría afectar a la hora de comprar los repuestos de recursos cuando se necesiten.
- Mayor tiempo en identificar que componente es el que falló.

1.3.1.2. Predictivos

Según Juan Carlos Calloni, un mantenimiento predictivo “Se basa en la anticipación a la falla por medio de un seguimiento para predecir el comportamiento de una o más variables de una máquina o equipo”. “Es un proceso de mediciones con la máquina funcionando, tratando de minimizar el tiempo de “equipo detenido”.⁵

La figura 6 presenta las pautas laborales de un mantenimiento predictivo en la planta comercial de *Prensa Libre*.

Figura 6. **Pautas laborales de un mantenimiento predictivo**

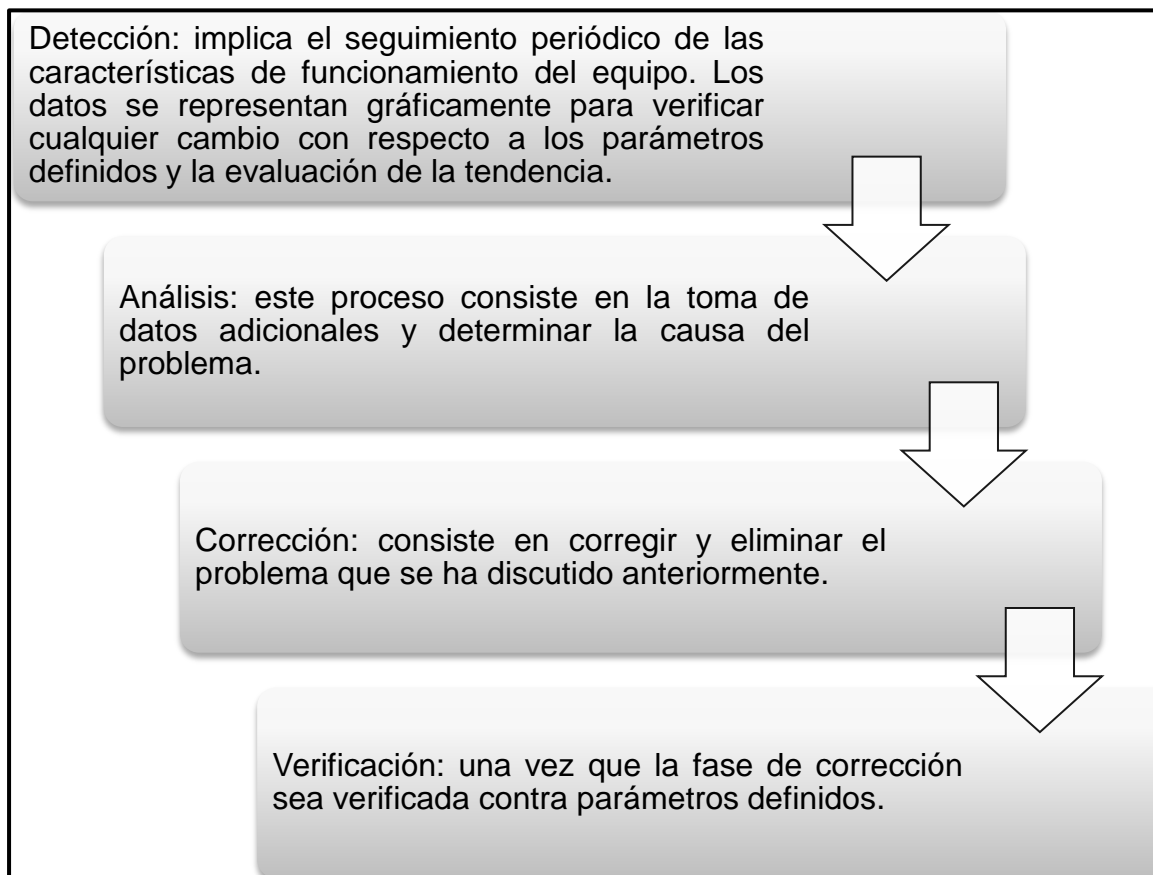


Fuente: CALLONI, James. C. *Mantenimiento eléctrico y mecánico para pequeñas y medianas empresas*. p. 20.

⁵ CALLONI, James. C. *Mantenimiento eléctrico y mecánico para pequeñas y medianas empresas*. p. 20.

La figura 7 presenta el proceso de reconocimiento de un mantenimiento predictivo en la planta comercial de *Prensa Libre*.

Figura 7. **Proceso reconocimiento de un mantenimiento predictivo**



Fuente: elaboración propia.

1.3.1.2.1. Ventajas

Las ventajas de los mantenimientos predictivos son las siguientes:

- Se tiene más continuidad en la operación; si en la primera revisión se detecta algún cambio necesario, se programa otra pequeña pausa para instalarlo, se puede mantener una continuidad entre revisiones.
- Se tiene más confiabilidad al utilizar aparatos y personal calificado, los resultados deben ser más exactos.
- Requiere menos personal, esto genera una disminución en los costos.
- Los repuestos duran más debido a que las revisiones son con base en resultados y no a percepción; se busca que los repuestos duren exactamente el tiempo que debe ser.

1.3.1.2.2. Desventajas

Las desventajas de los mantenimientos predictivos son las siguientes:

- Dificulta determinar de manera precisa el nivel de depreciación o desgaste de las piezas que conforman los distintos equipos.
- Es necesario tanto que el personal encargado del mantenimiento cuente con experiencia en los dispositivos; también, atender las recomendaciones hechas por el fabricante.

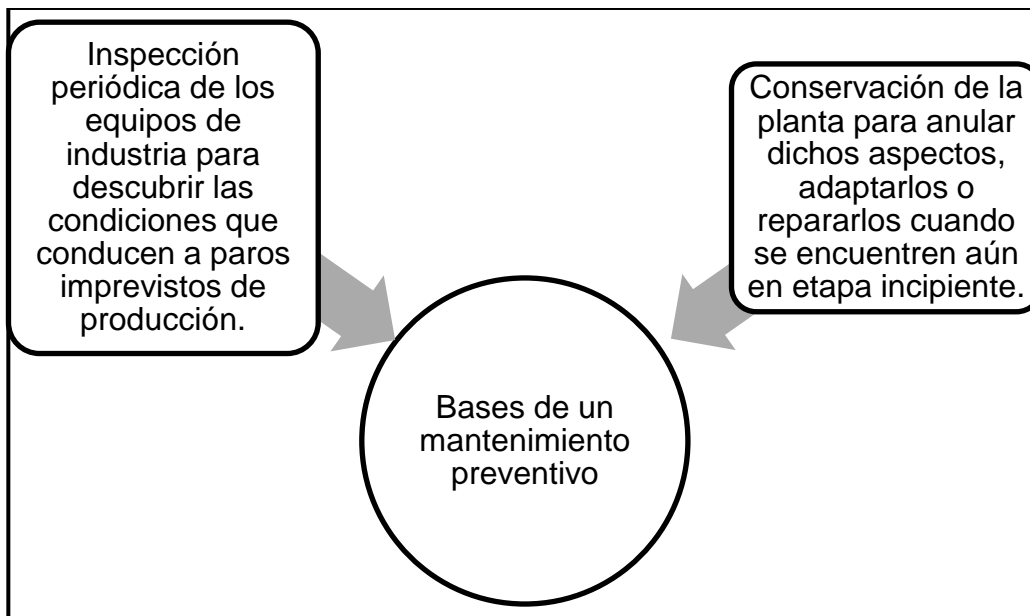
1.3.1.3. Preventivos

Un mantenimiento preventivo puede ser: “el conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma más

económica, continuar sus operaciones eficiente y segura, con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos”⁶.

La figura 8 presenta las bases de un mantenimiento preventivo en la Planta Comercial de Prensa Libre

Figura 8. **Bases de un mantenimiento preventivo.**



Fuente: GARCÍA PALENCIA, Oliverio. *Gestión moderna del mantenimiento industrial*. p. 55.

Las actividades de mantenimiento preventivo incluyen reparaciones parciales o completas en períodos específicos, cambios de aceite, lubricación y así sucesivamente. Además, los trabajadores pueden registrar el deterioro de equipos para que puedan reemplazar o reparar las piezas desgastadas antes de que provoquen un fallo del sistema. El programa de mantenimiento preventivo ideal sería evitar todo fallo del equipo antes de que ocurra.

⁶ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. *Gestión moderna del mantenimiento industrial*. p. 55.

1.3.1.3.1. Ventajas

Según Oliverio García existen diversas ventajas al aplicar mantenimientos preventivos:

- Reducción de paradas imprevistas en la planta a razón de piezas en mal estado. Se disminuye el tiempo ocioso, en relación con todo lo que se refiere a la economía.
- Menor necesidad de reparaciones o reconstrucciones en gran escala y menor número de mantenimientos repetitivos; por lo tanto, menor acumulación de la carga de trabajo.
- Menor necesidad de operación continua de los equipos, se reduce con ello la inversión a capital.
- Disminución de costos de reparación de desperfectos sencillos, realizados antes de paros imprevistos, debido a la menor fuerza de trabajo.
- Disminución del pago de tiempo extra del personal, originado por reparaciones imprevistas.
- Permite llevar un mejor control y planeación sobre los mantenimientos a realizarse.
- Mejor control sobre el historial de mantenimientos realizados.

- Menor presión de trabajo a técnicos debido a la distribución y planificación de los mantenimientos.

1.3.1.3.2. Desventajas

De la misma manera Olivero García establece algunas desventajas:

- Disminución de la motivación personal para los técnicos debido a las actividades rutinarias que se realicen.
- Sobrecarga de costos debido a mala planificación de mantenimientos.

1.3.1.4. Selectivos

Consiste en seleccionar el mantenimiento más adecuado a ser efectuado en cada uno de los equipos, con el fin de mantener y mejorar la competitividad de la máquina o el equipo a corto y largo plazo; que garantice la seguridad de las personas, producto, medio ambiente, productividad de las líneas y calidad de los productos.

También, puede ser visto cuando el proveedor del equipo o máquina indica que se debe hacer un mantenimiento, debido a que encontraron un defecto que puede perjudicar su vida útil.

1.3.1.4.1. Ventajas

Las ventajas de los mantenimientos predictivos son las siguientes:

- Alargamiento de la vida útil del equipo o máquina

- Aumento en la productividad en un equipo o máquina

1.3.1.4.2. Desventajas

Las desventajas de los mantenimientos predictivos son las siguientes:

- El proveedor puede indicar que se cambien componentes, sin fin alguno, incurriendo en gastos innecesarios.
- No mantener en inventario los componentes que indique el proveedor que se deben cambiar, teniendo tiempos muertos en la máquina.

1.3.1.5. Clases de mantenimientos preventivos

Cada máquina cuenta con sistemas diferentes, por lo que deberá tener mantenimientos específicos según su tiempo de producción, frecuencia, etc. Las máquinas necesitan mantenimientos mecánicos, eléctricos, hidráulicos y neumáticos.

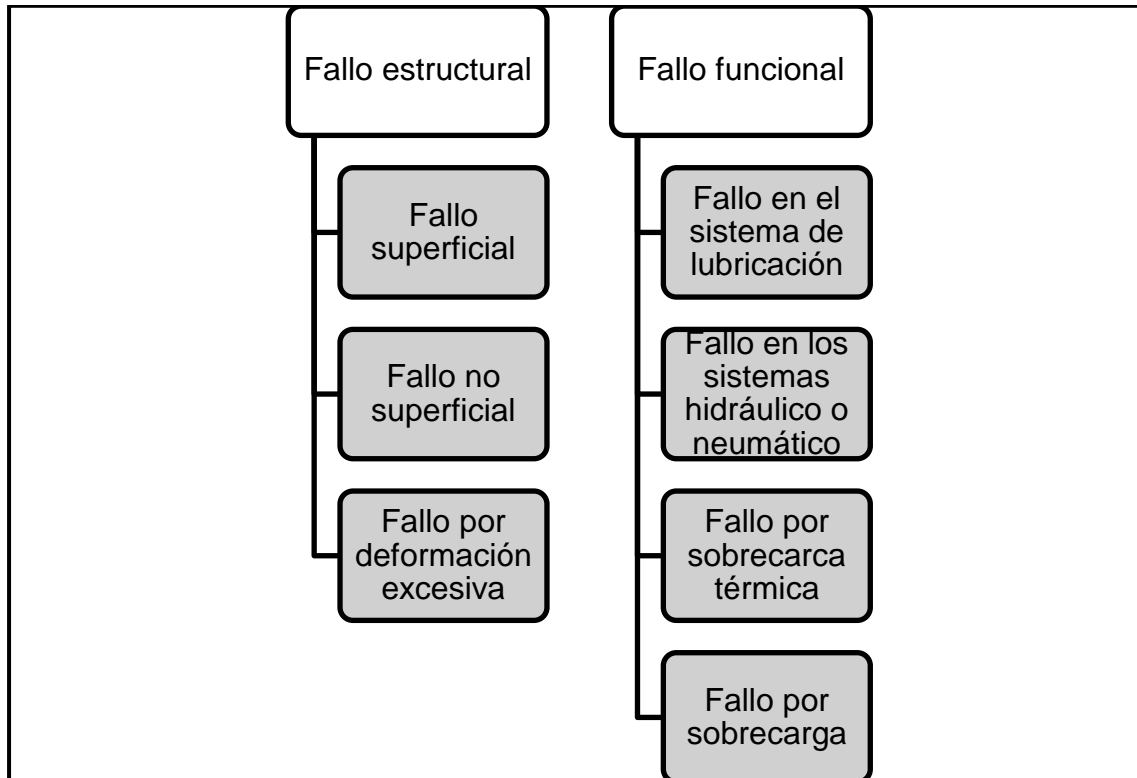
1.3.1.5.1. Mecánico

“En los mantenimientos mecánicos se deben hacer inspecciones periódicas para detectar alineamientos, fuentes generadoras de vibraciones, piezas con falta de lubricación, apriete de tornillos y roscas”⁷.

La figura 9 presenta la estructura de las fallas mecánicas en la planta comercial de *Prensa Libre*.

⁷ SÁNCHEZ MARÍN, Marín; PÉREZ GONZÁLES, Antonio; RODRÍGUEZ CERVANTES, Pablo. *Mantenimiento mecánico de máquinas*. p. 20.

Figura 9. Estructura de fallas mecánicas



Fuente: SÁNCHEZ MARÍN, Marín; PÉREZ GONZÁLES, Antonio; RODRÍGUEZ CERVANTES, Pablo. *Mantenimiento mecánico de máquinas*. p. 20

1.3.1.5.2. Eléctrico

Un mantenimiento eléctrico se basa en la inspección de todo tipo de componentes eléctricos de la máquina. Adicional, se basa en la limpieza de contactos, debido a que esta es una de las principales fallas de máquinas, por el mal apriete de bornes, comúnmente conocido como “falso contacto”⁸.

⁸ CALLONI, James. C. *Mantenimiento eléctrico y mecánico para pequeñas y medianas empresas*. p. 335.

1.3.1.5.3. Hidráulico

Los mantenimientos hidráulicos conllevan la limpieza de contaminación dentro de las mangueras debido a la presión que se maneja dentro de ellas. Este sistema trabaja por medio de una bomba para comprimir el líquido con el que trabaja, por lo que la bomba también entra en el mantenimiento.”⁹

1.3.1.5.4. Neumático

“Los mantenimientos neumáticos son similares a los hidráulicos debido a que el sistema hidráulico trabaja por medio de presión con un fluido, mientras que el sistema neumático a presión de un gas (generalmente aire). El mantenimiento conlleva la reparación de mangueras, filtros y unidades de servicio”.¹⁰

1.4. Recursos de mantenimientos

Dependiendo del tipo de mantenimiento que se realice se podrá agregar un tipo de aditivo a las piezas donde se trabajará. En un plan de mantenimiento se debe tener establecido el mínimo nivel de inventario con el que debe contar la planta para trabajar eficientemente. Los aditivos son la base esencial para un mantenimiento eléctrico y un mantenimiento mecánico que contenga lubricación.

Además, insumos de mantenimientos: lubricantes, combustibles, preservadores, antioxidantes, aceites, grasas, espumas y *whipe*.

⁹ CREUS, Solé A. *Neumática e hidráulica*. p. 200.

¹⁰ *Ibíd.*

1.4.1. Aditivos

“Los aditivos permiten una buena lubricación. Son sustancias químicas que se añaden en pequeñas cantidades y se pueden encontrar en función de aceites y grasas”¹¹.

Los aditivos se aplican a las piezas dependiendo del tipo de mantenimiento, en función del:

- Mantenimiento mecánico

Principalmente un mantenimiento mecánico consta de revisar el funcionamiento de las piezas que tienen movimientos, pero para que se lleve a cabo debe existir algo que no genere fricción y no desgaste las piezas. En los mantenimientos mecánicos se utiliza lo siguiente:

1.4.1.1. Grasas de lubricación

“Este es un lubricante fluido como aceite mineral mezclado con un producto espesante para convertirlo en semisólido o plástico. El agente espesante puede ser un jabón metálico o una sustancia no jabonosa como la arcilla. Entre otras características, una buena grasa debe tener buena consistencia, estabilidad, resistencia a la oxidación, aptitud para proteger piezas contra el rozamiento, desgaste y corrosión y también para fluir a través del equipo o dispositivo que la aplica”.¹²

¹¹ FERRER RUIZ, Julián; CHECA IBÁÑEZ, Gema. *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. p. 118.

¹² HARRY CROUSE, William. *Mecánica del automóvil*. p. 305.

Cuando la grasa tiene que contener propiedades especiales, se incluyen otros constituyentes que actúen como inhibidores de la oxidación y mejoran la resistencia de la película. Existe otro tipo de aditivo: los estabilizadores. Cambiando el jabón, aceite o aditivo, se pueden producir diferentes calidades de grasas con una amplia gama de aplicaciones.

1.4.1.2. Aceite de lubricación

“Un buen aceite para lubricación debe poseer ciertas características o propiedades. Además de tener la adecuada viscosidad (consistencia o cuerpo y fluidez), debe ser resistente a la oxidación, a la formación de carboncillo, a la corrosión, a la herrumbre, a las presiones extremadas y a la formación de espuma. También, deben actuar como un buen agente limpiador, fluir a bajar temperaturas y tener una buena viscosidad tanto a muy altas como a bajas temperaturas”.¹³

- Mantenimiento eléctrico

Los mantenimientos eléctricos constan de la limpieza y revisión de componentes eléctricos. Un mantenimiento eléctrico la mayor parte del tiempo es muy repetitivo, pero es de suma importancia; los aditivos que se utilizan son:

1.4.1.3. Espuma limpiadora

La espuma limpiadora se utiliza para limpiar las cubiertas de las máquinas. Esta espuma debe aplicarse con un paño, para luego dejarla reposar y después proceder a limpiar la cubierta.

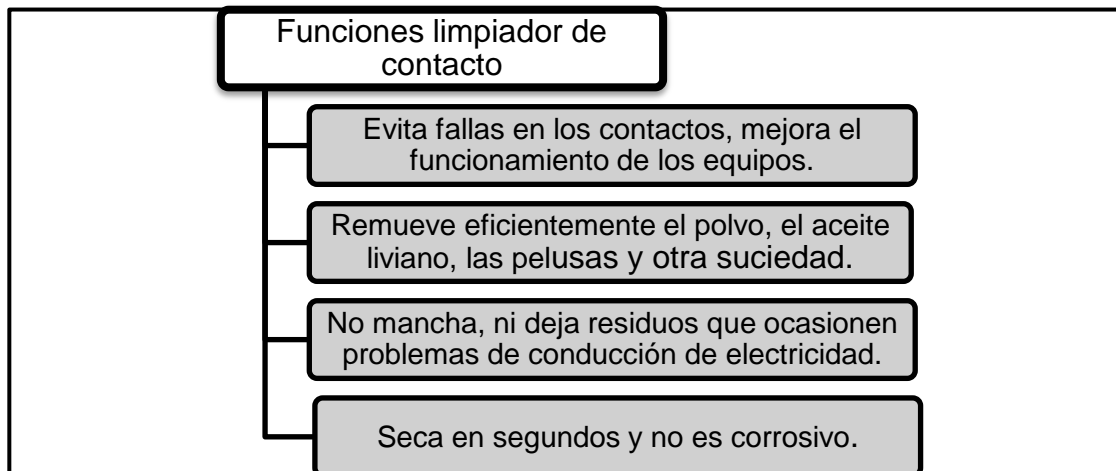
¹³ HARRY CROUSE, William. *Mecánica del automóvil*. p. 291.

1.4.1.4. Limpiador de contacto

“El limpiador de contacto se utiliza en los mantenimientos eléctricos, su función es limpiar los contactos de los componentes eléctricos, se usa para quitar el polvo y suciedad que el aire comprimido no puede remover”¹⁴.

La figura 10 presenta las funciones de un limpiador de contacto para un mantenimiento eléctrico

Figura 10. **Funciones del limpiador de contacto**



Fuente: HARRY CROUSE, William. *Mecánica del automóvil*. p. 291.

1.5. ¿Qué es una falla?

“Se entiende por falla de un equipo o máquina cualquier cambio en el mismo que impida que éste realice la función para la que fue diseñada. Las causas de las fallas de un equipo, máquina o dispositivo son también

¹⁴ HARRY CROUSE, William. *Mecánica del automóvil*. p. 291.

numerosas y muy diversas. No suelen ser las mismas cuando la falla se produce en el inicio de la vida útil del equipo que cuando se produce al final. Por lo que las fallas pueden clasificarse según la probabilidad o tiempo de vida para la cual fue diseñado.”¹⁵.

1.5.1. Tipos de fallas

Cada máquina o equipo puede presentar diversos tipos de fallas dependiendo de variables como la antigüedad, inadecuada calibración por el tiempo de trabajo del equipo o recorrido, inapropiada lubricación, indebida utilización de la máquina o equipo parado.

A continuación, se presentan los tipos de fallas:

1.5.1.1. Falla crítica

Luis Rivas Toledo explica que una falla crítica consiste en: “la parada no programada de un equipo debido a la posible fractura de una pieza”¹⁶.

Una falla crítica es la más difícil de reparar, por lo que es la que menos se desea que ocurra en alguna línea de producción. Este tipo de falla requiere parar totalmente la línea de producción y esta eleva los costos de producción debido a que no se puede cumplir con el pronóstico establecido. En una falla crítica se deberá programar un mantenimiento correctivo.

¹⁵ SÁNCHEZ MARÍN, Marín; PÉREZ GONZÁLES, Antonio; RODRÍGUEZ CERVANTES, Pablo. *Mantenimiento mecánico de máquinas*. p. 22.

¹⁶ TOLEDO, L. R. *Plan de Mantenimiento para maquinaria de impresión comercial Prensa Libre S.A. Guatemala*. p. 25.

1.5.1.2. Falla intermedia

“En una falla intermedia la línea de producción puede seguir produciendo, pero se debe estar calibrando cada cierto tiempo para verificar la calidad del producto final”¹⁷.

1.5.1.3. Falla de ajuste

Una falla de ajuste es el tipo de falla más fácil de reparar, ya que en la mayoría de ocasiones se necesita lubricar, limpiar y alinear. Las razones más comunes por las que aparecen estos tipos de falla son:

- Desalineación de una faja
- Tiempo perdido en alguna máquina
- Desbalanceo de un eje
- Cojinetes sin lubricar
- Vibración de motores
- Bombas sin cebar

1.5.2. Detección de fallas

La detección de fallas se realiza con base en los conocimientos de un técnico y con base en los manuales de procedimientos y de uso de una máquina y equipo.

Toda falla que exista en cualquier máquina y equipo tiene un correlativo de falla; estos deben buscarse en los manuales de mantenimientos para comprender cuál es la falla.

¹⁷ SÁNCHEZ MARÍN, Marín; PÉREZ GONZÁLES, Antonio; RODRÍGUEZ CERVANTES, Pablo. *Mantenimiento mecánico de máquinas*. p. 23.

Si es factible que se solucione la falla en el momento se realiza, de no ser así, se ingresa a un sistema para asignar un técnico y hora para proceder a realizar la reparación. Existen mantenimientos correctivos en la planta para la reparación de estas fallas.

2. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El departamento de mantenimiento es el encargado de planificar, gestionar y realizar todos los mantenimientos de la planta comercial de *Prensa Libre*, estos se dividen en mantenimientos correctivos y preventivos.

2.1. Departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento de la planta comercial de *Prensa Libre* es el encargado de mantener la planta funcionando eficientemente en las tres áreas en que se divide: preprensa, producción y despacho. Los mantenimientos que se tienen establecidos para la planta son con base en las especificaciones técnicas de cada una de las máquinas, las cuales han sido extraídas de los manuales de operaciones y de mantenimientos de cada una.

Los mantenimientos que se tienen establecidos han sido modificados en diversas ocasiones debido a que el departamento trabaja con un sistema de mejora continua, lo que conlleva siempre a estar mejorando su realización.

Los mantenimientos que genera el departamento se establecen como órdenes de trabajo; ODT, las cuales son brindadas a los técnicos que los realizarán, en las cuales está establecido lo siguiente:

- Responsable del mantenimiento
- Duración aproximada
- Fecha y hora de recepción y devolución de la ODT
- Tipo de mantenimiento

- Frecuencia del mantenimiento
- Procedimiento general del mantenimiento

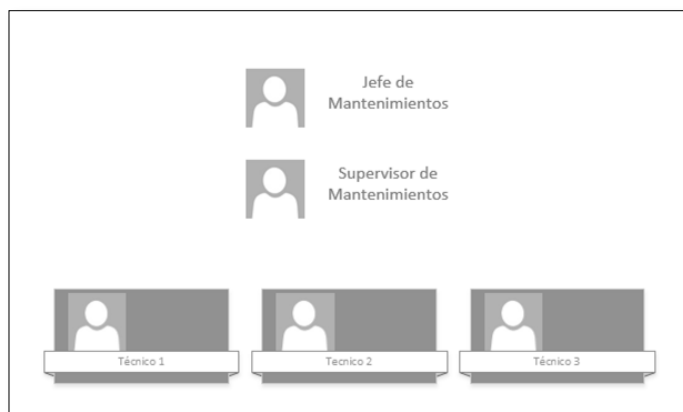
Las ODT se registran en el departamento de mantenimiento, para luego ser enviadas a la planta de producción de *Prensa Libre*, ubicada en la zona 1, donde son archivadas.

2.2. Estructura del departamento

El departamento está estructurado mediante una cadena jerárquica, en donde existe una comunicación vertical, con los técnicos y supervisor. Los técnicos utilizan una comunicación horizontal, la cual sirve para fomentar y fortalecer los conocimientos entre ellos. La estructura jerárquica es la siguiente:

La figura 11 muestra el diagrama de jerarquía del departamento de mantenimiento.

Figura 11. **Diagrama: jerarquía del departamento de mantenimiento, *Prensa Libre***



Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Jefe de mantenimientos

Los jefes de mantenimientos son las personas responsables de que la planta esté funcionando y operando óptimamente en todo momento. Estas personas no realizan los mantenimientos; su función es planificar, coordinar, liderar, monitorear, supervisar y formar los distintos tipos de mantenimientos exitosamente y establecer si el mantenimiento planeado es factible y viable. El jefe de mantenimiento debe de formar un equipo para pruebas.

2.2.2. Supervisor de mantenimientos

Estas personas están encargadas de supervisar que los mantenimientos programados se realicen de acuerdo a lo planeado y con los estándares especificados.

2.2.3. Técnicos de mantenimientos

El jefe de mantenimientos es el responsable directo del funcionamiento óptimo de todas las máquinas y equipos del área de producción de *Prensa Libre*; los técnicos mecánicos y eléctricos de mantenimientos son los principales encargados de realizar los servicios de mantenimientos bajo las órdenes del supervisor. Se tiene un plan cuando existe una falla crítica y moderada, los pasos de este plan son:

- Apagar la máquina o equipo en el botón de paro de emergencia y desconectarla de la corriente eléctrica.
- Inspeccionar la máquina o equipo.

- Detectar y definir la pieza averiada.
- Generar una boleta de falla de la máquina.
- Pasar requerimiento al área de bodega para solicitar la pieza dañada.
- Reparar la falla.
- Realizar pruebas en la máquina o equipo.
- Poner en marcha la máquina.
- Documentar la falla.
- Llenar una forma para detallar la falla, el tipo de reparación, tiempo empleado y repuesto usado.
- Pegar una etiqueta para llevar el historial de la máquina o equipo.

Cuando se utiliza este plan, se documenta como un mantenimiento correctivo, se usan las mismas ODT pero se especifica que son actividades no rutinarias; estas no tienen un tiempo definido, debido a que no siempre que falle una pieza será de la misma magnitud.

Dependiendo del tiempo de mantenimiento, existen técnicos especializados en cada rama, estos son capacitados según sus competencias y habilidades.

2.2.3.1. Mantenimientos mecánicos

Los mantenimientos mecánicos abarcan todos los componentes con movimientos por acción del giro de un motor y también todas las partes que necesiten lubricación, movidas por una acción mecánica o neumática

2.2.3.2. Mantenimientos eléctricos

Los mantenimientos eléctricos son repetitivos en las máquinas del área de producción, estos mantenimientos se basan en la limpieza y revisión de todos los componentes en general: pulsadores de activación, contactos de cables, etc.

2.2.3.3. Mantenimientos de neumáticos

Un mantenimiento neumático en la planta se toma en la clasificación de mantenimiento mecánico; estos abarcan los sistemas de neumática, las unidades de mantenimiento de la presión de todas las tuberías.

2.3. Descripción del proceso

La producción de un periódico está dividida en tres fases: empieza en el área de pre prensa (se toma en cuenta que el trabajo de edición, redacción y corrección ya fuera realizado en las oficinas centrales de *Prensa Libre*), en pre prensa se realiza el grabado de placas para usar en la máquina de impresión, para continuar el proceso productivo donde se imprime en la banda de papel. Para realizar la impresión se llevan a cabo una serie de procesos para finalizar en el área de despacho, empieza por la transportadora de pinzas,

donde luego se procede a contar los ejemplares producidos, se apilan, y se les coloca un fleje, el cual sirve para sujetar los paquetes.

Se le llama tiraje cuando se tiene una corrida de producción. La banda o papel que se utiliza para imprimir tiene nombre de cada lado, donde tiro es un lado y el retiro es el lado contrario.

2.3.1. Prepresa

Esta es el área en donde se preparan las placas que se utilizarán en los rodillos de la unidad de impresión (Uniset 70). Este proceso comienza con la digitalización de los archivos que se usarán para pasarlo a la impresora láser, para continuar con la quemadora de placas y después al horno de placas. La placa se debe dejar enfriar, para luego pasarla por la ponchadora y finalmente por la dobladora; esta unidad dobla las orillas de la placa para que entre en las ranuras especiales de los rodillos. Se encontró que no existen previos mantenimientos mecánicos de toda el área de prepresa, únicamente se cuenta con mantenimientos eléctricos

2.3.1.1. Filmadora de placas

Luego de tener completa la digitalización se manda la impresión a la impresora seleccionada. Se tienen diversas impresoras dependiendo del tipo de revista a imprimir. Estas impresoras son láser, por lo que es necesario tenerlas en un ambiente frío. En el departamento de mantenimientos no se tienen establecidos los mantenimientos mecánicos de esta máquina por falta de fallas.

2.3.1.2. Procesadora de placas

La procesadora o reveladora de placas trabaja con químicos (químico revelador, agua, goma y secado); estos elementos actúan como un revelado de fotos, al momento de llegar al área de impresión (producción); el área revelada será la única parte en donde se podrá impregnar la tinta y podrá imprimir en la banda.

- Mantenimientos eléctricos actuales

En la procesadora de placas se encontró establecido un mantenimiento eléctrico mensual, las generalidades del mantenimiento se detallan:

La tabla I presenta el mantenimiento preventivo eléctrico mensual de la procesadora de placas.

Tabla I. **Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: procesadora de placas**

Limpieza y lubricación de cadena	Tiempo (min.)
• Desmontar la cadena de tracción principal para quitar el exceso de grasa	10
• Desmontar el sistema de secado de goma	15
• Revisión de sistema de secado de goma	8
• Revisión del estado de resistencias	5
• Limpieza del sistema de secado	20
• Revisión de costados	10
• Revisión de fugas de mangueras de químicos y agua	10
• Revisión de apriete de bornes	5
• Limpieza de contactos	10
• Aplicación de limpiador de contactos	10

Continuación de la tabla I.

Rodillos	-
• Remover los soportes de rodillo	5
• Extraer los rodillos superiores	5
• Sacar los rodillos inferiores después de desatornillarlos	3
Limpieza y reacondicionamiento	-
• Limpiar el equipo y mantenerlo libre de desorden	10
Total	126

Fuente: elaboración propia.

2.3.1.3. Horno de placas

El horno de placas se utiliza para fortalecer la imagen revelada de las placas, esta funciona de sistema de transportación de la placa.

- Mantenimientos eléctricos actuales

Los principales componentes del horno de placas son eléctricos, debido a que este trabaja por medio de transferencia de calor por medio de resistencias eléctricas que siempre deben estar funcionando a la misma temperatura y emitiendo calor en la misma proporción de la placa, se detalla el mantenimiento:

La tabla II presenta el mantenimiento preventivo eléctrico mensual del horno de placas.

Tabla II. **Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: horno de placas**

Limpieza de malla transportadora	Tiempo (min.)
• Revisión de estado de <i>switch</i> y potenciómetro de velocidad	5
• Revisión de los hules tipo cortina, en la entrada y salida del horno	5
• Revisar del motor de tracción de la malla transportadora	20
• Revisar que no existan cables con terminales flojas	10
• Realizar pruebas	10
• Limpieza general de horno	10
Total	60

Fuente: elaboración propia.

El resumen de cómo se encuentran distribuidos los mantenimientos anualmente se detalla a continuación:

2.3.1.4. Dobladora de placas

La dobladora es la máquina herramienta que se usa para realizar dobleces a las placas que previamente ya fueron reveladas; es esencial este proceso debido a que son colocadas en los rodillos de impresión de la unidad Uniset 70 para su colocación en las ranuras especiales de los rodillos.

- Mantenimientos eléctricos actuales

La máquina trabaja por medio de los sistemas eléctricos y acciona por medio de neumática. Los sistemas eléctricos envían señales a las electroválvulas para realizar los dobleces requeridos, con medidas exactas PSI precisas para no deformar la placa. Entre el mantenimiento eléctrico se realiza el mantenimiento hidráulico, se detalla el mantenimiento actual:

La tabla III presenta el mantenimiento preventivo eléctrico mensual de la dobladora de placas.

Tabla III. **Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: dobladora de placas**

Mantenimiento varios	Tiempo (min.)
• Limpiar mordazas (frontal y trasera)	10
• Revisión del sistema neumático	5
• Revisión de fugas	10
• Revisión de la unidad de aire	10
• Revisión de electroválvulas	10
• Limpieza de electroválvulas y mangueras neumáticas	8
• Limpieza de pivotes de cilindro (frontales y traseros)	8
• Revisión de <i>switch</i> neumático (que no estén flojos)	5
• Limpieza interna y externa de la máquina	12
• Revisión de apriete de tornillos	5
• Lubricación de pivotes y mordazas	15
Total	98

Fuente: elaboración propia.

2.3.1.5. Ponchadora de placas

La ponchadora de placas se encarga de realizar aberturas a las placas en los extremos; de la misma manera que la dobladora de placas, la ponchadora de placas se utiliza para sujetar la placa a los rodillos de la unidad impresora; los rodillos tienen una rajadura en el cilindro donde entran las placas; para sujetar la placa al cilindro existe una cuña que se inserta en la placa y la asegura y evitar problemas al estar rodando el cilindro.

- Mantenimientos eléctricos actuales

La ponchadora de placas trabaja de forma hidráulica en su mayoría; el único accionar eléctrico de la máquina es cuando se presiona un botón, el cual tiene como función liberar una electroválvula; esta libera cuatro mordazas y poncha la placa; no tiene detallado sus mantenimientos.

2.3.2. Producción

El proceso de producción empieza en la empalmadora de bandas, que es donde se coloca el rollo de papel, para pasarlo por el enhebrador que se utiliza para definir su tensión. El proceso de impresión empieza con las unidades Uniset 70 que utiliza un sistema de rodillos, que transfiere tinta a la banda. El proceso continuo en el horno Ecotherm que su función es secar la impresión de la banda. Luego la banda baja al folder dos, que realiza los dobleces.

2.3.2.1. Empalmadora de bandas

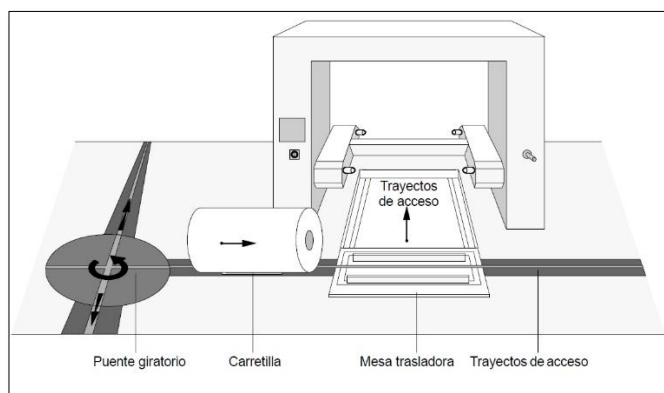
Su función principal es alimentar al equipo de impresión rotativo para que la producción no pare en ningún momento, antes de la empalmadora de bobinas se tiene un sistema de carga de bobinas.

El sistema de carga de bobinas es el equipo que se utiliza para transportar la bobina de papel hasta la empalmadora de bobinas; en otras palabras, esta es una grúa o carretilla de bobinas. El sistema de carga cuenta con una guía al nivel del suelo para transportar la bobina en una carretilla; esta guía cuenta con un puente giratorio para cambiar el sentido de orientación de la carretilla; esta gira 180 ° y permite acercarla a una mesa con topes, para evitar que gire la

bobina de papel; la función de la mesa es acercar la bobina de papel para permitir que las mordazas de la empalmadora logren sujetar la bobina de papel.

La figura 12 presenta el diagrama del sistema de carga de bobinas.

Figura 12. **Sistema de carga de bobinas**



Fuente: MAN, Rolland. *Manual de introducción*. p. 43.

La tabla IV presenta el mantenimiento preventivo mecánico mensual del sistema de carga de bobinas

Tabla IV. **Mantenimiento mecánico preventivo mensual: sistema de carga de bobinas**

Carriles de rodaje	Tiempo (min.)
• Limpieza y revisión de carriles de rodaje	15
• Aceitar carriles de rodaje	5
• Revisión de cojinetes del carril del puente giratorio	5
Total	25

Fuente: elaboración propia.

El detalle del tiempo de duración y los insumos del mantenimiento no se encuentran establecidos. La empalmadora de rodillos es un equipo que opera totalmente mediante configuraciones automatizadas; por lo que, al momento de terminarse una bobina de papel, la empalmadora de bobinas realiza de forma automática el cambio de bobina. El cambio de bobina se realiza sin parar la producción; es decir, se sincroniza la velocidad de la bobina nueva con la que está actualmente en uso para unir la banda de la bobina en uso, con la banda de la bobina nueva.

El sistema con el que trabaja la empalmadora de bobinas es con base en barreras de luz láser, debido a que el mando de la empalmadora de bobinas se lleva a cabo esencialmente a través de un monitor Touch-Screen, en donde se tienen todos los detalles de la bobina de papel; es decir, se puede identificar cuantos mm de radio tiene aún la bobina para preparar su cambio, cual es el ancho de la bobina de papel, la tensión que tiene la banda de papel y el número de mm que faltan para que se realice la operación de enhebrado de la siguiente banda de papel.

La empalmadora de bobinas, como se ha mencionado, tiene la peculiaridad de tener dos bobinas colocadas a la vez, por las razones previamente explicadas.

Estas bobinas tienen un sistema de mandriles de sujeción, las cuales funcionan para tener la bobina fija, que permiten un único movimiento giratorio de la bobina para desenrollar el papel. El movimiento giratorio lo proporcionan motores para generar la velocidad requerida.

Los mandriles de sujeción trabajan mediante sistema hidráulico, estos cuentan con cuñas tensoras, donde por medio de un flujo de aire se expanden y

de esa manera no permiten que la bobina de papel se mueva o se descalibre del lugar donde fue posicionada al inicio para mantener la tensión en la banda del papel que está en los límites de 80 – 260 N/m

- Mantenimientos mecánicos actuales

El mantenimiento mecánico se basa en limpieza y lubricaciones de ejes y validación del buen funcionamiento de accionares neumáticos, se detalla su mantenimiento:

La tabla V presenta el mantenimiento preventivo mecánico semanal de la empalmadora de bandas.

Tabla V. **Mantenimiento mecánico preventivo semanal:
empalmadora de bandas**

Sistema Neumático	Tiempo (min.)
• Controlar la presión de entrada y controlar todos los componentes neumáticos respecto a las fugas (k1).	5
• Eje portante con dentado: limpieza y lubricación	5
• Limpiar el eje portante con dentado y lubricarlo de nuevo (h1).	5
Mandriles de sujeción	-
• Desmontar, limpiar y lubricar las mordazas de sujeción	15
Método de limpieza y lubricación	-
• Aflojar el cono	2
• Retrasar el anillo exterior	2
• Asegurar mordazas de sujeción para que no se caigan	5
• Retirar anillo interior	2
• Sacar las mordazas de sujeción junto con las ballestas	5
• Limpiar las mordazas de sujeción y las superficies de deslizamiento y engrasarlas ligeramente antes del montaje	8
Reglaje axial del mandril de sujeción: limpieza y lubricación	-
• Limpiar las superficies de deslizamiento y lubricarlas de nuevo (g1).	5
Total	59

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimientos eléctricos actuales

Los mantenimientos eléctricos de la máquina se basan en la revisión de los armarios donde se encuentran todos los sistemas eléctricos: encoders, ventiladores, filtros, borneras, etc. Otra parte importante de los mantenimientos son los sensores del sistema que mandan las señales para el accionar de los motores. Los mantenimientos eléctricos que se tienen establecidos se detallan:

La tabla VI presenta el mantenimiento preventivo eléctrico semanal de la empalmadora de bandas.

Tabla VI. **Mantenimiento eléctrico preventivo semanal: empalmadora de bandas**

Revisión de sensores	Tiempo (min.)
• Limpieza y revisión de todos los sensores del sistema	5
• Limpieza y revisión de sistema de pega	5
• Limpieza y revisión de escáner de alineación de banda	5
• Revisión que se encuentren en buen estado (quebraduras, flojas) de todos los paneles	10
• Revisión de que no existan fugas o agua	15
• Limpieza de válvulas	10
• Limpieza de filtros de ventiladores	10
• Cambiar si se encuentran en mal estado los filtros	5
• Revisión de acoples de encoders	8
Total	73

Fuente: elaboración propia.

La tabla VII presenta el mantenimiento preventivo eléctrico mensual de la empalmadora de bandas.

Tabla VII. **Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: empalmadora de bandas**

Sistema de pega y válvulas	Tiempo (min.)
• Limpieza y revisión de todos los sensores del sistema	5
• Limpieza y revisión de sistema de pega	5
• Limpieza y revisión de escáner de alineación de banda	5
• Revisión que se encuentren en buen estado todos los paneles	10
• Revisión de que no existan fugas o agua	15
• Limpieza de válvulas	10
• Limpieza de filtros de ventiladores	10
• Cambiar si se encuentran en mal estado los filtros	5
• Revisión de acoples de encoders	15
• Sopletear paneles principales con aire sin dieléctrico	5
• Aplicar limpiador de contactos a todas las borneras que fijan las terminales del cableado	10
• Limpiar todos los componentes eléctricos de los paneles principales (variadores, módulos, contactores)	15
• Verificar apriete de tornillos de borneras (que no existan cables flojos)	10
Total	120

Fuente: Planta Producción Prensa Libre, Departamento de Producción

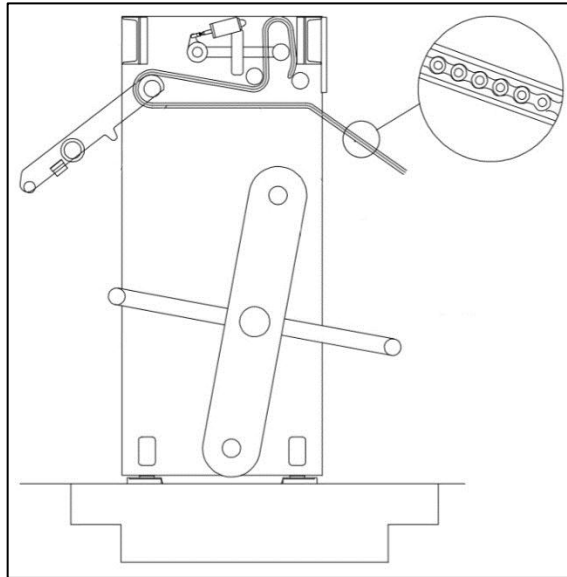
2.3.2.2. Enhebrador de bandas

El enhebrado de banda es el equipo que se encarga de alimentar a la planta cuando termina una bobina de papel o bien cuando empieza el ciclo de producción de la planta. El enhebrador es clave en todos los equipos que se reúnen para el proceso productivo. El enhebrador de banda se encuentra en la parte superior del emplamador de bobinas.

La primera función del enhebrador de bobinas es poner la banda de papel en movimiento cuando empieza el proceso de producción; significa que cuando empieza la tirada de ejemplares la banda de papel es llevada a las unidades de Impresión por medio del enhebrador de banda.

La figura 13 muestra el funcionamiento del enhebrador de bandas Man Rolland.

Figura 13. **Enhebrador de bandas Man Rolland**



Fuente: MAN, Rolland. *Funcionamiento de enhebrador de bandas*. p. 25.

- Mantenimientos mecánicos actuales

El sistema de pega funciona mediante un cilindro neumático, que es el principal componente que se debe verificar en cada mantenimiento mecánico; sus mantenimientos se basan en la limpieza del sistema neumático.

La cadena se debe lubricar en cada mantenimiento para validar su funcionamiento correcto en cada tiraje de producción, así como las guías de los rieles deben estar limpias y de la misma manera lubricadas. Se detalla el mantenimiento actual:

La tabla VIII presenta el mantenimiento preventivo mecánico semanal de la enhebradora de bandas.

Tabla VIII. Mantenimiento mecánico preventivo semanal: enhebradora de bandas

Generalidades del mantenimiento semanal	Tiempo (min.)
• Enhebrado: limpieza y lubricación	10
• Revisar y limpiar toda la guía y los sensores	15
Regulador de presión	-
• Verificar los valores de presión ajustada en el manómetro	3
• Presión de ajuste 5 bares +/- 0,5	4
• Limpiar sensores detectores de banda	8
• Limpiar sensores de accionamiento del motor neumático	8
Total	48

Fuente: elaboración propia.

La tabla IX presenta el mantenimiento preventivo mecánico anual del enhebrador de bandas.

Tabla IX. Mantenimiento mecánico preventivo anual: enhebradora de bandas

Cadenas y accionamiento de bobinas	Tiempo (min.)
• Desbloquear grupo de accionamiento en el cambiador de bobinas (empalmadora) fijando (pulsando y girando). Las válvulas se encuentran situadas en los grupos de válvulas de las secciones asignadas cada grupo de accionamiento.	5
• Quitar el tope final o parte, respectivamente del riel de guía de la cadena detrás de la última unidad de accionamiento.	2
• Retirar la cadena de la guía.	10
• Limpiar la cadena en seco con un pincel y cepillo.	10
• Colocar la cadena en un baño y lubricarla. Extraer la cadena del baño de aceite una vez que hayan dejado de producirse burbujas.	8
• En caso de un elevado grado de suciedad se limpiará la cadena en un baño de petróleo o gas-oíl.	10

Continuación de la tabla IX.

• Lubricar a continuación los puntos de fricción interior entre bulón remachado, casquillo y polea. Se aconseja usar un baño de aceite a 70 °C hasta que hayan dejado de producirse burbujas de aire.	8
• Extraer la cadena del baño de aceite y dejarla escurrir.	5
• Secarla con un paño limpio, no deshilachante.	5
• Verificar la movilidad de los eslabones de la cadena.	5
• Filtrar el aceite y volverlo a usar.	5
• Lubricar el arrastrador.	10
• Colocar la cadena en el riel de guía y hacerla pasar por el grupo de accionamiento.	15
• Volver a montar el tope final o riel de guía de la cadena, respectivamente.	5
• Bloquear los grupos de accionamiento soltando el pulsador naranja en la válvula principal del dispositivo desviador en la válvula principal.	5
Total	108

Fuente: elaboración propia.

- **Mantenimientos eléctricos actuales**

La gran particularidad que se debe tener en el cuidado y la generación de los mantenimientos eléctricos es con base en la limpieza de sensores para la revisión del estado de la bobina de papel; también, si algún bicho, mosca, zancudo o cucaracha, está dentro de los componentes. Se detalla el mantenimiento actual.

La tabla X presenta el mantenimiento preventivo eléctrico mensual del enhebrador de bandas.

Tabla X. **Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: enhebrador de bandas**

Limpieza y revisión	Tiempo (min.)
• Revisar y limpiar todos los sensores de detección del enhebrador.	10
• Revisar los módulos de entrada y salida del sistema de enhebrado de banda que no exista falla.	5
• Revisar los pulsadores de activación que están montados en el panel de control.	10
Total	25

Fuente: elaboración propia.

2.3.2.3. Unidad Uniset

Las torres de impresión Uniset 70 se dividen en inferior y superior; la única diferencia entre esta la representan los colores de tinta al momento de la impresión. El alma de la planta de producción son las unidades de producción, estas controlan la velocidad de producción, debido a que definen que tan rápido pueden ir los rodillos de impresión.

Las torres de impresión cuentan con cuatro cuerpos impresores. Existen diez diferentes rodillos en cada cuerpo impresor con diferentes funciones. A continuación, se exponen:

La tabla XI presenta los rodillos del cuerpo impresor de las unidades Uniset.

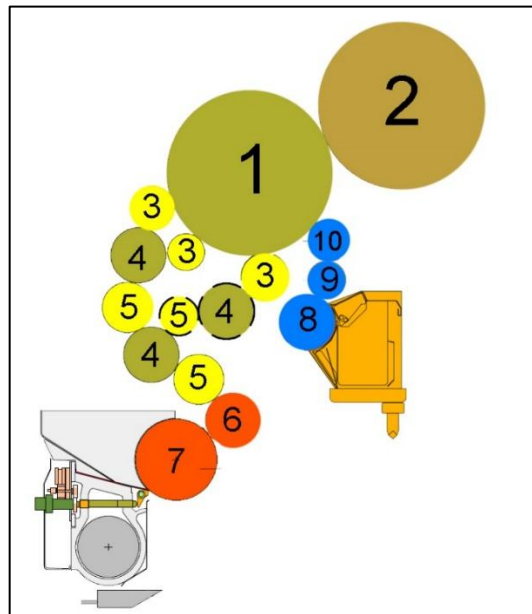
Tabla XI. **Rodillos del cuerpo impresor unidad Uniset**

Núm. de rodillo	Nombre rodillo	Área de equipo impresor
1	Cilindro porta placas	Cuerpo Impresor
2	Cilindro porta mantilla	Cuerpo Impresor
3	Rodillo dador de tinta	Batería de entintaje
4	Cilindro batidor de tinta	Batería de entintaje
5	Rodillo transmisor de tinta	Batería de entintaje
6	Rodillo de película	Batería de entintaje
7	Rodillo tintero	Batería de entintaje
8	Cilindro distribuidor de humectante	Equipo mojado
9	Rodillo transmisor de humectante	Equipo mojado
10	Rodillo dador de humectante	Equipo mojado

Fuente: elaboración propia.

En la figura 14 se muestran los rodillos impresores de la unidad Uniset.

Figura 14. **Rodillos del cuerpo impresor unidad Uniset**



Fuente: MAN, Rolland. *Manual de mantenimientos*. p. 23.

2.3.2.3.1. Tipo de tinta

- Tintas de base al agua

Las tintas con base al agua son las empleadas por la mayoría de dispositivos de impresión para interiores. Estas tintas se pueden emplear con inyectoras térmicas. El proceso de secado de estas tintas es bastante lento y para su correcta impresión la superficie del soporte debe estar tratada mediante imprimación química o *coating*, de manera que la tinta pueda penetrar en dicha capa y adherirse a ella. En cuanto a los residuos, estas tintas son las más ecológicas que existen ya que la base, que se evapora en la fase de secado, es agua.

Su resistencia a la luz solar (ultravioleta) es menor que en el resto de tintas y su resistencia a la humedad o al contacto con líquidos es prácticamente nula ya que el agua es el aglutinante y transportador de los pigmentos en este tipo de tintas; por lo que entrar en contacto con ella volvería a diluir los pigmentos aun cuando hayan sido adheridos a un soporte (impresos).

- Tintas de base solvente

Las tintas de base solvente incluyen en su composición solvente petroquímicas como base transportadora. Cuanto más agresivo sea el solvente sobre más materiales se podrá adherir la tinta, ya que el solvente tiene la finalidad de degradar la superficie del soporte para que la tinta penetre en este.

El gran inconveniente de estas tintas es que la base que se evapora en la fase de secado está formada por agentes petroquímicos que pasan al aire,

pudiendo ser inhalados por el operario si no se dispone de los sistemas de extracción adecuados.

- Tintas de base manométrica

Estas tintas son conocidas también como de curado UV. La principal diferencia con los tipos de tintas radica en que, en el caso de las tintas manométricas, la base no se evapora, sino que se polimeriza sobre el soporte formando una capa sólida y rígida.

2.3.2.3.2. Tipo de banda

- Papel mate

Conviene utilizar el papel mate si la revista quiere dar la imagen de seriedad y elegancia. El papel mate es más ameno para la lectura, ya que cansa menos la vista, debido a que refleja menos la luz; sin embargo, es más propenso a los arañazos y corrimientos de tinta a la hora de su manipulado, por lo que se recomienda darle una capa de barniz para protegerlo. Esto hace que el proceso productivo sea más laborioso y, por lo tanto, más caro.

- Papel brillo

El papel brillo es el más indicado si lo que se quiere es destacar el color de las fotografías y del impreso en general. En este papel la tinta seca más rápido y mejor por lo que es mucho más fácil su manipulado. No hace falta darle capa de protección.

- Mantenimientos mecánicos actuales

Los principales mantenimientos que requieren las unidades impresoras se basan en la lubricación de cuerpo impresor, batería de entintaje y sistema mojadador de rodillos. Un elemento principal de los mantenimientos se basa en la verificación de los niveles de aceite, y no permitir que se arruinen los cojinetes del juego de cilindros, los mantenimientos se detallan a continuación.

La tabla XII presenta el mantenimiento preventivo mecánico semanal de la unidad Uniset.

Tabla XII. **Mantenimiento mecánico preventivo semanal: unidad Uniset**

Lubricación	Tiempo (min.)
• Lubricación por circulación de aceite.	10
• Controlar nivel de llenado con máquina parada, rellenar a nivel.	2
Añadidura de aceite	-
• Añadir el aceite a través de la abertura para accionamiento manual. No olvidar cerrar la tapa de cierre	10
Total	22

Fuente: elaboración propia.

La tabla XIII presenta el mantenimiento preventivo mecánico trimestral de la unidad Uniset.

Tabla XIII. **Mantenimiento mecánico preventivo trimestral: unidad Uniset**

Lubricar cojinetes de cilindros	Tiempo (min.)
• Lubricar el rodamiento en la regleta de lubricación en: "Sli+Slli" (D4).	8
• Observar la señal roja en los lubricadores.	2
• La lubricación se efectúa con velocidad de enhebrado para garantizar una buena distribución del lubricante.	1
• Lubricar el mecanismo de conexión y desconexión de la impresión (D7).	8
Total	19

Fuente: elaboración propia.

- **Mantenimientos eléctricos actuales**

Los mantenimientos eléctricos se basan en la limpieza de los filtros de los ventiladores de las entradas de aire y evitar sobrecalentamientos, limpieza de los sensores de los sistemas de llenado de tinta y verificación de los motores de tracción.

La tabla XIV presenta el mantenimiento preventivo eléctrico mensual de las unidades Uniset.

Tabla XIV. **Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: unidad Uniset**

Panel principal y lateral	Tiempo (min.)
• Revisión de apriete de tornillos de borneras	5
• Limpieza de componentes eléctricos	10
Encoders (codificadores)	-
• Revisión de conectores de encoders	8
Paneles de botoneras	-
• Revisión de controles de operación en ambos lados	10
Reguladores de presión de aire	-
• Revisión de fugas de aire en mangueras y electroválvulas	5
Total	38

Fuente: elaboración propia.

2.3.2.4. Horno Ecotherm

La función principal del horno secador es secar la tinta tipográfica, que llega en estado húmedo en la banda de papel. El proceso de secado se genera en cuestión de segundos, debido a la alta velocidad de impresión de cuadernillos.

La banda de papel nunca entra en contacto con las superficies del horno, debido a que este generaría combustión tan rápidamente que propagaría el fuego. Todo el aire utilizado en el horno es libre de partículas y materia nocivas que puedan propiciar un incendio.

El proceso de secado de la banda de papel se inicia con aire caliente por ambos lados, el cual es suministrado por dos boquillas de soplado (dos quemadores), esta es la primera etapa por la que la banda de papel pasa para secar. La función de este aire caliente es consumir y remover los disolventes de la tinta tipográfica.

- Mantenimientos mecánicos actuales

La parte mecánica del horno para el secado de la banda se basa principalmente en la cadena de tracción, los motores de tracción que generan las principales corrientes de aire y los cojinetes, revisión de presiones de gas, aceite y agua, válvulas y quemadores.

La tabla XV presenta el mantenimiento preventivo mecánico mensual del horno Ecotherm.

Tabla XV. **Mantenimiento mecánico preventivo mensual: horno Ecotherm**

Sistema neumático	Tiempo (min.)
• Verificación de manómetros de agua y aceite	5
• Boquillas de soplado: limpieza de salida de corrientes de aire	8
• Revisión de conexiones de gas y quemadores	5
• Limpieza de ventiladores de accionamiento de puerta de entrada y salida	12
• Revisión de motores principales y cojinetes	45
Cadena de tracción	-
• Lubricación de puntos de unión de la cadena (por goteo)	10
• Calibración de tornillos de bandeja de entrada y salida	8
Total	93

Fuente: elaboración propia.

- **Mantenimientos eléctricos actuales**

El mantenimiento eléctrico se basa en la limpieza de los paneles principales y auxiliares, revisión eléctrica de potencia y voltaje de motores y ventiladores.

La tabla XVI presenta el mantenimiento preventivo eléctrico semanal del horno Ecotherm.

Tabla XVI. **Mantenimiento eléctrico preventivo semanal: horno Ecotherm**

Unidad de mantenimiento	Tiempo (min.)
• Revisar unidad de mantenimiento, presión de aire (6 bar).	5
• Limpiar sensores de la compuerta.	10
• Limpiar sensores de temperatura de banda.	5
• Revisar que en las camas de flautas superior e inferior / inferior no existan cuerpos extraños.	5
• Revisar las boquillas de soplado.	8
• Revisar estado general del horno, si encuentra algo anormal reportar para corregir de inmediato.	15
Total	48

Fuente: elaboración propia.

La tabla XVII presenta el mantenimiento preventivo eléctrico trimestral del horno Ecotherm.

Tabla XVII. **Mantenimiento eléctrico preventivo trimestral: horno Ecotherm**

Paneles de control	Tiempo (min.)
• Revisar cables flojos, conectores y apretar borneras en panel principal	15
• Revisar cables flojos, conectores y apretar borneras en panel auxiliar	15
• Revisar tubería de gas por posibles fugas	10
• Revisar componentes eléctricos, electroválvulas, conectores, mangueras	15
• Revisar que los motores estén libres por medio de los ventiladores	25
• Revisar estado de las fajas de tracción	20
• Revisar la cadena del transportador	15
• Encender el horno y realizar pruebas de funcionamiento	15
• Verificar apriete de terno coplas y sus conexiones	15
• Revisión de fugas de aire en mangueras y electroválvulas	15
Total	160

Fuente: elaboración propia.

2.3.2.5. Doblador (folder dos)

Este se encarga de dar el formato deseado al cuadernillo y de cortar sus excesos; también, a la velocidad normal de la máquina y sin interrumpir el tiraje. Existen modelos o aditamentos adicionales para realizar dos o más dobleces en los cuadernillos del periódico según se requiera en un producto específico; usualmente, una rotativa posee dos o más dobladores o folders con el objetivo de no causar atrasos exagerados por la falla en una de estas máquinas, la cual muchas veces, dependiendo de su gravedad, puede ser sacada de línea para su posterior reparación o cambio de repuestos.

2.3.2.5.1. Superior

El doblador superior se encarga de generar el primer dobléz, que le da forma al cuadernillo.

2.3.2.5.2. Inferior

El doblador inferior genera el dobléz final, que puede generar hasta dobleces.

- Mantenimientos mecánicos actuales

La tabla X presenta el mantenimiento preventivo mecánico mensual del doblador.

Tabla XVIII. **Mantenimiento mecánico preventivo mensual: doblador**

Limpieza de sistema de cadenas	Tiempo (min.)
• Quitar cadenas de todo el tercer doblador (cadena por cadena)	15
• Reposar cadena en keroseno	18
• Sopletear cadena con aire comprimido	10
• Revisar eslabones y posible desgaste	5
• Reposar la cadena en aceite lubricante	18
• Quitar exceso de aceite lubricante	5
• Colocar cadena y aplicar aerosol para cadenas	15
Mantenimiento y lubricación	-
• Limpiar las palancas de los rodillos plegadores, quitar el exceso de grasa	10
• Flushinear si es necesario	5
• Limpiar el husillo del reglaje principal en SI y SII y lubricar	10
• Revisar cintas transportadoras de papel arriba y abajo, si es necesario cambiar	8
• Limpiar cintas transportadoras con alcohol isopropílico al 99 %	12
• Revisar y limpiar chapa guía	5
• Limpiar y ajustar rueda de paletas	15
Total	151

Fuente: elaboración propia.

- **Mantenimientos eléctricos actuales**

La tabla XIX presenta el mantenimiento preventivo eléctrico mensual del doblador.

Tabla XIX. **Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: doblador**

Panel de control	Tiempo (min.)
Sensores Inductivos	-
• Limpiar sensores inductivos de guardas del lado 1 y lado 2, 2do doblado y 3er doblado superior e inferior.	15
• Revisar que no estén flojos y en buen estado y limpiarlos con un paño.	5
Ventiladores de motores	-
• Limpiar ventiladores de motores de tracción principal lado 1 y lado 2, 2do doblado y 3er doblado.	20
• Sopletear de ventiladores con aire comprimido.	10
• Verificar que las tapaderas no estén flojas.	5
Paneles de botoneras	-
• Limpieza de paneles en botoneras lado 1 y lado 2, 2do doblado y 3er doblado superior e inferior.	20
• Revisar pulsadores y selectores que no estén flojos o quebrados (de ser necesario cambiarlos).	8
Reguladores de presión	-
• Revisar reguladores de presión de aire y manómetros lado 1 y lado 2, 2do doblado y 3er doblado superior e inferior.	12
• Revisar apriete de reguladores de presión de aire.	15
• Revisar ajuste de presión de aire de los reguladores.	10
• Verificar que no haya fugas de aire en los mismos.	8
• Revisar <i>switch</i> de presión que no estén flojos y su buen estado.	5
Total	133

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Despacho

Inicia el proceso con el transportador de pinzas, que mueve los ejemplares de un nivel superior a uno inferior; continua con el cortador, o *Trimmer*, que es el cortador final de los ejemplares; el cual continúa con la máquina que cuenta los ejemplares físicos y, finalmente, llega a la unidad antiestática y para terminar el proceso la colocadora de papel kraft y la amarradora.

2.3.3.1. Transportador de pinzas

Esta es la que conecta el área de producción con el área de empaque, ésta máquina traslada los cuadernillos ya cortados de producción de un nivel superior a uno inferior, por lo que es de vital importancia.

- Mantenimientos mecánicos actuales

La mecánica de esta máquina se basa en pinzas que actúan por medio de la gravedad y los efectos de rotación que toman por los carriles que transitan las pinzas y así sostienen los ejemplares previamente cortados y doblados. Las pinzas son lubricadas por medio de una bomba central, donde el mantenimiento se basa únicamente en revisión del nivel de aceite y agregar cuando este debajo del nivel necesario.

- Mantenimientos eléctricos actuales

Para transportar las pinzas en los carriles se utilizan motores de tracción, que genera el movimiento de los ejemplares a la velocidad de impresión de ejemplares.

La tabla XX presenta el mantenimiento preventivo eléctrico anual del transportador de pinzas.

Tabla XX. **Mantenimiento eléctrico preventivo anual: transportadora de pinzas**

Motor principal	Tiempo (min.)
• Desmontar motor principal	50
• Cambiar cojinetes	30
• Revisar que no existan bobinas sobre calentadas	15
• Barnizar el bobinador	20
• Asegurar que el giro quede en el lado correcto	5
• Revisión de fugas de aire en mangueras y electroválvulas	10
Panel general	-
• Desmontar contactores y limpieza de platinos	25
• Asegurarse que queden debidamente conectadas las conexiones	10
Total	165

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.2. Cortadora

La cortadora es una máquina también llamada *Trimmer* que se utiliza para cortar el intercalado de hojas de los ejemplares por medio de un tambor giratorio. Esta máquina tiene funciones mecánicas e hidráulicas.

- Mantenimientos mecánicos actuales

La tabla XXI presenta el mantenimiento preventivo mecánico semanal del enhebrador de bandas.

Tabla XXI. **Mantenimiento mecánico preventivo semanal: cortadora**

Lubricación	Tiempo (min.)
• Revisar y lubricar la corona del tambor cortador	10
• Revisar y lubricar el mecanismo de prensado frontal y lateral	10
• Revisar y lubricar el eje de ajuste y topes de formato lateral y frontal	10
• Revisar los rodamientos de tambor cortador	10
• Revisar los rodillos de rodamiento de cuchilla frontal	10
• Revisar los cepillos para vías de rodamiento.	10
• Revisar la cuchilla frontal y laterales	10
• Revisar y lubricar árboles articulados	10
• Revisar las poleas y estado de todas las fajas	10
• Controlar superficie funcional de corredera de prensado	12
• Vaciar depósitos de agua en la unidad de mantenimiento si hubiese necesidad	12
• Controlar las placas de prensado y revisar los soportes de la palanca	12
• Revisar superficie funcional de corredera de prensado	12
• Revisar todos los muelles o resortes de presión	12
Total	150

Fuente: elaboración propia.

- **Mantenimientos eléctricos actuales**

Los paneles principales son los que tienen mayor importancia en la cortadora; el mantenimiento se basa en la revisión de las conexiones eléctricas, su mantenimiento se detalla a continuación.

La tabla XXII presenta el mantenimiento preventivo eléctrico mensual de la cortadora.

Tabla XXII. **Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: cortadora**

Mantenimiento eléctrico preventivo: cortadora	Tiempo (min.)
• Apretar borneras de los paneles eléctricos	10
• Revisar los cables, pulsadores, micros de puertas y guardas	8
• Limpieza de sensores, barreras luminosas, reflectores, encoder	12
• Revisar el sistema de detección de vacío de las 3 cuchillas	5
• Revisar conexiones del motor que no estén flojas	10
• Quitar cobertor y limpiar ventilador del motor	10
• Limpiar o cambiar los filtros de los paneles eléctricos	15
• Revisar que todos los conectores estén en buen estado	12
• Revisar el sistema neumático	8
• Revisar unidad de mantenimiento	8
• Revisar la unidad de mantenimiento (que no contenga agua)	5
• Revisar que las luces de señalización estén en buen estado	5
• Revisar que el sistema de iluminación este en buen estado	5
• Revisar y limpiar pantalla <i>touch</i>	5
• Realizar pruebas de funcionamiento	10
Total	128

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.3. Contadora

Esta máquina es la que apila los ejemplares al momento de ingresar en esta y los cuenta para formar paquetes uniformes y hacer más sencillo su manejo posterior. Los ajustes de tamaño de los paquetes, así como de tipo de apilado se realizan en un panel digital para lograr que los ejemplares se acomoden bien y que puedan ser transportados hacia su destino final o intermedio; utiliza fuerza neumática y motores eléctricos para su funcionamiento, controlados por tarjetas electrónicas y variadores de frecuencia. Esta máquina aún no cuenta con mantenimientos mecánicos.

- Mantenimientos eléctricos actuales

Los mantenimientos eléctricos preventivos para la contadora son los siguientes:

La tabla XXIII presenta el mantenimiento preventivo eléctrico mensual de la contadora

Tabla XXIII. **Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: contadora**

Sistema neumático	Tiempo (min.)
• Revisar que la presión de aire este a 6 Bar en el manómetro.	5
• Revisar el nivel de aceite, si este se encuentra bajo el nivel rellenar el lubricador de aire.	10
• Limpiar con un paño ligeramente aceitado los ejes de la guía.	8
• Revisar que no haya cuerpos extraños en las cadenas de transmisión y correas dentadas de transmisión.	10
• Desmontar las guardas para limpiar el sistema superior de fajas y el sistema de fajas de entrada.	15
• Limpieza de todos los sensores.	8
• Limpiar todo el sistema de la mesa giratoria.	15
• Sopleteo de filtros de entrada de paneles eléctricos.	10
Total	81

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.4. Dispensadora de papel kraft

Es una máquina que únicamente tiene la función de colocar papel kraft en la parte de abajo del paquete apilado de ejemplares; se utiliza para que, cuando el paquete apilado pase por la amarradora, no se arruine el último ejemplar por la acción de la tensión del fleje.

- Mantenimientos mecánicos actuales

La dispensadora de papel kraft trabaja por medio de acción neumática y rodamiento de bandas; estas son movidas por motores de tracción, su mantenimiento se detalla a continuación.

La tabla XXIV presenta el mantenimiento preventivo mecánico semanal de la dispensadora de papel kraft.

Tabla XXIV. **Mantenimiento mecánico preventivo semanal: dispensadora de papel kraft**

Motores de tracción	Tiempo (min.)
• Limpieza y revisión de los 4 motores de tracción de banda	40
• Limpieza y revisión de sensores y fotoceldas	20
• Revisar tensión y el estado de las fajas	10
• Revisión y limpieza de la cuchilla	10
• Revisión y lubricación del eje porta bobina	10
• Lubricación de guías de la cuchilla y rodillos	12
• Limpieza de filtros del gabinete	10
• Apretar borneras y revisión de cables	10
• Extracción de residuos en el gabinete con aspiradora	5
• Revisión de la presión de aire 6-6,2 bar	8
• Realizar pruebas de funcionamiento	10
Total	145

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimientos eléctricos actuales

La tabla XXV presenta el mantenimiento preventivo eléctrico semanal de la dispensadora de papel kraft.

Tabla XXV. **Mantenimiento eléctrico preventivo semanal: dispensadora de papel kraft**

Sistema de cuchilla	Tiempo (min.)
• Limpiar los rodillos y las guías de cuchilla.	8
• Aflojar las uniones atornilladas mediante un giro de 90°.	5
• Retirar los elementos de revestimiento.	5
• Limpiar cuidadosamente los rodillos, si fuera necesario los rodillos inferiores utilizando un limpiador.	10
• Limpiar las guías de la cuchilla.	8
• Aclarar los elementos con agua neutra.	5
• Frotar con un paño seco.	3
• Volver a montar y fijar los elementos de revestimiento.	10
Total	54

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.4.1. Unidad antiestática

El papel es un buen conductor de energía, por lo que en todo el proceso por el que pasa la banda se carga de estática, debido a la fricción y velocidad con que esta se mueve. La unidad antiestática induce corriente negativa a los paquetes por medio de electrodos. Esta máquina no cuenta con mantenimiento mecánico establecido.

- Mantenimientos eléctricos actuales

La principal parte donde se le debe dar mantenimiento a esta máquina es en los electrodos; estos deben estar debidamente limpios para la transmisión de iones negativos; se detalla su mantenimiento.

La tabla XXVI presenta el mantenimiento preventivo eléctrico semanal de la unidad antiestática.

Tabla XXVI. **Mantenimiento eléctrico preventivo semanal: unidad antiestática**

Sistema neumático	Tiempo (min.)
• Revisar que la presión de aire este a 6 bar	5
• Limpiar con paño ligeramente aceitado los ejes guía	8
• Revisar que no hallan cuerpos extraños	5
• Tensar y engrasar si es necesario	10
• Limpiar con cepillo los electrodos	10
Total	38

Fuente: elaboración propia.

El resumen de cómo se encuentran distribuidos los mantenimientos anualmente se detallan.

2.3.3.5. Amarradora

Con los paquetes ya formados se procede a un amarrado temporal por medio de una cinta plástica termopegada y estirada para dar estabilidad a los ejemplares y evitar desorden en el transporte; para su funcionamiento posee sensores de posición y secuencias electrónicas para funcionar de manera automática, lo que simplifica enormemente su operación.

Cuando dos materiales provenientes de distintos procesos o máquinas componen una publicación se necesita compaginarlas; ya sea manualmente (intercalado) o con una máquina (trefilado, corte y engrapado); así el producto final puede ser muy versátil y rico en información, lo cual dependerá del tipo de papel y diseño gráfico invertido.

- Mantenimientos mecánicos actuales

La tabla XXVII presenta el mantenimiento preventivo mecánico mensual de la amarradora.

Tabla XXVII. **Mantenimiento mecánico preventivo mensual: amarradora**

Sistema de Amarre	Tiempo (min.)
• Sopletear y limpiar toda la guía de fleje.	10
• Limpieza de la resistencia de empalme (lengüeta soldadora).	5
• Limpieza del acumulador o dispensador de fleje.	5
• Revisión y limpieza de sensores y cables / fotoceldas / barreras luminosas.	10
• Limpieza y revisión de los motores.	5
• Revisión de tensión y desgaste de las fajas/ limpieza.	10
• Revisar que todas las luces indicadoras estén en buen estado.	5
• Lubricación de pines de la guía de fleje.	10
• Revisión limpieza y lubricación del cabezal de empalme.	5
• Revisión y limpieza del sistema de enhebrado de fleje.	10
• Realizar pruebas de amarre al finalizar.	10
• Quitar residuos de papel en rodillos de tracción de la mesa (parte interna por debajo de las fajas).	5
• Limpiar fotoceldas de la banda transportadora que se encuentra al final de la Amaradora "L".	10
• Revisar y limpiar el ventilador de la banda transportadora.	10
• Revisar y ordenar el cableado.	5
Total	115

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimientos eléctricos actuales

La amarradora trabaja por medio de un listón o bien llamado fleje, el encargado de mantener ordenados los ejemplares; el fleje puede ser programado para ser colocado de diferentes formas, por medio de una resistencia es calentado y unido gracias a la acción térmica, el fleje inicial es

unido con el fleje final. La resistencia es la parte principal del mantenimiento eléctrico se detalla su mantenimiento:

La tabla XXVIII presenta el mantenimiento preventivo eléctrico mensual del enhebrador de bandas.

Tabla XXVIII. **Mantenimiento eléctrico preventivo mensual: amarradora**

Panel de control	Tiempo (min.)
• Desmontar, limpiar y engrasar el desplazador del grupo	10
• Limpieza de la resistencia	5
• Desmontar la chapa	5
• Retire la palanca hacia atrás para poder sacar desplazador hacia adelante	2
• Comprobar la facilidad del funcionamiento del reconocimiento del fin de fleje	5
• Limpiar el compartimiento del fleje	5
• Limpiar el interior de la máquina	5
• Aspirar restos de fleje y papel	5
Total	42

Fuente: elaboración propia.

3. ESTUDIO TÉCNICO

En el estudio técnico se realizará una búsqueda de información a través de toda la planta para definir los nuevos mantenimientos de las máquinas o equipos o dispositivos; se tomará el método inductivo para su realización.

3.1. Método inductivo

Según el método inductivo consiste en: “basarse en enunciados singulares, tales como descripciones de los resultados de observaciones o experiencias para plantear enunciados universales, tales como hipótesis o teorías.

Un gran ejemplo es la naturaleza, debido a que se comporta siempre igual cuando se dan las mismas circunstancias, es admitir que bajo las mismas condiciones experimentales se obtienen los mismos resultados, con base en la repetitividad de las experiencias. Con la continua visualización y experimentación de hechos concretos se puede llegar a establecer una teoría general.

La inducción puede ser llamada extrapolación, la cual puede ser un recurso en el campo experimental, en este caso es la visualización de los problemas en las máquinas; se puede llegar a predecir cuándo ocurrirá un problema; para no actuar reactivamente, se programan los mantenimientos preventivos.

A pesar de lo expuesto, el método inductivo tiene su importancia en el estudio de los fenómenos científicos. La gran cantidad de medidas efectuadas por Tycho Brahe durante veinte años sobre los planetas, le sirvieron a Johann Kepler para formular y confirmar el modelo que se conoce como las tres leyes de Kepler; de tal manera, que, si se presuponen estas leyes, se pueden calcular las posiciones de los planetas para cualquier tiempo, pasado o futuro.

3.2. Recolección de información

El estudio técnico tiene su fundamento en la recolección de información, por lo que en esta sección se recolectó la información con base en el método inductivo. Se realizaron encuestas tomando en cuenta el alcance por cada departamento donde se recopiló la información.

El estudio técnico se dividió en tres fases; en la primera se tomó una muestra de la planta en términos de horas paradas por fallas correctivas; en la segunda fase del estudio se determinaron en donde están las fallas de las máquinas para definir los nuevos mantenimientos preventivos; en la tercera fase se tomaron las fallas correctivas nuevamente, pero ahora con el nuevo plan de mantenimientos propuesto, para así poder comparar las mejoras del nuevo plan de mantenimientos preventivos.

3.2.1. Entrevistas en el departamento de producción

Se realizaron entrevistas en el departamento de mantenimiento para comprender y entender su punto de vista de los paros en la planta, ya sea por la realización de los mantenimientos preventivo o correctivos. El departamento está dividido de la siguiente manera.

La tabla XXIX presenta la distribución del personal del departamento de producción de la planta comercial de *Prensa Libre*.

Tabla XXIX. **Distribución de personal del departamento de producción**

Distribución de personal del departamento de producción	
Puesto	Personas
Jefe de planta (diurno)	1
Jefe de planta (nocturno)	1
Técnicos de producción (diurno)	4
Técnicos de producción (nocturno)	4
Total	10

Fuente: elaboración propia.

En el departamento de producción existen 10 personas en ambos turnos; por lo general, tienen un mayor grado académico que las personas del departamento de mantenimiento.

Previo a presentar las encuestas utilizadas, es necesario mencionar que una encuesta es un estudio descriptivo que permite conocer una realidad hasta el momento desconocida; es una de las primeras etapas del desarrollo de investigación. Se detallan a continuación ciertos aspectos sobre las encuestas realizadas:

- Tipo de encuesta: descriptiva
- Alcance: departamento de producción, planta comercial *Prensa Libre*
- Técnica: cuestionario

3.2.2. Entrevistas en el departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento es esencial para la definición del nuevo plan de mantenimientos; se entrevistaron a todas las personas de este departamento, en el horario diurno y nocturno. El departamento está conformado de la siguiente manera:

La tabla XXX presenta la distribución del personal del departamento de mantenimiento de la planta comercial de *Prensa Libre*.

Tabla XXX. **Distribución del personal del departamento de mantenimiento**

Distribución del personal del departamento de mantenimiento	
Puesto	Personas
Jefe de mantenimientos mecánicos (diurno)	1
Jefe de mantenimientos mecánicos (nocturno)	1
Jefe de mantenimientos eléctricos (diurno)	1
Jefe de mantenimientos eléctricos (nocturno)	1
Supervisor de mantenimientos mecánicos (diurno)	1
Supervisor de mantenimientos mecánicos (nocturno)	1
Supervisor de mantenimientos eléctricos (diurno)	1
Supervisor de mantenimientos eléctricos (nocturno)	1
Técnicos eléctricos (diurno)	2
Técnicos eléctricos (nocturno)	2
Técnicos mecánicos (diurno)	2
Técnicos mecánicos (nocturno)	2
Total	16

Fuente: elaboración propia.

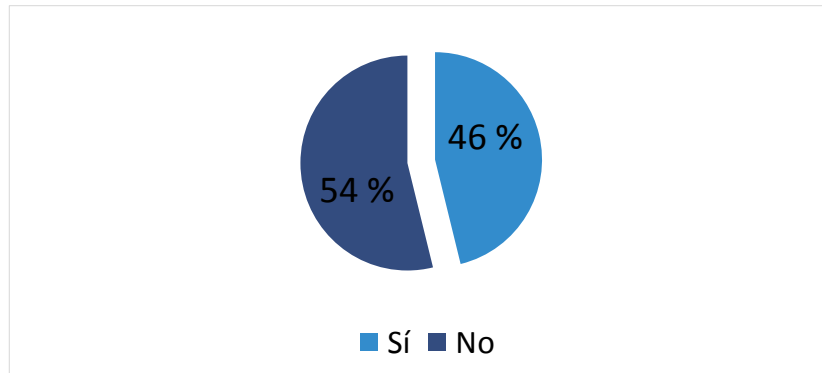
En total, el departamento de mantenimiento tiene dieciséis personas; el objetivo de las encuestas es el mismo que en las encuestas realizadas en el departamento de producción. A continuación, el formato y los resultados.

Los resultados de las encuestas usadas con el instrumento 1 (adjunta en anexos) se presentan a continuación:

- Resultados de las encuestas al departamento de producción y mantenimiento:
 - Pregunta 1: de las 26 personas encuestadas, 12 personas consideran que no había un plan de mantenimientos claramente definido (46 %) y 14 personas pensaron que sí lo había (54 %).
 - Los resultados de la pregunta 1 fueron similares, las 12 personas que consideran que no existe un plan de mantenimientos preventivo es debido a que la planta tiene un corto lapso de tiempo en operaciones; las 14 personas que consideran que sí existe un plan de mantenimiento preventivos piensan que podría mejorarse aún.

La figura 15 contiene la representación gráfica de los resultados de la pregunta 1 obtenidos del departamento de producción y mantenimiento:

Figura 15. **Resultados de la pregunta 1, encuesta de producción**

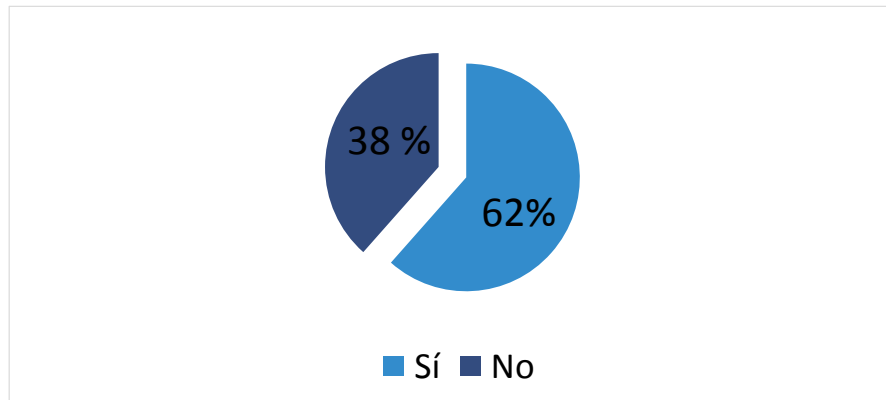


Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 2: de las 26 personas encuestadas, 10 personas consideran que no se lleva a cabo el plan de mantenimientos preventivos (38 %) y 16 personas consideran que sí se lleva a cabo (62 %).
- Se interpreta que no es la ejecución de los mantenimientos preventivos la que está fallando en la planta comercial de *Prensa Libre*, sino que falta la creación de un correcto plan de mantenimientos preventivos.

La figura 16 contiene la representación gráfica de los resultados de la pregunta 2 obtenidos del departamento de producción y mantenimiento:

Figura 16. Resultado de la pregunta 2, encuesta de producción

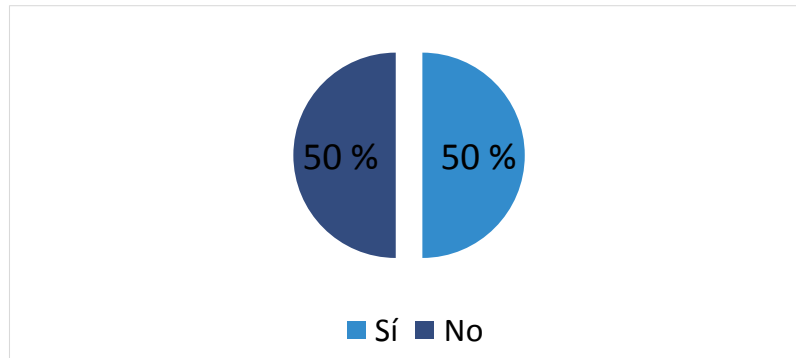


Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 3: de las 26 personas encuestadas, 13 personas consideran que no son objetivos los mantenimientos preventivos definidos (38 %) y 16 personas que sí son objetivos los mantenimientos definidos (62 %).
- Los mantenimientos definidos no son considerados objetivos, ya que en ocasiones no son finalizados debido a interrupciones por la producción en general; también, se tiene la percepción que hay procesos que son repetitivos y faltan algunos mantenimientos.

La figura 17 contiene la representación gráfica de los resultados de la pregunta 3 obtenidos del departamento de producción y mantenimiento:

Figura 17. **Resultado de la pregunta 3, encuesta de producción**

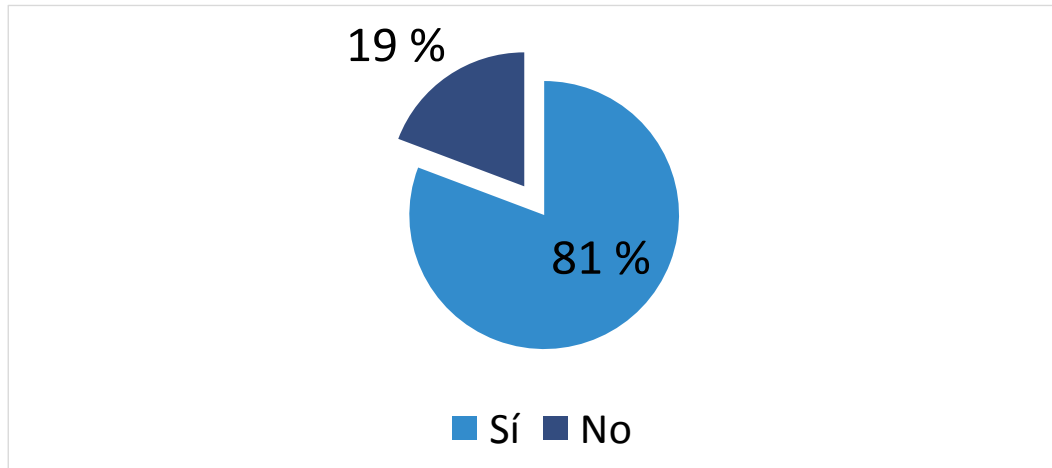


Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 4: de las 26 personas encuestadas, 5 personas consideran que no están debidamente capacitadas (19 %) y 21 personas consideran que sí están debidamente capacitados para realizar los mantenimientos preventivos. (81 %).
- Existe la percepción en 5 personas de que no todos tienen el conocimiento requerido para realizar los mantenimientos; al cuestionarles el porqué, explican que es debido a que existen colaboradores con un corto lapso de tiempo en la planta de producción, por lo que aún no tienen el conocimiento de todas las máquinas y equipos.

La figura 18 presenta la representación gráfica de los resultados de la pregunta 4 obtenidos del departamento de producción y mantenimiento:

Figura 18. Resultado de la pregunta 4, encuesta de producción

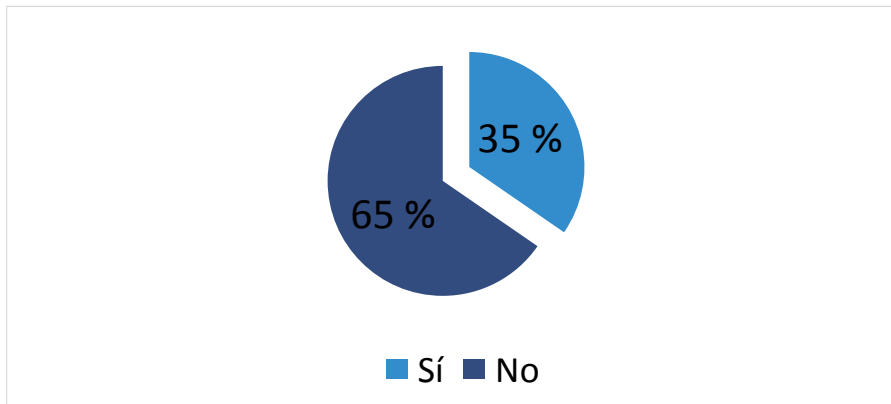


Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 5: de las 26 personas encuestadas, 17 personas consideran que los mantenimientos preventivos no están siendo realizados bajo las especificaciones de los fabricantes (65 %) y 9 personas consideran que sí se están realizando los mantenimientos bajo las especificaciones requeridas (81 %).
- Se tiene la dificultad de que algunos de los manuales de uso y mantenimiento de las máquinas y los equipos estaban en el idioma alemán; por lo que se contratará un traductor para poder comprender cuales son los mantenimientos preventivos y su frecuencia.

La figura 19 contiene la representación gráfica de los resultados de la pregunta 5 obtenidos del departamento de producción y mantenimiento:

Figura 19. **Resultado de la pregunta 5, encuesta de producción**

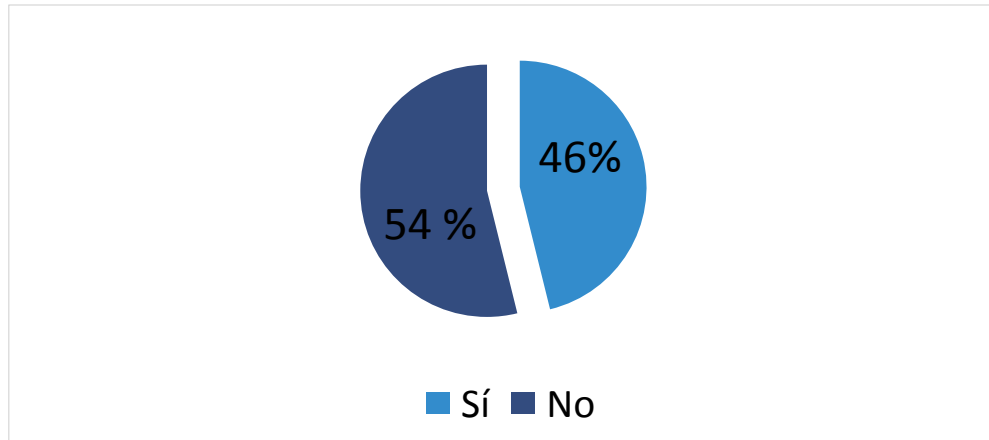


Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 6: de las 26 personas encuestadas, 14 personas consideran que no todas las máquinas y los equipos cuentan con los mantenimientos preventivos definidos (54 %) y 12 personas consideran que sí se tienen mantenimientos definidos a todas las máquinas y equipos (46 %).
- Se tiene la percepción de que no todas las máquinas o equipos tiene un mantenimiento preventivo definido, debido a que en ocasiones hasta que ha fallado una máquina o el equipo se ha definido el mantenimiento preventivo, debido al idioma de los manuales de uso y mantenimiento. Es la razón por la cual se hará una muestra de tres meses de todas las fallas de las máquinas y equipos para comprender a detalla su funcionamiento y definir el mantenimiento preventivo necesario.

La figura 21 presenta la representación gráfica de los resultados de la pregunta 6 obtenidos del departamento de producción y mantenimiento.

Figura 20. **Resultado de la pregunta 6, encuesta de producción**

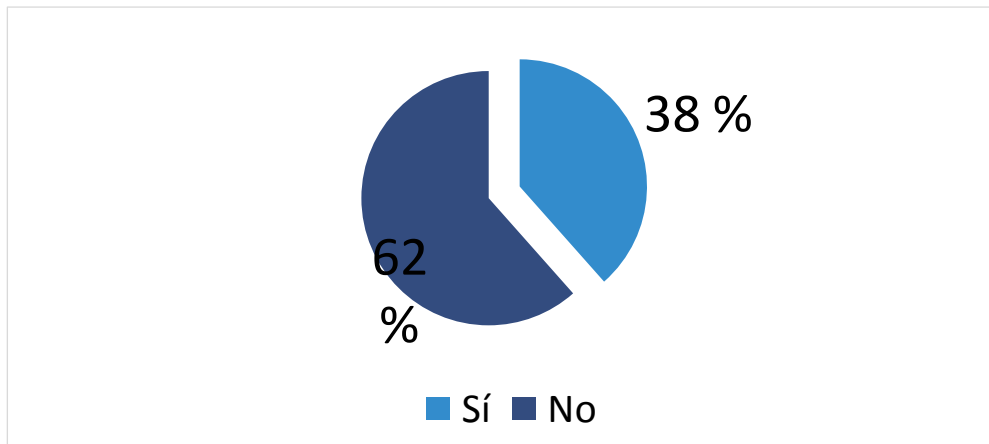


Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 7: de las 26 personas encuestadas, 16 personas consideran que no están definidos los periodos de tiempo para los mantenimientos preventivos eléctricos (62 %) y 10 personas consideran que sí se tienen definidos los periodos de tiempo para los mantenimientos preventivos eléctricos (38 %).
- Los lapsos de tiempo cuando se deben realizar los mantenimientos preventivos eléctricos no se tienen correctamente definidos; de los que se realizan constantemente sí se tiene la idea de cuánto tardarán, pero no son cronometrados y/o supervisados.

La figura 21 presenta la representación gráfica de los resultados de la pregunta 7 obtenidos del departamento de producción y mantenimiento.

Figura 21. Resultado de la pregunta 7, encuesta de producción

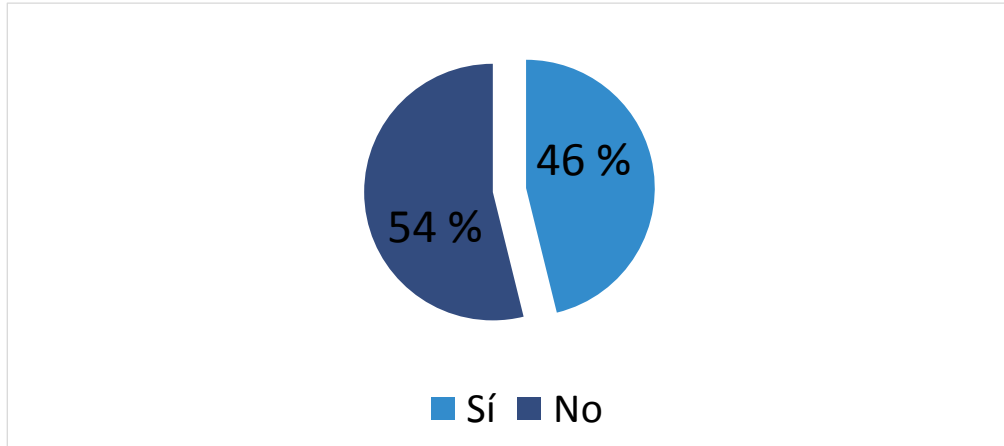


Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 8: de las 26 personas encuestadas, 14 personas consideran que no están definidos los periodos de tiempo para realizar los mantenimientos preventivos mecánicos (54 %) y 12 personas consideran que sí se tienen definidos los periodos de tiempo para realizar los mantenimientos preventivos mecánicos (46 %).
- Los lapsos de tiempo cuando se deben realizar los mantenimientos preventivos mecánicos no se tienen correctamente definidos; de los que se realizan constantemente sí se tiene la idea de cuánto tardarán, pero no son cronometrados y/o supervisados.

La figura 22 contiene la representación gráfica de los resultados de la pregunta 8 obtenidos del departamento de producción y mantenimiento:

Figura 22. Resultado de la pregunta 8, encuesta de producción

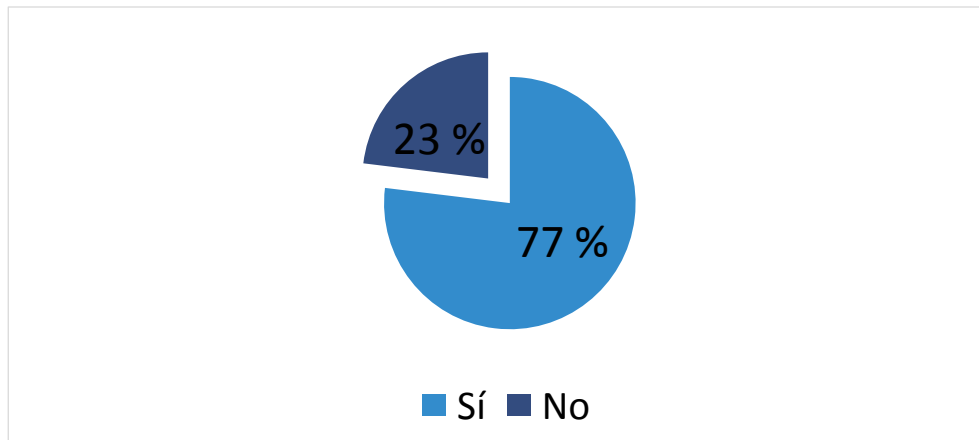


Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 9: de las 26 personas encuestadas, 6 personas consideran que no se tiene un presupuesto necesario o designado para realizar los mantenimientos preventivos (23 %) y 20 personas consideran que sí se tienen los fondos necesarios o designados para realizar los mantenimientos preventivos (77 %).
- Los lapsos de tiempo cuando se deben realizar los mantenimientos preventivos mecánicos no se tienen correctamente definidos; de los que se realizan constantemente sí se tiene la idea de cuánto tardarán, pero no son cronometrados y/o supervisados.

La figura 23 contiene la representación gráfica de los resultados de la pregunta 9 obtenidos del departamento de producción y mantenimiento:

Figura 23. Resultado de la pregunta 9, encuesta de producción

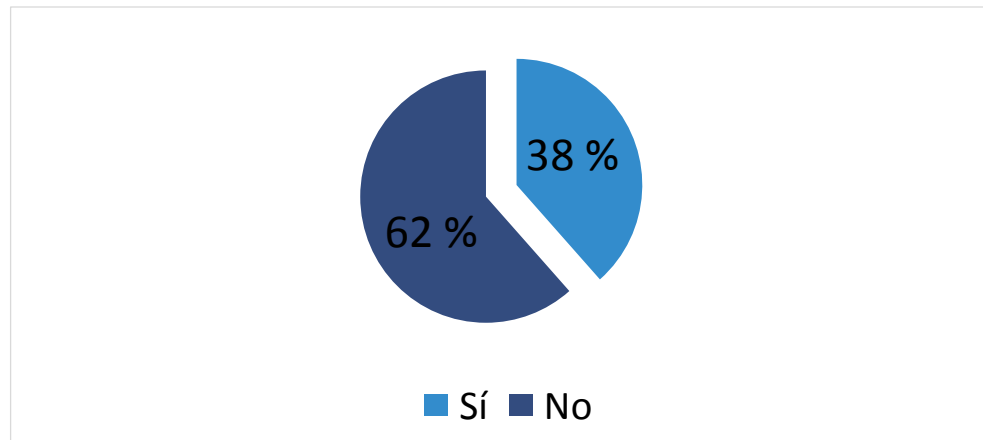


Fuente: elaboración propia.

- Pregunta 10: de las 26 personas encuestadas, 16 personas consideran que no se tiene una lista de insumos requerida para la realización de los mantenimientos preventivos (62 %) y 10 personas consideran que sí se tiene una lista de insumos requerida para la realización de los mantenimientos preventivos (38 %).
- Los técnicos que realizan los mantenimientos pierden tiempo en estar buscando qué herramientas usar cada vez que se realiza un mantenimiento; cada máquina o equipo tiene especificaciones diferentes; por lo que se requiere especificar por tipo de mantenimiento preventivo los insumos.

La figura 24 presenta la representación gráfica de los resultados de la pregunta 10 obtenidos del departamento de producción y mantenimiento.

Figura 24. **Resultado de la pregunta 10, encuesta de producción**



Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Planteamiento del problema

La planta comercial de *Prensa Libre* cuenta un plan de mantenimientos preventivos; la planta tiene pocos meses de estar en producción, por lo que el departamento de mantenimiento no tiene delimitados diversos aspectos que son vitales para un plan de mantenimientos preventivos.

Las máquinas y los equipos deben funcionar óptimamente con la mayor productividad y especificaciones del productor; se diseñará un nuevo plan de mantenimientos preventivos para el área de producción. En el estudio técnico se han encontrado diversos factores del porqué el departamento no ha podido definir con claridad el plan de mantenimientos preventivos.

Las máquinas y los equipos son importados de Alemania, por lo que algunos manuales de uso y manuales de mantenimientos están en otro idioma,

lo que ha causado atraso en definir y planificar los mantenimientos preventivos necesarios.

Todas las máquinas y los equipos no cuentan con los mantenimientos preventivos necesarios con las especificaciones del productor; se definirán y planificarán los mantenimientos preventivos y se realizará un estudio de seis meses, para analizar todas las fallas que han tenidos las máquinas y los equipos del área de producción para comprender donde se pueden agregar mantenimientos y de esa manera mejorar la productividad de la planta, en materia de paros innecesarios.

Se realizará una lista de insumos necesarios en cada mantenimiento preventivo, para que los lapsos de tiempos sean los menores en realizar los mantenimientos preventivos y de esa manera no afectar la productividad de la planta.

Los mantenimientos preventivos definidos no cuentan con registros históricos de la duración para finalizarlos; se realizará una toma de tiempo por cada mantenimiento para definir la duración de cada uno.

El área de bodega no cuenta con un inventario mínimo para los repuestos que se necesitan en los mantenimientos preventivos, se definirá cuál es la cantidad mínima de repuestos en bodega.

El diseño del plan de mantenimientos se desarrollará en el área de producción de la planta de producción comercial de *Prensa Libre*.

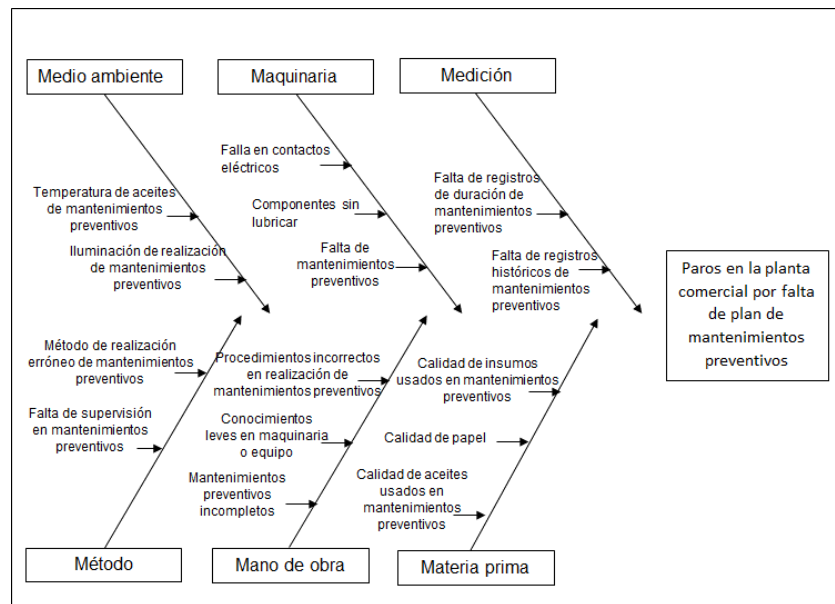
3.2.3.1. Tabla de causas y efectos

La tabla de causas y efectos es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado. Este diagrama tiene 6 causas principales que son todas las que rodean al problema y lo influyen.

3.2.3.1.1. Diagrama de espina de pescado

En la figura 25 se exponen las causas principales de los paros en la planta comercial de *Prensa Libre*, debido a la falta de mantenimientos preventivos:

Figura 25. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.2.3.2. Matriz FODA

La herramienta FODA permite identificar y analizar los factores: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. En el análisis se tomará como base el plan de mantenimientos preventivos de *Prensa Libre*.

Esta herramienta se subdivide en dos diferentes tipos de factores:

- Internos: fortalezas y debilidades
- Externos: oportunidades y amenazas

El objetivo es maximizar los factores que integran las fortalezas y oportunidades y minimizar las debilidades y amenazas que se tengan en el sistema.

En el análisis interno se validarán las fortalezas que intervienen para minimizar los paros innecesarios en la planta y las debilidades que marcan que la planta de *Prensa Libre* funcione óptimamente. En el diagnóstico externo se evidenciarán las oportunidades como situaciones ventajosas que pueden beneficiar a la planta y, por último, las situaciones de entorno que perjudiquen serán clasificadas como amenazas para la planta.

La lista de análisis FODA permite identificar y ordenar los factores internos y externos que beneficiarán y perjudicarán el plan de mantenimientos preventivos de *Prensa Libre*. Los factores se determinaron por medio de entrevistas realizadas a los colaboradores del departamento de mantenimiento.

En la tabla XXXI se expondrán los factores internos del proceso.

Tabla XXXI. **Factores internos Foda, planta comercial *Prensa Libre***

Fortalezas	Debilidades
La planta comercial de <i>Prensa Libre</i> tiene el respaldo de la planta central de <i>Prensa Libre</i> .	La planta comercial de <i>Prensa Libre</i> no tiene definido un completo plan de mantenimientos preventivos.
Se cuentan con los manuales de uso y manuales de mantenimientos de las máquinas y equipos.	Los manuales se encuentran en un idioma extranjero, lo que atrasa el proceso de definición de mantenimientos.
Existen máquinas y equipos que ya cuentan con mantenimientos preventivos.	No se tienen definidos los tiempos de duración de los mantenimientos preventivos ni lista de insumos.
Se cuenta con una bodega con una amplia selección de repuestos.	No se tiene un nivel de inventario mínimo por repuesto para realizar los mantenimientos preventivos.
La planta comercial de <i>Prensa Libre</i> cuenta con la mano de obra calificada y recursos para la realización de los mantenimientos preventivos.	Puede tomar tiempo en que el personal de mantenimiento se familiarice con las máquinas y equipos de la planta comercial de <i>Prensa Libre</i> .

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXII se exponen los factores externos del proceso.

Tabla XXXII. **Factores externos Foda, planta comercial *Prensa Libre***

Oportunidades	Amenazas
La planta comercial de <i>Prensa Libre</i> cuenta con personal con experiencia para definir un plan de mantenimientos preventivos.	Las máquinas y los equipos de la planta comercial de <i>Prensa Libre</i> pueden tener una falla crítica por falta de mantenimientos.
Se contrató a traductor para poder definir los mantenimientos preventivos de las máquinas.	Se puede tener una percepción errónea del traductor cambiando procedimientos de los mantenimientos preventivos.
Se realizara una toma de tiempos al realizar los mantenimientos para definir el lapso de tiempo y la lista de insumos.	Al momento del cronometraje se puede ejercer indirectamente presión sobre el colaborador al ejecutar mantenimiento, teniendo un efecto negativo al tardarse al ejecutar el mantenimiento

Continuación de la tabla XXXII.

Definir la lista de repuestos mínimos para tener en bodega para realizar los mantenimientos preventivos.	Incrementar el costo del inventario de materia prima.
Se definirá una lista de posibles fallas y soluciones, para disminuir los tiempos de máquinas y equipos parados.	Incrementar el costo de los mantenimientos preventivos.

Fuente: elaboración propia.

3.2.3.2.1. Estrategias

La tabla XXXIII presenta las estrategias del Foda de la planta comercial de *Prensa Libre*.

Tabla XXXIII. Estrategias del Foda

	Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	<p>FO (Max-Max)</p> <p>Cada colaborador deberá de leer los manuales de uso de todos los equipos y las máquinas para conocer a detalle su funcionamiento. Se actualizarán los mantenimientos que ya existan en la planta para que todos los planes de mantenimientos preventivos estén al mismo nivel. La bodega cuenta con espacio para los insumos y existe un presupuesto necesario para la compra de estos.</p>	<p>DO (Min-Max)</p> <p>Cada mantenimiento tendrá una lista de insumos a utilizar, se definirán la frecuencia de los mantenimientos y se tomará en cuenta la percepción de los colaboradores para mejorar los planes de mantenimiento.</p>
Amenazas	<p>FA (Max-Min)</p> <p>El plan de mantenimientos se iniciará a utilizar lo más pronto posible, para evitar cualquier falla crítica. Los cronometrajes de tiempo se harán sin comentarle a los técnicos, para no perjudicar la toma de tiempos. Los costos que se incrementaran estarán dentro de los presupuestos de la planta comercial.</p>	<p>DA (Min-Min)</p> <p>Se actualizarán constantemente los mantenimientos preventivos, para poder mantener los estándares de calidad en la planta, se definirá para cada mantenimiento los tiempos de ejecución, insumos, y procedimientos.</p>

Fuente: elaboración propia.

3.3. Fallas de funcionamiento y posibles soluciones

Con fundamentos del estudio técnico, con ayuda del instrumento 1 de las encuestas realizadas y a los comentarios de los técnicos de mantenimiento y producción se puede concluir que el plan de mantenimientos anterior no está diseñado correctamente y tiene aspectos de mejora.

En el área de producción, las máquinas fallaban debido a la mala gestión y organización del plan definido; en contraste en el departamento de mantenimiento se realizan todos los mantenimientos definidos, pero saben que tienen oportunidades de mejora de crear nuevos mantenimientos.

En dicho estudio técnico se definieron las principales fallas de las máquinas para establecer un correcto plan de mantenimientos. Por lo que se realizaron mediciones con base en la frecuencia de las fallas que se presentaron en cada máquina y equipo, el estudio técnico tuvo la duración de seis meses.

3.3.1. Empalmadora de bobinas Man Plamag

La empalmadora de bobinas es una de las principales máquinas en donde inicia el proceso productivo; tiene en cuenta mecanismos mecánicos y eléctricos.

3.3.1.1. Descripción de la máquina

La máquina tiene la función de ir brindando papel a todo el proceso productivo; esta cuenta con dos bobinas de papel a la vez con la función de no parar en todo el proceso de tiraje y de esa manera optimizar la operación.

3.3.1.2. Tipos de mantenimientos

Dicha máquina cuenta con mantenimientos mecánicos y eléctricos, en el área de los mantenimientos mecánicos se toman en cuenta los hidráulicos también.

3.3.1.2.1. Mecánico

La tabla XXXIII presenta las fallas mecánicas de la empalmadora de bobinas presentadas en el estudio técnico, clasificadas como ajuste, intermedia y crítica.

Tabla XXXIV. **Fallas mecánicas en estudio técnico: empalmadora de bobinas Man Plamag**

Total	Tipo de falla	Cantidad de fallas	% Fallas
Sistemas neumáticos	Intermedia	7	32 %
Carriles de rodaje	Ajuste	6	27 %
Eje dentado	Ajuste	3	14 %
Cojinetes puente giratorio	Ajuste	3	14 %
Sistema de frenos	Intermedia	2	9 %
Mandriles de sujeción	Ajuste	1	5 %
Total	-	22	100 %

Fuente: elaboración propia.

Las posibles soluciones de cada una de las fallas presentadas en el estudio técnico son las siguientes:

- Sistema neumático

El sistema neumático de la empalmadora de bobinas se utiliza para el movimiento de las bobinas de papel y el sistema de frenos. En las siguientes tablas se encontrarán las fallas presentadas y las posibles soluciones.

La tabla XXXIV presenta la falla neumática de presión y el procedimiento para la solución mecánica en la maquina empalmadora de bobinas Man Plamag

Tabla XXXV. Fallas y soluciones neumáticas de presión

Presión	
1.	Verificar el manómetro y validar la presión
2.	Verificar que el dispositivo este a nivel

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXXV presenta la falla neumática de la unidad de acondicionamiento y el procedimiento para la solución mecánica en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla XXXVI. Fallas y soluciones neumáticas de la unidad de acondicionamiento

Unidad de acondicionamiento	
•	Filtro atascado: limpiar
•	Nivel de condensación demasiado alto: descargarlo
•	El regulador de presión da una lectura diferente: ajústese una vez más
•	Ausencia de gotas de aceite en la cúpula de alimentación visible, cambiarlo

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXXVI presenta la falla neumática del control central y el procedimiento para la solución mecánica en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla XXXVII. **Fallas y soluciones neumáticas del control central**

Control central	
•	Miembro impulsado y unidad de trabajo
•	Varilla del pistón dañada: cambiarla
•	Cojinete de la varilla del pistón dañado: cambiarla
•	Sellos y empaquetaduras dañados: cambiarlos
•	El pistón se mueve con lentitud
○	Ajustar y apretarlo
○	Comprobar que no se tienen fugas de una de las cámaras hacia la otra

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXXVII presenta la falla neumática del lado del posicionamiento y el procedimiento para la solución en la empalmadora de bobinas Man Plamag

Tabla XXXVIII. **Fallas y soluciones neumáticas del lado del posicionamiento, control y señalización**

Lado del posicionamiento, control y señalización	
•	Los sellos están dañados: cambiarlos
•	El carrete está atascado o dañado: cambiarlos
•	El resorte está quebrado o dañado: cambiarlos
•	Las conexiones de las lumbreras están bloqueadas: limpiar los agujeros
•	Instalación incorrecta de la válvula: cambiarse y ajustarla correctamente

Fuente: elaboración propia.

La tabla XXXVIII presenta la falla neumática de las tuberías y conexiones y el procedimiento para la solución en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla XXXIX. **Fallas y soluciones neumáticas de las tuberías y conexiones**

Tuberías y conexiones	
•	Las mangueras o los tubos están bloqueados o doblados: limpiarlos o cambiarlos
•	Las mangueras están conectadas en forma incorrecta: conéctense adecuadamente
•	Las lumbreras de conexión no están taladradas de un lado a otro: cámbiense o taládrese
•	El silenciador deja de trabajar: limpiarlo

Fuente: elaboración propia.

- Carriles de rodaje

El carril de rodaje es la guía para mover la bobina de papel hacia su posición final para proceder al enhebrador de bandas e iniciar su recorrido por toda la línea de producción.

La tabla XXXIX presenta la falla mecánica en carriles de rodaje y el procedimiento para la solución en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla XL. **Fallas y soluciones de carriles de rodaje**

Carriles de rodaje para trayecto	
•	Estancamiento del carro: limpiar elementos de papel que ha caído, y lubricar nuevamente

Fuente: elaboración propia.

- Eje dentado

El eje dentado es la guía para la movilización de la cadena que une al enhebrador de bandas con la empalmadora de bobinas.

La tabla XL presenta la falla mecánica en el eje dentado y el procedimiento para la solución mecánica en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla XLI. **Fallas y soluciones del eje dentado**

Eje dentado
<ul style="list-style-type: none">• Estancamiento de ejes: limpiar el eje portante dentado y lubricarlo de nuevo

Fuente: elaboración propia.

- Cojinetes puente giratorio

Es el conjunto de piezas que soporta y gira el árbol transmisor giratorio del puente giratorio para mover las bobinas de papel.

La tabla XLI presenta la falla mecánica de los cojinetes del puente giratorio y el procedimiento para la solución en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla XLII. **Fallas y soluciones de cojinetes puente giratorio y mesa**

Cojinetes puente giratorio y mesa
<ul style="list-style-type: none">• Falta de lubricación: desmontar el cojinete, limpiarlo, y lubricarlo• Cojinete quebrado: cambio de cojinete y aplicar lubricante

Fuente: elaboración propia.

- Sistema de frenos

El sistema de frenos se utiliza para detener las bobinas de papel cuando están siendo giradas para ir usando el papel, el sistema de frenos es neumático.

La tabla XLII presenta la falla mecánica en el sistema de frenos y el procedimiento para la solución en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla XLIII. **Fallas y soluciones sistema de frenos**

Sistema de frenos	
•	Sistema de frenos no responde: liberar el aire de las tuberías del sistema neumático y revisar la unidad de mantenimiento del sistema de frenos.
•	Verificar manómetro, si no marca los PSI, cambiarlo.
•	Cambio de mordazas por estar gastadas, cambiar conforme el manual de operaciones.

Fuente: elaboración propia.

- Mandriles de sujeción

Los mandriles de sujeción son elementos de seguridad para sostener la bobina de papel, estos mandriles de sujeción aprietan las bobinas de papel para que no se salgan del enhebrador de bandas cuando están siendo giradas.

La tabla XLIII presenta la falla mecánica en los mandriles de sujeción y el procedimiento para la solución en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla XLIV. **Fallas y soluciones mandriles de sujeción**

Mandriles de sujeción	
•	Sistema no aprieta bobina de papel, verificar la presión del manómetro y calibrarlo.
•	Extraer las mordazas de sujeción, limpiar las mordazas, la pieza de presión, las ranuras de conducción, los muelles laminados, la tapa y los discos de apoyo.
•	Engrasar los componentes y montar los muelles laminados en las mordazas.

Fuente: elaboración propia.

En el estudio técnico se clasificaron los tiempos de fallas mecánicas para tener un punto de partida para determinar cómo estaba el rendimiento de la planta; dicho estudio tuvo una duración de tres meses.

La tabla XLIV presenta los tiempos de paro de la empalmadora de bobinas que fueron causados por las fallas mecánicas de ajuste, intermedias y críticas, expresados en minutos y horas:

Tabla XLV. **Tiempo de paro en fallas mecánicas, empalmadora de bobinas Man Plamag**

Empalmadora de bobinas	Tipo de falla	Tiempo de paro (min)	Tiempo de paro (hrs)
Sistemas neumáticos	Intermedia	124	2,07
Carriles de rodaje	Ajuste	75	1,25
Eje dentado	Ajuste	42	0,70
Cojinetes puente giratorio	Ajuste	140	2,33
Sistema de frenos	Intermedia	245	4,08
Mandriles de sujeción	Ajuste	30	0,50
Total	-	656	10,93

Fuente: elaboración propia.

La tabla XLV presenta el resumen general de los paros mecánicos de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla XLVI. **Eficiencia mecánica de empalmadora de bobinas Man Plamag**

Tipo	Datos
Días estudio técnico	90
Horas estudio técnico	2160
Horas paro por fallas	10,93
Porcentaje horas en falla máquina	0,51 %

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje del tiempo que estuvo parada la máquina es del 0,51 % de los tres meses del estudio técnico equivalente a 10,93 horas (656 min).

3.3.1.2.2. Eléctrico

La tabla XLVI presenta las fallas eléctricas de la empalmadora de bobinas presentadas en el estudio técnico, clasificadas como ajuste, intermedia y crítica.

Tabla XLVII. **Fallas eléctricas en estudio técnico: empalmadora de bobinas**

Total	Tipo de falla	Cantidad de fallas	% Fallas
Falla sensores sistema	Ajuste	5	38 %
Botón sin funcionamiento	Intermedia	5	38 %
Encoders motores	Intermedia	2	15 %
Motor de bobinas	Crítica	1	8 %
Total	-	13	100 %

Fuente: elaboración propia.

Las posibles soluciones de cada una de las fallas presentadas en el estudio técnico son las siguientes:

- Sensores del sistema

Los sensores del sistema se utilizan para comprobar el estado de la máquina; estos generan alertas, como por ejemplo: si hay personal dentro de áreas de peligro, si todas las puertas botoneras se encuentran cerradas, el porcentaje de uso de las bobinas, etc.

La tabla XLVII presenta la falla eléctrica en los sensores del sistema y el procedimiento para la solución en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla XLVIII. **Fallas y soluciones sensores del sistema**

Falla sensores sistema	
•	Limpieza de sensores del sistema de pega
•	En dado caso no se arregle, cambiar los sensores

Fuente: elaboración propia.

- **Botoneras**

Las botoneras se refieren a todos los botones que generan comandos a la computadora central de la empalmadora de bobinas.

La tabla XLVIII presenta la falla eléctrica en las botoneras y el procedimiento para la solución en la Empalmadora De Bobinas Man Plamag.

Tabla XLIX. **Fallas y soluciones botoneras**

Botón sin funcionamiento	
•	Revisión del panel de control
•	Limpieza de contactores
•	Aplicación de espuma para limpiar
•	Apretar tornillos
•	Revisión de que no existan botones quebrados

Fuente: elaboración propia.

- **Encoders de los motores**

Los encoders convierten el movimiento en una señal eléctrica; esta es leída por la computadora central de la empalmadora de bobinas; el encoder envía una señal de respuesta que es utilizada para determinar la posición, contar, velocidad o dirección.

La tabla XLIX presenta la falla eléctrica en el encoder del motor y el procedimiento para la solución en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla L. **Fallas y soluciones encoders de los motores**

Encoders motores	
•	Revisión de los acoples de los encoders
•	Revisión de señal de respuesta del encoder
•	En caso del mal funcionamiento, cambiar el encoder

Fuente: elaboración propia.

- Motor de bobinas

El motor de bobinas genera la velocidad a la cual está siendo despachado el papel de la bobina; son dos motores de bobinas, cada uno en cada extremo.

La tabla L presenta la falla eléctrica en el motor de bobinas y el procedimiento para la solución en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla LI. **Fallas y soluciones motor de bobinas**

Motor de bobinas	
•	Limpieza, reisolamiento, secado del inducido, torneado y fresado del colector.
•	Control del bobinado del inducido. Cambio de rodamientos.
•	Limpieza y aislamiento de la tapa trasera.
•	Control de desgaste de las escobillas, ajuste de las mismas, y cambio si es necesario.
•	Reglaje de la altura de la porta-escobillas y calaje lineal neutro.
•	Revisión eléctrica y control de la dinamo taco-métrica.
•	Ajuste del freno, control del par.
•	Control de encoder.
•	Control dimensional del eje.
•	Ventilación: verificación, desmontaje, limpieza, re-aislamiento, secado, cambio de rodamientos, montaje y pruebas.

Fuente: elaboración propia.

En el estudio técnico se clasificaron los tiempos de fallas eléctricas para tener un punto de partida para determinar cómo estaba el rendimiento de la planta, dicho estudio tuvo una duración de tres meses.

La tabla LI presenta los tiempos de paro de la empalmadora de bobinas que fueron causados por las fallas eléctricas de ajuste, intermedias y críticas, expresados en minutos y horas.

Tabla LII. **Tiempo de paro por fallas eléctricas, empalmadora de bobinas Man Plamag**

Empalmadora de bobinas	Tipo de falla	Tiempo de paro (min)	Tiempo de paro (hrs)
Falla sensores sistema	Ajuste	127	2,12
Botón sin funcionamiento	Intermedia	60	1,00
Ecodres motores	Intermedia	112	1,87
Motor de bobinas	Crítica	360	6,00
Total	-	659	10,98

Fuente: elaboración propia.

La tabla LII presenta el resumen de los paros eléctricos de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla LIII. **Eficiencia eléctrica de empalmadora de bobinas Man Plamag**

Tipo	Datos
Días estudio técnico	90
Horas estudio técnico	2160
Horas paro por fallas	10,98
Porcentaje horas en falla máquina	0,51 %

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje del tiempo que estuvo parada la máquina es del 0,51 % de los tres meses del estudio técnico equivalente a 10,98 horas (656 min).

3.3.1.3. Insumos para los mantenimientos

Los insumos que se utilizaron para los mantenimientos fueron los siguientes:

- Insumos
 - Espuma de limpieza de contactos, aire comprimido
 - Thiner y Wipe
 - Juego de tornillos
 - Lubricantes y grasas
 - Aditivos
 - Medidores de eléctricos
 - Ácidos

- Herramientas
 - Desarmadores, alicate y pinzas eléctricas

3.3.1.4. Frecuencia de los mantenimientos

La tabla LIII presenta la frecuencia de los mantenimientos preventivos mecánicos y eléctricos, que se encontraron en el departamento de mantenimiento.

Tabla LIV. **Resumen de los mantenimientos preventivos anuales empalmadora de bandas**

Empalmadora de bandas		
Frecuencia mantenimiento	Mantenimiento mecánico	Mantenimiento eléctrico
Mantenimiento diario	-	-
Mantenimiento semanal	X	X
Mantenimiento mensual	-	X
Mantenimiento semestral	-	-
Mantenimiento anual	-	-

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Enhebrado de banda Rolan Uniset 70

El enhebrador de bandas es la máquina encargada de unir una banda de papel con otra; se encarga, como su nombre lo indica, de enhebrarlas para no parar la producción.

3.3.2.1. Descripción de la máquina

El enhebrador de banda cuenta con un sistema de pega, para unir la banda de la bobina que está en uso con la bobina nueva para no parar en ningún momento el tiraje.

3.3.2.2. Tipos de mantenimientos

Dicha máquina cuenta con mantenimientos mecánicos y eléctricos; en el área de los mantenimientos mecánicos se toman en cuenta los mantenimientos hidráulicos también.

3.3.2.2.1. Mecánico

La tabla LIV presenta las fallas mecánicas de la empalmadora de bobinas presentadas en el estudio técnico, clasificadas como ajuste, intermedia y crítica.

Tabla LV. **Fallas mecánicas en estudio técnico: enhebrado de bandas**

Total	Tipo de falla	Cantidad de fallas	% Fallas
Rotura de la banda de papel	Ajuste	8	40 %
Cadena de circulación	Intermedia	5	25 %
Guía de la cadena	Intermedia	3	15 %
Motor principal	Crítica	3	15 %
Sistema de pega	Intermedia	1	5 %
Total	-	20	100 %

Fuente: elaboración propia.

Las posibles soluciones de cada una de las fallas presentadas en el estudio técnico son las siguientes:

- Rotura de la banda de papel

Se produce cuando la tensión de la banda de papel entre la empalmadora de bandas y el enhebrador de bandas es incorrecta; este se debe al punto de inclinación del enhebrador de bandas.

La tabla LV presenta la falla de rotura de la banda de papel y el procedimiento para la solución en el enhebrador de bandas.

Tabla LVI. **Fallas y soluciones de la rotura de la banda de papel**

Rotura de la banda de papel	
•	Enganchar nuevamente el papel en la lámina magnética y comenzar el proceso de enhebrado.
•	Comprobar la fuerza de frenado reducida en la empalmadora durante el proceso de enhebrado.

Fuente: elaboración propia.

La tabla LVI presenta la falla de corte de la banda por exceso de tensión y el procedimiento para la solución en el enhebrador de bandas:

Tabla LVII. **Fallas y soluciones de corte de la banda por exceso de tensión**

Corte de la banda por exceso de tensión	
•	Reducir la presión de aire comprimido, en 0,5 bar en la unidad de mantenimiento (mínimo 4 bar)
•	Cuando los rieles de guía de las cadenas se han asentado, puede ser necesario reducir 0,5 bar.

Fuente: elaboración propia.

- Cadena de circulación

La cadena de circulación se utiliza para ser la guía de la banda de papel hacia las unidades de impresión; estas corren del primer nivel de la planta al segundo nivel, donde se encuentran las unidades impresoras.

La tabla LVII presenta la falla mecánica en la cadena de circulación y el procedimiento para la solución en el enhebrador de bandas.

Tabla LVIII. **Fallas y soluciones de la cadena de circulación**

Cadena circula despacio
• Limpiar los rieles
• Si el desvío no se posiciona: limpiar la guía de desvío, comprobar la alimentación de aire
• Comprobar la posición de válvula de desvío

Fuente: elaboración propia.

- Guía de la cadena

La guía de la cadena es el elemento que es girado por la cadena de circulación; esta es la que lleva prensada la banda de papel hacia la unidad impresora.

La tabla LVIII presenta la falla mecánica en la guía de la cadena y el procedimiento para la solución en el enhebrador de bandas.

Tabla LIX. **Fallas y soluciones guía de la cadena**

Guía de la cadena
• La cadena circula demasiado despacio: limpiar los rieles, comprobar el rendimiento de la estación de accionamiento.
• (abrir la válvula de estrangulación correspondiente a la dirección de circulación correcta, en la estación del accionamiento).
• Comprobar la presión en el manómetro del reductor de presión.

Fuente: elaboración propia.

- Motor principal

El motor principal impulsa la cadena de circulación para el traslado de la banda de papel hacia las unidades de impresión.

La tabla LIX presenta la falla mecánica en el motor principal y el procedimiento para la solución en el enhebrador de bandas.

Tabla LX. **Fallas y soluciones del motor principal**

Paro del motor	
•	La cadena se ha enganchado en la corona desconectar los sistemas neumáticos para que los motores anteriores no empujen.
•	Atrasar la cadena para que se pueda engranar nuevamente.
•	Abrir la alimentación del aire.

Fuente: elaboración propia.

La tabla LX presenta la falla mecánica en el motor principal 2 y el procedimiento para la solución en el enhebrador de bandas.

Tabla LXI. **Fallas y soluciones del motor principal 2**

Paro del motor	
•	Comprobar el funcionamiento de la válvula neumática de posicionamiento mecánico
•	Comprobar el funcionamiento de la regleta de empalme

Fuente: elaboración propia.

- Sistema de pega

El sistema de pega es el encargado de la unión del último tramo de papel de una bobina de papel con la siguiente bobina de papel; esta unión de bobinas ocurre en segundos, es unido con un tape gigante; el fin es no parar la producción en ningún momento.

La tabla LXI presenta la falla mecánica en el sistema de pega y el procedimiento para la solución en el enhebrador de bandas.

Tabla LXII. **Fallas y soluciones sistema de pega**

Sistema de pega	
•	Limpiar los rodillos de encolado y las cuchillas de corte y controlar respecto al desgaste o los daños.
•	Limpiar el rodillo de encolado con un paño o una aspiradora, controlar el desgaste y la suavidad de funcionamiento.
•	Es necesario alejar los restos de la cinta adhesiva. Utilizar solamente agua para la limpieza.
•	Limpiar la cuchilla de corte con un paño y alejar los restos de papel.

Fuente: elaboración propia.

En el estudio técnico se clasificaron los tiempos de fallas mecánicas para tener un punto de partida para determinar cómo estaba el rendimiento de la planta; dicho estudio tuvo una duración de tres meses.

La tabla LXII presenta los tiempos de paro del enhebrador de bandas que fueron causados por las fallas mecánicas de ajuste, intermedias y críticas, expresados en minutos y horas.

Tabla LXIII. **Tiempo de paro por fallas mecánicas, enhebrador de bandas Roland Uniset 70**

Enhebrado de banda	Tipo de falla	Tiempo de paro (min)	Tiempo de paro (hrs)
Rotura de la banda de papel	Ajuste	96	1,60
Cadena circula despacio	Intermedia	123	2,05
Guía de la cadena	Intermedia	113	1,88
Paro del motor	Crítica	922	15,37
Sistema de pega	Intermedia	39	0,65
Total	-	1 293	21,55

Fuente: elaboración propia.

La tabla LXIII presenta el resumen de los paros mecánicos de la empalmadora de enhebrador de bandas Roland Uniset 70:

Tabla LXIV. **Eficiencia mecánica de enhebrador de bandas Roland Uniset 70**

Tipo	Datos
Días estudio técnico	90
Horas estudio técnico	2 160
Horas paro por fallas	21,55
Porcentaje horas en falla máquina	1,00 %

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje del tiempo que estuvo parada la máquina es del 1,50 % de los tres meses del estudio técnico equivalente a 21,55 horas (1 293 min).

3.3.2.2.2. Eléctrico

La tabla LXIV presenta las fallas eléctricas del enhebrador de bandas presentadas en el estudio técnico, clasificadas como ajuste, intermedia y crítica.

Tabla LXV. **Fallas eléctricas en estudio técnico: enhebrado de banda Rolan Uniset 70**

Total	Tipo de falla	Cantidad de fallas	% Fallas
Sensores de detección	Intermedia	12	39 %
Escáner de banda	Intermedia	9	29 %
Pulsadores de activación	Intermedia	6	19 %
Botón sin funcionamiento	Intermedia	3	10 %
Motores Brushless	Crítica	1	3 %
Total	-	31	100 %

Fuente: elaboración propia.

Las posibles soluciones de cada una de las fallas presentadas en el estudio técnico son las siguientes:

- Sensores de detección

Los sensores de detección se utilizan para comprobar el estado de la máquina, que generan alertas; por ejemplo: si hay personal dentro de áreas de peligro, si todas las puertas botoneras se encuentran cerradas, el porcentaje de uso de las bobinas, etc.

La tabla LXV presenta la falla eléctrica en los sensores de detección y el procedimiento para la solución en el enhebrador de bandas.

Tabla LXVI. **Fallas y soluciones de los sensores de detección**

Sensores de detección
• Revisar y limpiar los sensores de detección
• En caso de no funcionar, cambiar el sensor

Fuente: elaboración propia.

- Escáner de banda

El escáner de banda se utiliza para verificar la alineación de la banda de papel, para que al momento de ingresar a las unidades impresoras esté completamente alineada la banda y no se tenga impresiones torcidas.

La tabla LXVI presenta la falla eléctrica en los escáneres de banda y el procedimiento para la solución en el enhebrador de bandas.

Tabla LXVII. **Fallas y soluciones de los sensores de banda**

Escáner de banda
<ul style="list-style-type: none">• Alineación del esconder de la banda según las medidas definidas en el Manual de uso

Fuente: elaboración propia.

- **Pulsadores de activación**

Los pulsadores de activación se refieren a todos los botones que activan procesos aleatorios; estos botones se encuentran en un panel secundario, no en el principal.

La tabla LXVII presenta la falla eléctrica en los pulsadores de activación y el procedimiento para la solución en el enhebrador de bandas.

Tabla LXVIII. **Fallas y soluciones de los pulsadores de activación**

Escáner de banda
<ul style="list-style-type: none">• Revisión de los pulsadores de activación• Verificación de su funcionamiento, mediante pruebas con el test definido

Fuente: elaboración propia.

- **Botoneras**

Las botoneras se refieren a todos los botones que generan comandos a la computadora central de la empalmadora de bobinas.

La tabla LXVIII presenta la falla eléctrica en las botoneras y el procedimiento para la solución en el enhebrador de bandas.

Tabla LXIX. **Fallas y soluciones botoneras**

Botón sin funcionamiento	
•	Revisión del panel de control
•	Limpieza de contactores
•	Aplicación de espuma para limpiar
•	Apretar tornillos
•	Revisión de que no existan botones quebrados

Fuente: elaboración propia.

- Motores Brushless

Este motor genera corrientes de aire para los paneles principales, al llegar a una temperatura específica, este arranca y nivela la temperatura.

La tabla LXIX presenta la falla eléctrica en los motores Brushless y el procedimiento para la solución en el enhebrador de bandas.

Tabla LXX. **Fallas y soluciones de los motores Brushless**

Motores Brushless	
•	Limpieza, reislamiento y secado del estator.
•	Prueba del bobinado en surge-test.
•	Cambio de rodamientos y cambio de juntas.
•	Ajuste del freno y control del par.
•	Verificación y ajuste del emisor: RLG, resolver, RLG y encoder integrados, tacométrica.
•	Calaje del encoder.
•	Control del chavetero del rotor.
•	Control del conexionado de potencia y emisor.
•	Control dimensional del eje.
•	Si lleva ventilación: verificación, desmontaje, limpieza, reislamiento, secado, cambio de rodamientos, montaje y pruebas.
•	Montaje del motor, pruebas sobre banco de carga y pruebas con su regulador y control numérico.
•	Toma de datos y control final.

Fuente: elaboración propia.

En el estudio técnico se clasificaron los tiempos de fallas eléctricas para tener un punto de partida para determinar cómo estaba el rendimiento de la planta; dicho estudio tuvo una duración de tres meses.

La tabla LXX presenta los tiempos de paro del enhebrador de bandas fueron causados por las fallas eléctricas de ajuste, intermedias y críticas, expresados en minutos y horas.

Tabla LXXI. Tiempo del paro por fallas eléctricas, enhebrado de banda

Enhebrado de Banda	Tipo de falla	Tiempo de paro (min)	Tiempo de paro (hrs)
Sensores de detección	Intermedia	186	3,10
Escáner de banda	Intermedia	189	3,15
Pulsadores de activación	Intermedia	69	1,15
Botón sin funcionamiento	Intermedia	81	1,35
Motores Brushless	Crítica	650	10,83
Total	-	1175	19,58

Fuente: elaboración propia.

La tabla LXXI presenta el resumen de los paros eléctricos de la empalmadora de enhebrador de bandas Roland Uniset 70.

Tabla LXXII. Eficiencia de enhebrado de bandas

Tipo	Datos
Días estudio técnico	90
Horas estudio técnico	2 160
Horas paro por fallas	19,58
Porcentaje horas en falla máquina	0,91 %

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje del tiempo que estuvo parada la máquina es del 0,91 % de los tres meses del estudio técnico equivalente a 19,58 horas (1 175 min).

3.3.2.3. Insumos para los mantenimientos

Los insumos que se utilizaron para los mantenimientos fueron los siguientes:

- Insumos
 - Espuma de limpieza de contactos, aire comprimido
 - Thiner y *wipe*
 - Juego de tornillos
 - Lubricantes y grasas
 - Aditivos
 - Medidores de eléctricos
 - Ácidos

- Herramientas
 - Desarmadores, alicate y pinzas eléctricas

3.3.2.4. Frecuencia de los mantenimientos

La tabla LXXII presenta la frecuencia de los mantenimientos preventivos mecánicos y eléctricos, que se encontraron en el departamento de mantenimiento.

Tabla LXXIII. **Resumen de los mantenimientos preventivos anuales enhebrador de bandas Roland Uniset 70**

Frecuencia mantenimiento	Enhebrador de bandas	
	Mantenimiento mecánico	Mantenimiento eléctrico
Mantenimiento diario	-	-
Mantenimiento semanal	X	-
Mantenimiento mensual	-	X
Mantenimiento semestral	-	-
Mantenimiento anual	X	-

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Torre inferior y superior de impresión, Uniset 70

Las torres de impresión se dividen en inferior y superior, por lo que el plan de mantenimientos definido se debe aplicar para cada una de las unidades independientes.

3.3.3.1. Descripción de la máquina

Las torres superior e inferior representan el alma de toda la planta; estas transfieren la tinta de las mantillas al papel; estas tienen un cuidado especial, debido a que cuentan con sistemas neumáticos. Dependiendo del tipo de revista que se quiera imprimir, las rutinas pueden variar, según su diseño su tamaño y sus colores.

3.3.3.2. Tipos de mantenimiento

Dicha máquina cuenta con mantenimientos mecánicos y eléctricos; en el área de los mantenimientos mecánicos se toman en cuenta los hidráulicos también.

3.3.3.2.1. Mecánico

La tabla LXXIII presenta las fallas mecánicas de la empalmadora de bobinas presentadas en el estudio técnico, clasificadas como ajuste, intermedia y crítica.

Tabla LXXIV. **Cantidad de fallas en estudio técnico: unidades de impresión**

Total	Tipo de falla	Cantidad de fallas	% Fallas
Diferencia registros de impresión	Intermedia	15	35 %
Manchas de tinta en mantillas	Ajuste	9	21 %
Tensión en las mantillas	Ajuste	7	16 %
Lubricación en el cuerpo impresor	Crítica	5	12 %
Lubricación en batería en entintaje	Crítica	3	7 %
Batería de entintaje	Crítica	2	5 %
Rodillos de película	Intermedia	2	5 %
Total	-	43	100 %

Fuente: elaboración propia.

Las posibles soluciones de cada una de las fallas presentadas en el estudio técnico son las siguientes:

- Diferencia registros de impresión

Las diferencias en los registros de impresión se basan por la mal calibración en los rodillos de impresión, y las mantillas de impresión. Estos tienen una especificación indicada de separación.

La tabla LXXIV presenta la falla en las diferencias en los registros de impresión y el procedimiento para la solución en la torre inferior y superior de impresión.

Tabla LXXV. **Fallas y soluciones diferencia en los registros de impresión**

Diferencia en los registros de Impresión	
•	Desmontar la mantilla de impresión, desmontar el respaldo de la mantilla, desmontar la porta mantillas opuesto.
•	Medir las distancias de los cilindros mediante el calibre añadida en la entrega.
•	Distancia cilindro porta mantillas cilindro, porta mantillas: 4,0 mm.
•	Distancia cilindro porta mantillas cilindro, porta planchas: 2.25 mm.
•	En caso de que las distancias no concuerdan con valor mencionados, controle los topes extremos.
•	de los cilindros neumáticos han sido alcanzados con impresión conec.
•	Montar el respaldo de la mantilla, Montar la mantilla, Montar la plancha impresora.

Fuente: elaboración propia.

- **Manchas de tinta en mantillas**

Las manchas de tinta en las mantillas de impresión generan malos procedimientos del personal de producción; estas son gotas de tinta que se han rebalsado de los tinteros.

La tabla LXXV presenta la falla en las manchas en las mantillas de impresión y el procedimiento para la solución en la torre inferior y superior de impresión.

Tabla LXXVI. **Fallas y soluciones, manchas de tinta en mantillas**

Manchas de tinta en mantillas	
•	Emplear limpieza con detergentes, Procurar mantener mínima la evaporación de detergentes.
•	El detergente no debe tener contacto con los grupos constructivos aledaños.
•	Existe peligro de corrosión de las piezas aledañas.
•	Utilizar productos de evaporación lenta.

Fuente: elaboración propia.

- Tensión en las mantillas

Una mala tensión en las mantillas produce que la impresión sea errónea y que la tinta no se acople correctamente a las planchas de impresión. Las mantillas de impresión son de hule y necesitan un cuidado especial.

La tabla LXXVI presenta la falla de tensión en las mantillas y el procedimiento para la solución en la torre inferior y superior de impresión.

Tabla LXXVII. **Fallas y soluciones, tensión en las mantillas**

Falta de tensión en las mantillas	
•	Avance hasta una posición cómoda para la introducción y parar la máquina: parada de seguridad.
•	El cilindro porta planchas deberá ser ocupado con placas en blanco.
•	Introducir la regleta de la mantilla en el canal de sujeción y fijarla allí con una pieza de tubo avance, una vuelta de cilindro. Sujetar tendido el extremo libre de la mantilla y arrollar la mantilla en torno al cilindro.
•	Retirar la pieza de tubo flexible del canal de sujeción y extraer también la regleta de la mantilla.
•	Introducir la regleta tensora de tal manera que las bolas enclaven.
•	Introducir ambas regletas de la mantilla en las ranuras de la regleta tensora y hundir esta Última en el canal de sujeción. Colocar los tornillos de la regleta tensora desde una parte del cilindro y enroscarlos en la rosca aproximadamente una vuelta y media.
•	Enroscar los tornillos nuevamente una vuelta y media empezando desde el medio en el orden indicado (1, 2, 3). Los tornillos están ahora enroscados, pero no pretensados.

Fuente: elaboración propia.

- Lubricación en el cuerpo impresor

La lubricación del cuerpo impresor es de vital importancia, existen canales a todos los rodillos para transferir aceites y grasas. Existen 2 tipos de rodillos en cada unidad impresora: el cilindro porta placas y el cilindro porta mantillas.

La tabla LXXVII presenta la falla de lubricación en el cuerpo impresor y el procedimiento para la solución en la torre inferior y superior de impresión.

Tabla LXXVIII. **Fallas y soluciones, falla de lubricación en el cuerpo impresor**

Falla de lubricación en el cuerpo impresor	
•	Limpiar cilindros porta planchas
•	Limpiar cilindros porta mantillas
•	Lubricar cojinetes de los cilindros
•	Lubricar el cojinete del cilindro batidor
•	Lubricar la regulación de registros
•	Lubricar el mecanismo de conexión y desconexión de impresión
•	Controlar posición de canal de los cilindros
•	Dispositivo de lavado de rodillos

Fuente: elaboración propia.

- Lubricación de batería de entintaje

La lubricación del cuerpo impresor es de vital importancia, existen canales a todos los rodillos para transferir aceites y grasas. Existen 5 tipos de rodillos en cada unidad impresora: rodillo dador de tinta, cilindro batidor de tinta, rodillo transmisor de tinta, rodillo de película y el rodillo tintero.

La tabla LXXVIII presenta la falla de lubricación de batería de entintaje y el procedimiento para la solución en la torre inferior y superior de impresión.

Tabla LXXIX. **Fallas y soluciones, lubricación de batería de entintaje**

Falta de lubricación de batería de entintaje	
•	Controlar, ajustar la regulación de las zonas de entintaje
•	Controlar, cambiar cuchilla del tintero, chapa de goteo
•	Controlar, ajustar rodillo de película. Limpiar, controlar, ajustar los rodillos

Fuente: elaboración propia.

- **Batería de entintaje**

La batería de entintaje es el lugar donde se almacenan las tintas; esta está compuesta por el tintero y el rodillo del tintero para la transferencia de las tintas. La tinta tiende a formar grumos con el pasar de las horas, por lo que siempre se debe realizar limpieza al sistema.

La tabla LXXIX presenta la falla de batería de entintaje y el procedimiento para la solución en la torre inferior y superior de impresión

Tabla LXXX. **Fallas y soluciones, limpieza de batería de entintaje**

Limpieza batería de entintaje	
•	Limpiar la batería de entintaje, con especial cuidado al cambiar la tinta. Emplear detergente para rodillos.
•	Limpiar el tintero y el rodillo del tintero, con especial cuidado al cambiar la tinta. Limpiar la chapa de goteo.
•	Vaciar y limpiar el recipiente de goteo.

Fuente: elaboración propia.

- Rodillos de película

Los rodillos de película transfieren la tinta a los rodillos de las mantillas. Estos tienen ciertas propiedades para adherir la tinta. Estos rodillos fácilmente se desajustan, por lo que es la falla principal.

La tabla LXXX presenta la falla mecánica de los rodillos de película y el procedimiento para la solución en la torre inferior y superior de impresión.

Tabla LXXXI. **Fallas y soluciones, ajuste de rodillos de película**

Ajuste de rodillos de película	
•	Limpiar el rodillo de película y el rodillo del tintero. Conectar el rodillo de película
•	Aflojar los tornillos. Ajustar la abertura uniforme al rodillo del tintero
•	Girando el casquillo excéntrico en “Sli+Slii”, calibre 0,08: suavemente extraíble
•	Calibre 0,1: fijo. Apretar los tornillos. Volver a controlar el ajuste correcto
•	Ajustar el rodillo transmisor de tinta

Fuente: elaboración propia.

En el estudio técnico se clasificaron los tiempos de fallas mecánicas para tener un punto de partida para determinar cómo estaba el rendimiento de la planta, dicho estudio tuvo la duración de tres meses.

La tabla LXXXI presenta los tiempos de paro las unidades impresoras que fueron causados por las fallas mecánicas de ajuste, intermedias y críticas, expresados en minutos y horas.

Tabla LXXXII. Tiempo de paro en fallas de estudio técnico, torre inferior y superior de impresión Uniset 70

Unidades de impresión	Tipo de falla	Tiempo de paro (min)	Tiempo de paro (hrs)
Diferencia registros de impresión	Intermedia	441	7,35
Manchas de tinta en mantillas	Ajuste	181	3,02
Tensión en las mantillas	Ajuste	179	2,98
Lubricación en el cuerpo impresor	Crítica	189	3,15
Lubricación en batería de entintaje	Crítica	200	3,33
Batería de entintaje	Crítica	81	1,35
Rodillos de película	Intermedia	42	0,70
Total	-	1 313	21,88

Fuente: elaboración propia.

La tabla LXXXII presenta el resumen de los paros mecánicos de la torre inferior y superior de impresión Uniset 70

Tabla LXXXIII. Eficiencia mecánica de torre inferior y superior de impresión Uniset 70

Tipo	Datos
Días estudio técnico	90
Horas estudio técnico	2 160
Horas paro por fallas	21,88
Porcentaje horas en falla máquina	1,01 %

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje del tiempo que estuvo parada la máquina es del 1,01 % de los tres meses del estudio técnico equivalente a 1,01 % horas (1 313 min).

3.3.3.2.2. Eléctrico

La tabla LXXXIII presenta las fallas eléctricas de las unidades impresoras presentadas en el estudio técnico, clasificadas como ajuste, intermedia y crítica.

Las posibles soluciones de cada una de las fallas presentadas en el estudio técnico son las siguientes:

Tabla LXXXIV. **Fallas eléctricas en estudio técnico: torre inferior y superior de impresión**

Total	Tipo de falla	Cantidad de fallas	% Fallas
Fugas en electroválvulas	Intermedia	8	38 %
Encoder del motor	Intermedia	4	19 %
Accionamiento del turbomojador	Intermedia	3	14 %
Botón sin funcionamiento	Ajuste	3	14 %
Panel principal	Intermedia	2	10 %
Motor de bobinas	Crítica	1	5 %
Total	-	21	100 %

Fuente: elaboración propia.

- Fuga en electroválvulas

Una electroválvula es una válvula; está diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide, estas tienen dos posiciones: abierto y cerrado. Las electroválvulas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de fluidos.

La tabla LXXXIV presenta la falla eléctrica de una fuga en una electroválvula y el procedimiento para la solución en la torre inferior y superior de impresión.

Tabla LXXXV. **Fallas y soluciones, fugas en electroválvulas**

Fugas en electroválvulas	
•	Retirar los tornillos, para sacar la tapa. Precaución debido a que entre membrana y la tapa hay un muelle que puede saltar.
•	Revisar la membrana. Comprobar que no está picada o tenga agujeros.
•	Lavar la membrana con agua corriente, limpiar el asiento y retirar toda la suciedad que tenga.
•	Vuelve a montar la membrana y el muelle en el mismo orden, colocar la tapa de la electroválvula
•	Apretar correctamente los tornillos. Coloca el solenoide y abrir el paso de agua.
•	Probar la electroválvula de forma manual. Se aflojará el tapón de purga de la parte alta de la electroválvula.
•	y comprobar si permite el paso de agua hacia los difusores o aspersores.
•	Comprobar que al girar el solenoide se abre y cierra el paso de agua.

Fuente: elaboración propia.

- Encoder del motor

Los encoders convierten el movimiento en una señal eléctrica; esta es leída por la computadora central de la empalmadora de bobinas; el encoder envía una señal de respuesta que es utilizada para determinar la posición, contar, velocidad o dirección.

La tabla LXXXV presenta la falla eléctrica en el encoder del motor y el procedimiento para la solución en las unidades impresoras.

Tabla LXXXVI. **Fallas y soluciones, encoder del motor**

Encoder del motor	
•	Revise la conexión del encoder
•	Limpie los contactos introduciendo y sacando el plug encoder en los contactos
•	Sustituya el encoder en caso de no funcionar

Fuente: elaboración propia.

- Accionamiento del turbo mojado

El turbo mojado es un sistema que ingresa agua con cierto porcentaje de hidrogeno, para crear una reacción química con la tinta de impresión y los rodillos de impresión.

La tabla LXXXVI presenta la falla eléctrica en el accionamiento del turbo mojado y el procedimiento para la solución en las unidades impresoras.

Tabla LXXXVII. **Fallas y soluciones, accionamiento del turbo mojado**

Accionamiento del turbo mojado	
•	Montar el equipo turbo mojado.
•	Aflojar el tornillo, desplazar el motor de accionamiento para ajustar la tensión de la correa.
•	Apretar el tornillo. Controlar la eficacia de frenado del motor de accionamiento:
•	Tiempo del frenado mínimo de 3 a 5 s. Un tiempo de frenado inferior al indicado deteriora la correa.
•	Un tiempo mayor hace que la duración de rociado del turbo rodillo se prolongue.
•	Las oscilaciones se pueden corregir solamente mediante el software.

Fuente: elaboración propia.

- Botonera

Las botoneras se refieren a todos los botones que generan comandos a la computadora central de la empalmadora de bobinas.

La tabla LXXXVII presenta la falla eléctrica en las botoneras y el procedimiento para la solución en las unidades impresoras.

Tabla LXXXVIII. **Fallas y soluciones, botonera**

Botón sin funcionamiento
• Revisión del panel de control
• Limpieza de contactores
• Aplicación de espuma para limpiar
• Apretar tornillos
• Revisión de que no existan botones quebrados

Fuente: elaboración propia.

- **Falla en panel principal**

En el panel principal está todo el cableado eléctrico de la máquina donde se encuentra alojada la computadora central. Todos los botones pulsadores para generar comandos están dentro del armario, la falla principal es por falsos contactos en los bornes.

La tabla LXXXVIII presenta la falla eléctrica el panel principal y el procedimiento para la solución en las unidades impresoras.

Tabla LXXXIX. **Fallas y soluciones panel principal**

Panel principal
• Limpieza de todas las borneras
• Apretar tornillos de borneras
• Sopetear filtros con aire sin dieléctrico

Fuente: elaboración propia.

- **Motor de bobinas**

El motor de bobinas es el encargado de impulsar la banda de papel a través de las unidades impresoras. Estos motores son principales en las máquinas para producir las revistas.

La tabla LXXXIX presenta la falla eléctrica del motor de bobinas y el procedimiento para la solución en las unidades impresoras.

Tabla XC. **Fallas y soluciones motor de bobinas**

Motor de bobinas	
•	Limpieza, re aislamiento, secado del inducido, torneado y fresado del colector.
•	Control del bobinado del inducido. Cambio de rodamientos.
•	Limpieza y re aislamiento de la tapa trasera.
•	Control de desgaste de las escobillas, ajuste de las mismas, y cambio si es necesario.
•	Reglaje de la altura de la porta escobillas y calaje lineal neutro.
•	Revisión eléctrica y control del dinamo tacométrico.
•	Ajuste del freno, control del par.
•	Control de encoder.
•	Control dimensional del eje.
•	Ventilación: verificación, desmontaje, limpieza, reaislamiento, secado, cambio de rodamientos, montaje y pruebas.

Fuente: elaboración propia.

En el estudio técnico se clasificaron los tiempos de fallas eléctricas para tener un punto de partida para determinar cómo estaba el rendimiento de la planta, dicho estudio tuvo una duración de tres meses.

La tabla XC presenta los tiempos de paro las unidades impresoras que fueron causados por las fallas eléctricas de ajuste, intermedias y críticas, expresados en minutos y horas.

Tabla XCI. **Tiempo de paro por fallas eléctricas, torres de impresión**

Unidades de Impresión	Tipo de falla	Tiempo de paro (min)	Tiempo de paro (hrs)
Fugas en electro válvulas	Intermedia	180	3,00
Encoder del motor	Intermedia	172	2,87
Accionamiento del turbo mojado	Intermedia	190	3,17
Botón sin funcionamiento	Ajuste	43	0,72
Panel principal	Intermedia	60	1,00
Motor de bobinas	Crítica	492	8,20
Total	-	1 137	18,95

Fuente: elaboración propia.

La tabla XCI presenta el resumen de los paros eléctricos de la TORRE INFERIOR Y SUPERIOR DE IMPresión Uniset 70 son los siguientes.

Tabla XCII. **Eficiencia eléctrica de las torres de impresión**

Tipo	Datos
Días estudio técnico	90
Horas estudio técnico	2 160
Horas paro por fallas	18,95
Porcentaje horas en falla máquina	0,88 %

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje del tiempo que estuvo parada la por fallas eléctricas es del 0,88 % de los tres meses, un total de 18,95 horas (1 137 min).

3.3.3.3. Insumos de los mantenimientos

Los insumos que se utilizaron para los mantenimientos fueron los siguientes:

- Insumos
 - Espuma de limpieza de contactos, aire comprimido
 - Thiner y *wipe*
 - Juego de tornillos
 - Lubricantes y grasas
 - Aditivos
 - Medidores de eléctricos
 - Ácidos

- Herramientas
 - Desarmadores, alicate y pinzas eléctricas

3.3.3.4. Frecuencia de los mantenimientos

La tabla XCII presenta la frecuencia de los mantenimientos preventivos mecánicos y eléctricos, que se encontraron en el departamento de mantenimiento.

Tabla XCIII. **Resumen de los mantenimientos preventivos anuales torre inferior y superior de impresión Uniset 70**

Frecuencia mantenimiento	Unidad Uniset	
	Mantenimiento mecánico	Mantenimiento eléctrico
Mantenimiento diario	-	-
Mantenimiento semanal	X	-
Mantenimiento mensual	-	X
Mantenimiento trimestral	X	-
Mantenimiento anual	-	-

Fuente: elaboración propia

3.3.4. Horno Ecotherm

El horno Ecotherm es una máquina con una de las principales funciones antes de finalizar el proceso de producción y pasar al área de despacho. Es el encargado de secar la tinta impregnada en la banda de papel posterior al salir de las unidades de impresión.

3.3.4.1. Descripción de la máquina

La función del horno, como su nombre lo indica, es de secar la tinta que ha sido transferida al papel; este horno funciona a base de gas con diferentes temperaturas a través del proceso.

3.3.4.2. Tipos de mantenimientos

Dicha máquina cuenta con mantenimientos mecánicos y eléctricos, en el área de los mantenimientos mecánicos se toman en cuenta los hidráulicos también.

3.3.4.2.1. Mecánico

La tabla XCIII presenta las fallas mecánicas del horno Ecotherm presentadas en el estudio técnico; clasificadas como ajuste, intermedia y crítica:

Tabla XCIV. **Fallas mecánicas en estudio técnico: horno Ecotherm**

Total	Tipo de falla	Cantidad de fallas	% Fallas
Problemas correas en V	Crítica	5	33 %
Cojinetes de los ventiladores	Crítica	3	20 %
Válvula de aire caliente	Intermedia	3	20 %
Tela filtrante	Intermedia	1	7 %
Presión de aire quemador superior e inferior	Intermedia	1	7 %
Presión de gas baja	Intermedia	1	7 %
Quemador superior	Crítica	1	7 %
Total	-	15	100 %

Fuente: elaboración propia.

Las posibles soluciones de cada una falla presentada en el estudio técnico son las siguientes:

- Correas en V

Las correas en V generan movimiento a través de todo el horno para el movimiento de la banda de papel, impulsadas por un motor central y dos ejes, uno en el inicio del horno y otro al finalizarlo.

La tabla XCIV presenta la falla mecánica de las correas en V y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm

Tabla XCV. **Fallas y soluciones correas en V**

Problemas correas en V	
•	Desatornillar la tapa de protección, por la parte inferior para quitar la tapa
•	Desatornillar tres tuercas del motor eléctrico
•	Desatornillar la corredera de ajuste, las correas en V quedaran sin tensión
•	Desatar la correa en V de la polea de cable del motor para quitarla
•	Cambiar la correa y colocar la nueva
•	Montar todo

Fuente: elaboración propia

- Cojinetes de ventiladores

Los ventiladores se utilizan para enfriar la banda de papel posterior a que esta ha pasado por el horno. Los cojinetes generan el movimiento por los motores, para impulsar las hélices.

La tabla XCV presenta la falla mecánica de los cojinetes de los ventiladores y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla XCVI. **Fallas y soluciones, cojinetes de ventiladores**

Cojinetes de los ventiladores	
•	Existen dos maneras de engrasar los cojinetes
•	Niples de lubricación, estando provisto los niples de lubricación, los cojinetes engrasarlos
•	por medio de una prensa de engrase, utilizando 10 gramos de lubricantes

Fuente: elaboración propia.

- Válvula de aire caliente

Las válvulas se utilizan para dirigir y permitir el flujo del aire, esta válvula de aire caliente se utiliza al inicio del horno; este induce un aire caliente al ingresar para iniciar a secar la tinta en la banda de papel.

La tabla XCVI presenta la falla mecánica de la válvula de aire caliente y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla XCVII. Fallas y soluciones, válvula de aire caliente

Válvula de aire caliente
• Quitar la grasa metálica protectora
• Desatornillar los tornillos de fijación de apoyo del motor
• Activar el motor para que pueda salir el vástago
• Cerrar la válvula de aire, y marcar la posición de apoyo al motor
• Activar el motor para que el vástago del motor entre por los menos por 5 mm
• Empujar, el motor hacia adelante, hasta que el motor llegue a estar a una distancia de 5 mm de la marca
• Colocar tornillos de fijación del apoyo
• Controlar el ajuste

Fuente: elaboración propia.

- Tela filtrante

La tela filtrante se utiliza para retener todos los restos de papel que lleva la banda de papel; se encuentran al inicio del horno.

La tabla XCVII presenta la falla mecánica tela filtrante y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla XCVIII. Fallas y soluciones, tela filtrante

Tela filtrante
• Quitar la grasa metálica del armario de lubricación en parte inferior
• Limpiar la gasa metálica
• Limpiar la tela filtrante del armario de distribución

Fuente: elaboración propia.

- Presión de aire quemador superior e inferior

La presión de aire pasa por las válvulas, este aire es controlado por el regulador de presión.

La tabla XCVIII presenta la falla de presión de aire quemador superior e inferior y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla XCIX. **Fallas y soluciones, presión de aire quemador superior e inferior**

Presión de aire quemador superior e inferior	
•	Controlar el ventilador del quemador
•	Controlar el regulador de frecuencia
•	Controlar el funcionamiento del regulador de presión 2050 de la entrada 6

Fuente: elaboración propia.

- Presión de gas baja

La presión de gas para los quemadores es controlada por un manómetro; este gas llega al techo del horno para iniciar la llama que genera la temperatura para secar la tinta.

La tabla XCIX presenta la falla mecánica de presión de gas baja y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla C. **Fallas y soluciones, presión de gas baja**

Presión de gas baja	
•	Controlar la presión de gas en el manómetro a 100 bar
•	Controlar el interruptor de la presión de gas S2125 de la entrada 8

Fuente: elaboración propia.

- Quemador superior

El quemador expulsa la llama, allí es donde realiza la combustión con el gas, para generar la temperatura para secar la tinta.

La tabla C presenta la falla mecánica del quemador superior y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla CI. **Fallas y soluciones, quemador de arriba no arranca**

No enciende quemador de arriba	
•	Controlar la bujía de encendido del quemador de arriba
•	Controlar la distancia entre los electrodos y la bujía
•	Cambiar la bujía

Fuente: elaboración propia.

En el estudio técnico se clasificaron los tiempos de fallas mecánicas para tener un punto de partida para determinar cómo estaba el rendimiento de la planta, dicho estudio tuvo la duración de tres meses.

La tabla CI presenta los tiempos de paro del horno Ecotherm que fueron causados por las fallas mecánicas de ajuste, intermedias y críticas, expresados en minutos y horas.

Tabla CII. **Tiempo de paro en fallas de estudio técnico, horno Ecotherm**

Horno Ecotherm	Tipo de falla	Tiempo de paro (min)	Tiempo de paro (hrs)
Problemas correas en V	Crítica	180	3,00
Cojinetes de los ventiladores	Crítica	92	1,53
Válvula de aire caliente	Intermedia	91	1,52
Tela filtrante	Intermedia	24	0,40
Quemador superior e inferior	Intermedia	17	0,28
Presión de gas baja	Intermedia	54	0,90
Quemador superior	Crítica	165	2,75
Total	-	623	10,38

Fuente: elaboración propia.

La tabla XCI presenta el resumen de los paros mecánicos del horno Ecotherm:

Tabla CIII. **Eficiencia mecánica de horno Ecotherm**

Tipo	Datos
Días estudio técnico	90
Horas estudio técnico	2 160
Horas paro por fallas	10,38
Porcentaje horas en falla máquina	0,48 %

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje del tiempo que estuvo parada la máquina es del 0,48 % de los tres meses del estudio técnico equivalente a 10,38 horas (623 min).

3.3.4.2.2. Eléctrico

La tabla CIII presenta las fallas eléctricas del horno Ecotherm presentadas en el estudio técnico, clasificadas como ajuste, intermedia y crítica.

Tabla CIV. **Fallas eléctricas en estudio técnico: horno Ecotherm**

Total	Tipo de falla	Cantidad de fallas	% Fallas
Sensores ópticos	Ajuste	6	21 %
Célula UV	Intermedia	5	17 %
Cambio de bujía	Intermedia	5	17 %
Micro interruptores de las puertas	Crítica	4	14 %
Sensores de las puertas	Ajuste	4	14 %
Motor del ventilador	Crítica	3	10 %
Lámpara de la célula UV	Intermedia	2	7 %
Conducción de la puerta de latón	Crítica	1	3 %
Conductos interruptores	Crítica	1	3 %
Total	-	29	100 %

Fuente: elaboración propia.

Las posibles soluciones de cada una de las fallas presentadas en el estudio técnico son las siguientes:

- **Sensores ópticos**

Los sensores ópticos envían señales a la computadora central, para indicar el estado de la máquina; por ejemplo: si hay banda de papel dentro del horno, temperatura dentro del horno, temperatura en la entrada y salida del horno, etc.

La tabla CIV presenta la falla eléctrica de los sensores ópticos y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla CV. **Fallas y soluciones, sensores ópticos**

Sensores ópticos
<ul style="list-style-type: none">• Limpieza de los sensores ópticos de la protección por haz luminoso

Fuente: elaboración propia.

- **Célula UV**

La célula ultravioleta se utiliza para la detección de llama en los quemadores superiores e inferiores.

La tabla CV presenta la falla eléctrica de la célula UV y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla CVI. **Fallas y soluciones, célula UV**

Célula UV
<ul style="list-style-type: none">• Sacar la célula de UV del fijador, con el desatornillador de fijación.
<ul style="list-style-type: none">• Controlar el funcionamiento de la célula, poniendo una llama delante del lente.
<ul style="list-style-type: none">• Controlar en A2218, respecto a la célula de arriba, así como A2231, en cuanto a la célula de abajo, la luz verde encenderá.
<ul style="list-style-type: none">• Montar la célula UV en el fijador.

Fuente: elaboración propia.

- **Bujía**

La bujía es el elemento que produce el encendido de la mezcla de combustible y oxígeno en los cilindros de los quemadores, mediante una chispa.

La tabla CVI presenta la falla eléctrica de la bujía y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla CVII. **Fallas y soluciones, cambio de bujía**

Cambio de bujía	
•	Sacar la célula de UV del fijador, con el desatornillador de fijación.
•	Quitar el protector de la bujía.
•	Remover el tornillo de anillo del tubo protector de la bujía, al cual quedara fijado el cable a tierra, para que esta no esté bloqueada.
•	Separar la conexión de aire de a bujía.
•	Remover la bujía del tubo protector.
•	Limpiar el tubo protector por dentro y soplarlo con aire comprimido.
•	Controlar los electrodos para ver si hay corrosión en ellos.
•	Si existe limpiarlo con lana de acero y cepillo de cobre.
•	Conectar la bujía en el tubo protector. El anillo en V deberá cerrar bien contra el toque.
•	Bloquear la bujía por el tornillo, procurando que el cable de toma de tierra este bien fijado.
•	Conectar el aire comprimido.
•	Colocar el protector de la bujía.
•	Remontar la célula UV en su fijador.

Fuente: elaboración propia.

- Micro interruptores de las puertas

Los microinterruptores cierran automáticamente las puertas del horno, al iniciar la producción desde el enhebrador de bandas.

La tabla CVII presenta la falla eléctrica de los microinterruptores de las puertas y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla CVIII. **Fallas y soluciones, microinterruptores de las puertas**

Micro interruptores de las puertas	
•	Controlar las entradas número 24 y 27, por medio del control servicio.
•	Estas deben de tener un valor alto (1), al estar la puerta cerrada.
•	Controlar si antes de abrirse estas llegan a tener un valor bajo (0)
•	Controlar los micros de las puertas S10006 y S1009 de tal manera que su desconexión tenga lugar antes de cerrarse la puerta.

Fuente: elaboración propia.

- **Sensores de las puertas**

Los sensores de las puertas controlan que estas estén completamente cerradas para evitar la pérdida de calor y evitar un accidente con el horno a altas temperaturas. No arranca el horno si estas no están cerradas.

La tabla CVIII presenta la falla eléctrica de los sensores de las puertas y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla CIX. **Fallas y soluciones, sensores de las puertas**

Sensores de las puertas	
•	Abrir la puerta y entrar en modo servicio.
•	Controlar las entradas digitales 26 y 44, su valor debe de ser alto (1) por medio de una prensa de engrase, utilizando 10 gramos de lubricantes.
•	Al no ser así controlar los valores y configurarlos al valor más grande posible.

Fuente: elaboración propia.

- **Motor del ventilador**

El ventilador entra en uso al salir del horno la banda de papel para disminuir su temperatura. En diversas ocasiones este se estanca de restos de papel, por el proceso que ha tenido la banda.

La tabla CIX presenta la falla eléctrica del motor del ventilador y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla CX. **Fallas y soluciones motor del ventilador**

Motor del ventilador	
•	Quitar tornillos de fijación de la cubierta del ventilador
•	Sacar la cubierta del motor
•	Limpiar la rejilla de la cubierta
•	Limpiar el ventilador de refrigeración del motor
•	Limpiar las aletas de la refrigeración del motor

Fuente: elaboración propia.

- lámpara de la célula UV

La lámpara ultravioleta se desgasta por las reacciones químicas de secarse la tinta en la banda de papel, por lo que se debe cambiar debido a que reporta fallas, ya que no identifica que los quemadores estén encendidos.

La tabla CX presenta la falla eléctrica de la lámpara de la célula UV y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla CXI. **Fallas y soluciones, lámpara de la célula UV**

Lámpara de la célula UV	
•	Remover tornillo de fijación del enchufe de conexión
•	Quitar la tapa. Remover la lamparilla del fijador
•	Poner la lámpara nueva en el fijador
•	Montar la tapa y tornillos

Fuente: elaboración propia.

- Conducción de la puerta de latón

La tabla CXI presenta la falla eléctrica de conducción de la puerta de latón y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla CXII. **Fallas y soluciones, conducción puerta de latón**

Conducción de la puerta de latón	
•	Controlar la caja de latón.
•	Desmontar el revestimiento del lado servicio, en el lugar de la conducción de la puerta de cada una de las secciones. Controlar si la caja de latón no es gastada por más de 2 mm.
•	Cambiar la caja de latón.
•	Remover tornillos de la caja de latón.
•	Instalar nueva caja de latón y fijarla bien.
•	Controlar el ajusta del micro interruptor: nivel más alto de la puerta.
•	Colocar revestimiento desmontado.

Fuente: elaboración propia.

- Conductos interruptores

La tabla CXII presenta la falla eléctrica de los conductos interruptores y el procedimiento para la solución en el horno Ecotherm.

Tabla CXIII. **Fallas y soluciones conductos interruptores**

Conductos interruptores	
•	Remover la tuerca del acoplamiento rápido, situado entre el interruptor de presión y el conducto.
•	Extraer el interruptor de presión.
•	Agujerear el conducto, por alambre de soldar. Montar el interruptor de presión.

Fuente: elaboración propia.

En el estudio técnico se clasificaron los tiempos de fallas eléctricas para tener un punto de partida para determinar cómo estaba el rendimiento de la planta; dicho estudio tuvo la duración de tres meses.

La tabla CXIII presenta los tiempos de paro del horno Ecotherm que fueron causados por las fallas eléctricas de ajuste, intermedias y críticas, expresados en minutos y horas.

Tabla CXIV. **Tiempo de paro por fallas eléctricas, horno Ecotherm / pendiente**

Horno Ecotherm	Tipo de falla	Tiempo de paro (min)	Tiempo de paro (hrs)
Sensores ópticos	Ajuste	131	2,18
Célula UV	Intermedia	103	1,72
Cambio de bujía	Intermedia	102	1,70
Micro interruptores de la perta	Crítica	141	2,35
Sensores de las puertas	Ajuste	134	2,23
Motor del ventilador	Crítica	140	2,33
Lámpara de la célula UV	Intermedia	95	1,58
Conducción de la puerta de latón	Crítica	44	0,73
Conductos interruptores	Crítica	30	0,50
Total	-	920	14,10

Fuente: elaboración propia.

La tabla CXIV presenta el resumen de los paros eléctricos del horno Ecotherm.

Tabla CXV. **Eficiencia eléctrica de horno Ecotherm**

Tipo	Datos
Días estudio técnico	90
Horas estudio técnico	2 160
Horas paro por fallas	14,10
Porcentaje horas en falla máquina	0,65 %

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje del tiempo que estuvo parada la por fallas eléctricas es del 0,65 % de los tres meses, un total de 14,10 horas (920 min).

3.3.4.3. Insumos para los mantenimientos

Los insumos para los mantenimientos fueron los siguientes:

- Insumos
 - Espuma de limpieza de contactos, aire comprimido
 - Thiner y *wipe*
 - Juego de tornillos
 - Lubricantes y grasas
 - Aditivos
 - Medidores de eléctricos
 - Ácidos

- Herramientas
 - Desarmadores, alicate y pinzas eléctricas

3.3.4.4. Frecuencia de los mantenimientos

La tabla CXV presenta la frecuencia de los mantenimientos preventivos mecánicos y eléctricos, que se encontraron en el departamento de mantenimiento.

Tabla CXVI. **Resumen de los mantenimientos preventivos anuales horno Ecotherm**

Horno Ecotherm		
Frecuencia mantenimiento	Mantenimiento mecánico	Mantenimiento eléctrico
Mantenimiento diario	-	-
Mantenimiento semanal	-	-
Mantenimiento mensual	X	X
Mantenimiento trimestral	-	X
Mantenimiento anual	-	-

Fuente: elaboración propia.

3.3.5. Folder dos

El folder dos se utiliza para realizar los dobleces en los ejemplares, posterior a ser cortados en la misma máquina,; la velocidad de la máquina depende del tipo de ejemplar que se doblara.

3.3.5.1. Descripción de la máquina

La función del folder es doblar y cortar los ejemplares, dependiendo del tipo de ejemplar es así la cantidad de dobleces que se le realiza al mismo, para pasar a la fase final de empaque.

3.3.5.2. Tipos de mantenimientos

Dicha máquina cuenta con mantenimientos mecánicos y eléctricos, en el área de los mantenimientos mecánicos se toman en cuenta los hidráulicos también.

3.3.5.2.1. Mecánico

La tabla CXVI presenta las fallas mecánicas del folder dos presentadas en el estudio técnico, clasificadas como ajuste, intermedia y crítica.

Tabla CXVII. **Fallas mecánicas en estudio técnico: folder dos**

Total	Tipo de falla	Cantidad de fallas	% Fallas
Ajuste rodillos plegadores	Ajuste	6	29 %
Correa dentada de los rodillos plegadores	Intermedia	5	24 %
Rotura de la correa dentada	Ajuste	4	19 %
Rotura de la cuchilla plegadora	Ajuste	3	14 %
Correa dentada del tambor	Intermedia	2	10 %
Ajuste de los cepillos	Ajuste	1	5 %
Total	-	21	100 %

Fuente: elaboración propia.

Las posibles soluciones de cada una de las fallas presentadas en el estudio técnico son las siguientes:

- Ajuste de rodillos plegadores

Los rodillos plegadores se utilizan para realizar los dobles del ejemplar, estos trabajan bajo especificaciones en fuerza de Newton, por la acción del movimiento se desajustan.

La tabla CXVII presenta la falla mecánica de los rodillos plegadores y el procedimiento para la solución en el folder dos

Tabla CXVIII. **Fallas y soluciones, rodillos plegadores**

Rodillos plegadores	
•	Retener la cuchilla plegadora en el punto muerto inferior con un perno de 12 mm de
•	diámetro en la pared del módulo.
•	En caso necesario, aflojar el elemento tensor del tambor plegador, girar los rodillos plegadores y apretar nuevamente el elemento tensor.
•	Momento de tensión = 14 Nm por tornillo
•	En caso necesario, aflojar el tornillo tensor del rodillo plegador (B), girar los rodillos plegadores.
•	y apretar nuevamente el elemento tensor, momento de tensión = 70N.

Fuente: elaboración propia.

- **Correa dentada de los rodillos plegadores**

Los rodillos plegadores trabajan con ejes, la correa dentada es la que genera el movimiento de estos; en ocasiones estas correas se desajustan por el movimiento.

La tabla CXVIII presenta la falla mecánica de la correa dentada de los rodillos plegadores y el procedimiento para la solución en el folder dos

Tabla CXIX. **Fallas y soluciones, correa dentada de los rodillos plegadores**

Correa dentada de los rodillos plegadores
• Desmontar el revestimiento. Desmontar la correa dentada del tambor de 2. Plegado a los rodillos plegadores.
• A) Aflojar el tornillo 1 x M12. Extraer el aro angular de fijación axial.
• Cambiar / poner la correa dentada. Montar el aro angular de fijación axial con
• el pasador entallado. Apretar el tornillo.
• B) Aflojar los tornillos 2 x M5. Desmontar el aro angular de fijación axial.
• Cambiar / poner la correa dentada. Montar el aro angular de fijación axial.
• Apretar los tornillos. Montar la correa del tambor de plegado a los rodillos plegadores.

Fuente: elaboración propia.

- Rotura de la correa dentada

La rotura de una correa dentada es común, por el uso estas se desgastan; se tiene un procedimiento establecido para cambiarlas.

La tabla CXIX presenta la falla mecánica de la rotura de una correa dentada de los rodillos plegadores y el procedimiento para la solución en el folder dos.

Tabla CXX. **Fallas y soluciones, rotura de la correa dentada**

Rotura de la correa dentada
• Desconectar el interruptor principal y bloquearlo. Desmontar la protección en SII sobre el accionamiento por correa.
• Desmontar el revestimiento, y controlar la tensión de la correa (ramal de tiro).
• Fuerza de ensayo = 55N, Elasticidad 6 @ mm.
• En caso necesario, aflojar el tornillo de sujeción para palanca de la polea tensora y ajustar.
• la tensión de la correa con la polea tensora. Fijar el tornillo de fijación para palanca de la .
• polea tensora. Controlar nuevamente la tensión de la correa.

Fuente: elaboración propia.

- Rotura de la cuchilla plegadora

Las cuchillas plegadoras son las encargadas de cortar los ejemplares, estas pueden hacer hasta 100 cortes por minuto, por lo que el desgaste o rotura se da comúnmente.

La tabla CXX presenta la falla mecánica de la rotura de la cuchilla plegadora y el procedimiento para la solución en el folder dos.

Tabla CXXI. **Fallas y soluciones, rotura de la cuchilla plegadora**

Rotura de la cuchilla plegadora
• Aflojar los tornillos para la fijación de la cuchilla plegadora, desmontar los listones de revestimiento y la cuchilla plegadora.
• Colocar la cuchilla plegadora, ajustar el canto superior de la cuchilla plegadora paralelo al diámetro exterior del eje a la altura de ajuste: altura de ajuste 75,0 mm, apretar los tornillos para la fijación de la cuchilla plegadora.
• Atornillar el peso de equilibrado.
• Girar la plegadora a mano y controlar la entrada de la cuchilla plegadora entre los rodillos plegadores.

Fuente: elaboración propia.

- Correa dentada del tambor

El tambor es una pieza que gira, tiene la función de tomar los ejemplares doblados y cortados para ser pasados a las pinzas para su traslado al área de despacho. Este tambor tiene ciertas agujas para tomar el ejemplar y moverlo.

La tabla CXXI presenta la falla mecánica de la correa dentada del tambor y el procedimiento para la solución en el folder dos.

Tabla CXXII. **Fallas y soluciones, correa dentada del tambor**

Correa dentada del tambor
• Desmontar el revestimiento. Controlar la tensión de la correa (ramal de tiro)
• Fuerza de ensayo (f) N 60, Elasticidad (Ea) mm @ 6,5
• Desmontar la correa dentada del tambor de plegado a los rodillos plegadores
• Aflojar el tornillo de sujeción y ajustar la tensión. de la correa con la polea tensora
• Apretar el tornillo de sujeción. Controlar nuevamente la tensión de la correa
• Montar la correa dentada del tambor de plegado a los rodillos plegadores

Fuente: elaboración propia.

- Ajuste de los cepillos

La tabla CXXII presenta el ajuste de los cepillos y el procedimiento para la solución en el folder dos.

Tabla CXXIII. **Fallas y soluciones, ajuste de los cepillos**

Ajuste de los cepillos
• Panel de control 7, poner a 0 el potenciómetro Punto cero SI y Punto cero SII del reglaje de cepillos.
• Aflojar los tornillos cilíndricos y desmontar por completo el portacepillos.
• Cambiar los cepillos del portacepillos. Poner el porta-cepillos con los nuevos cepillos.
• sobre los calibres de inclinación enviados (2 unidades).
• El calibre deberá estar junto al tope del producto. El tope deberá ser ajustado rectamente (posición 0).

Fuente: elaboración propia.

En el estudio técnico se clasificaron los tiempos de fallas mecánicas para tener un punto de partida para determinar cómo estaba el rendimiento de la planta, dicho estudio tuvo una duración de tres meses.

La tabla CXIII presenta los tiempos de paro del folder dos que fueron causados por las fallas mecánicas de ajuste, intermedias y críticas, expresados en minutos y horas:

Tabla CXXIV. **Tiempo de paro en fallas mecánicas, folder dos**

Folder dos	Tiempo de paro (min)	Tiempo de paro (hrs)
Ajuste rodillos plegadores	120	2,00
Correa dentada de los rodillos plegadores	407	6,78
Rotura de la correa dentada	200	3,33
Rotura de la cuchilla plegadora	169	2,82
Correa dentada del tambor	87	1,45
Ajuste de los cepillos	60	1,00
Total	1 043	17,38

Fuente: elaboración propia.

El resumen de los paros mecánicos del horno Ecotherm son los siguientes:

Tabla CXXV. **Eficiencia mecánica del folder dos**

Tipo	Datos
Días estudio técnico	90
Horas estudio técnico	2 160
Horas paro por fallas	17,38
Porcentaje horas en falla máquina	0,80 %

Fuente: elaboración propia.

El porcentaje del tiempo que estuvo parada la por fallas mecánicas es del 0,80 % de los tres meses, un total de 17,38 horas (1 043 min).

3.3.5.2.2. Eléctrico

En el folder dos no se tuvieron fallas eléctricas en el periodo del estudio técnico, por lo que únicamente se evaluará si se debe agregar algún mantenimiento más.

3.3.5.3. Insumos para los mantenimientos

Los insumos que se utilizaron para los mantenimientos fueron los siguientes:

- Desarmadores de castigadera
- Desarmadores Philips
- Alicates
- Pinza eléctrica
- Guantes eléctricos
- Espuma de limpieza de contactos
- Thiner
- *Wipe*
- Tornillos de 5/8
- Regla de acero
- Aire comprimido
- Grasa regulada

3.3.5.4. Frecuencia de los mantenimientos

La tabla CXXV presenta la frecuencia de los mantenimientos preventivos mecánicos y eléctricos, que se encontraron en el departamento de mantenimiento.

Tabla CXXVI. **Resumen mantenimientos preventivos anuales, folder dos**

Folder dos

Frecuencia mantenimiento	Mantenimiento mecánico	Mantenimiento eléctrico
<i>Mantenimiento diario</i>	-	-
<i>Mantenimiento semanal</i>	-	-
<i>Mantenimiento mensual</i>	X	X
<i>Mantenimiento trimestral</i>	-	-
<i>Mantenimiento anual</i>	-	-

Fuente: elaboración propia.

4. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

El diseño de un plan de mantenimientos conlleva elementos importantes, como tipo de mantenimiento, duración de mantenimientos e insumos.

4.1. Descripción de las actividades del plan de mantenimientos

Un plan de mantenimiento es un documento estructurado y documentado de todas las tareas que incluyen las actividades, los procedimientos, los recursos y la escala de tiempo requerida para realizar el mantenimiento.

- El plan de mantenimiento debe ser analizado a fondo y modelado para producir resultados probabilísticos relevantes.
- El plan de mantenimiento debe cubrir las políticas de mantenimiento preventivo (por ejemplo, pruebas) y mantenimiento correctivo (por ejemplo, minimizar el tiempo de inactividad, restaurar la redundancia perdida).
- El plan de mantenimiento es parte de un plan general de operaciones y mantenimiento.

4.2. Objetivos del plan

- Maximizar la producción o el rendimiento operativo
- Identificar e implementar reducciones de costos
- Proporcionar registros de mantenimiento de equipos precisos

- Optimizar los recursos de mantenimiento, trabajo, materiales, contrato
- Optimizar la vida de los equipos de capital
- Minimizar el uso de energía
- Responsabilidad por cumplimiento ambiental, seguridad y salud

4.3. Alcances

El plan de mantenimientos preventivos para la planta de producción de *Prensa Libre* de zona 12 tuvo un tiempo de tres meses de recopilación de información con el fin de mejorar los paros de la planta, para disminuir los gastos y ser más eficientes la producción. Se debe trabajar en estrategia entre los integrantes de las diferentes jefaturas dentro de la organización, indica las acciones que dentro del ámbito de su competencia corresponda a cada uno, con el fin de controlar riesgos y evitar pérdidas.

4.4. Empalmadora de bobinas Man Plamag

Tiene como función principal alimentar de papel al área de producción y su principal mejora fue en los motores principales.

4.4.1. Plan de mantenimientos

La metodología para definir los nuevos mantenimientos de la máquina fue en la base histórica de los tres meses de las fallas, para de esa manera poner énfasis en las causas de las fallas más recurrentes; también, se usaron los resultados de las encuestas realizadas.

La tabla CXXVI presenta el resumen de los nuevos mantenimientos preventivos de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla CXXVII. Resumen de los mantenimientos mecánicos y eléctricos preventivos anuales empalmadora de bobinas Man Plamag

Mantenimiento	Tipo de mantenimiento	Frecuencia
Limpieza y lubricación	Mecánico	Semanal
Sistema neumático	Mecánico	Semanal
Mandriles de sujeción	Mecánico	Semanal
Cojinetes puente giratorio	Mecánico	Mensual
Sistema de frenos	Mecánico	Mensual
Sistema de carga de bobinas	Mecánico	Mensual
Carriles de rodaje	Mecánico	Semestral
Sensores del sistema	Eléctrico	Semanal
Sistema de pega y válvulas	Eléctrico	Mensual
Encoders motores	Eléctrico	Mensual
Motor de bobinas	Eléctrico	Semestral
Revisión general	Eléctrico	Semestral

Fuente: elaboración propia.

Las hojas técnicas de los mantenimientos se encuentran adjuntas en los anexos del documento.

4.4.1.1. Generalidades de los mantenimientos

Con el nuevo plan de mantenimientos se pudieron tomar tres meses de fallas para comparar el efecto positivo o negativo del plan realizado y puesto en marcha.

La tabla CXXVII presenta la comparación de las fallas mecánicas con el nuevo plan de mantenimientos preventivos de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla CXXVIII. **Comparación de fallas mecánicas de planes de mantenimientos**

- Falla	Plan antiguo Tiempo paro (hrs)	Nuevo plan Tiempo paro (hrs)	Comparación Diferencia (hrs)
Sistema neumáticos	2,07	1,67	0,40
Carriles de rodaje	1,25	0,70	0,55
Eje dentado	0,70	0,33	0,37
Cojinetes puente giratorio	2,33	1,25	1,08
Sistema de frenos	4,08	0,00	4,08
Mandriles de sujeción	0,50	0,57	-0,07
Total	10,93	4,52	6,42

Fuente: elaboración propia.

Se lograron erradicar las fallas del sistema de frenos y también se puso énfasis en los cojinetes del puente giratorio, en donde se logró disminuir 1,08 horas de tiempo perdido de la máquina. Se tuvo un efecto negativo en los mandriles de sujeción, en el cual se harán revisiones del mantenimiento definido. El total de mejora en fallas mecánicas fue de 6,42 horas en el lapso de tres meses.

La tabla CXXVIII muestra el resumen en horas de las fallas mecánicas con el nuevo plan de mantenimiento preventivo en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla CXXIX. **Comparación de horas de fallas mecánicas de los planes de mantenimientos**

Tipo	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Días estudio técnico	90	90	0
Horas estudio técnico	2 160	2 160	0
Horas paro por fallas	10,93	4,52	6,42
% horas en falla máquina	0,51 %	0,21 %	58,69 %

Fuente: elaboración propia.

Se tuvo una mejora del 58,69 % en tiempo de horas de fallas mecánicas, esto es efecto de los mantenimientos definidos en los sistemas de frenos y los cojinetes de los motores. A continuación, se presenta la comparación de las horas de las fallas eléctricas:

La tabla CXXIX presenta la comparación en horas de las fallas eléctricas con el nuevo plan de mantenimientos preventivos de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla CXXX. **Comparación de fallas eléctricas de los planes de mantenimiento**

- Falla	Plan antiguo Tiempo paro (hrs)	Nuevo plan Tiempo paro (hrs)	Comparación Diferencia (hrs)
Falla sensores sistema	2,12	1,25	0,87
Botones sin funcionamiento	1,00	0,87	0,13
Ecodres motores	1,87	0,25	1,62
Motor de bobinas	6,00	0,25	5,75
Total	10,98	2,62	8,37

Fuente: elaboración propia.

La mayor proporción de disminución de horas se dio en los motores de las bobinas; se logró mitigar gracias al nuevo mantenimiento definido, por acción de la suciedad de las bobinas de papel se generaban fallas en los sistemas internos y por el uso que había tenido la máquina sin un mantenimiento definido claramente.

La tabla CXXVIII muestra el resumen en horas de las fallas eléctricas con el nuevo plan de mantenimiento preventivo en la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla CXXXI. **Comparación de horas de fallas mecánicas de los planes de mantenimientos**

Tipo	plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Días estudio técnico	90	90	0
Horas estudio técnico	2 160	2 160	0
Horas paro por fallas	10,98	2,62	8,37
% horas en falla máquina	0,51 %	0. 12 %	76,18 %

Fuente: elaboración propia.

Se tuvo una mejora del 76,18 % en tiempo de horas de fallas mecánicas, esto es efecto de los mantenimientos definidos en los motores de las bobinas.

4.4.1.1.1. **Tiempo de ejecución del mantenimiento**

La tabla CXXXI contiene el resumen de los tiempos estimados de ejecución de los mantenimientos mecánicos y eléctricos de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Tabla CXXXII. Resumen de los tiempos de ejecución de mantenimientos mecánicos y eléctricos

Mantenimiento	Tipo de mantenimiento	Tiempo de ejecución
Limpieza y lubricación	Mecánico	60 min
Sistema neumático	Mecánico	60 min
Mandriles de sujeción	Mecánico	120 min
Cojinetes puente giratorio	Mecánico	120 min
Sistema de frenos	Mecánico	40 min
Sistema de carga de bobinas	Mecánico	100 min
Carriles de rodaje	Mecánico	300 min
Sensores del sistema	Eléctrico	30 min
Sistema de pega y válvulas	Eléctrico	30 min
Ecodres motores	Eléctrico	60 min
Motor de bobinas	Eléctrico	180 min
Revisión general	Eléctrico	180 min

Fuente: elaboración propia.

4.5. Enhebrado de banda Roland Uniset 70

4.5.1. Plan de mantenimientos

En dicha máquina se analizaron todos los componentes mecánicos y eléctricos en donde se tuvieron con más frecuencias fallas y que aportaban la mayor cantidad de horas de paro en el estudio técnico.

La tabla CXXXII presenta el resumen de los nuevos mantenimientos preventivos del enhebrador de banda Roland Uniset 70.

Tabla CXXXIII. **Resumen de los mantenimientos mecánicos y eléctricos preventivos anuales, enhebrado de banda Roland Uniset 70**

Mantenimiento	Tipo Mantenimiento	Frecuencia
Motores principales	Mecánico	Mensual
Guía de cadena	Mecánico	Mensual
Limpieza y lubricación	Mecánico	Semanal
Regulador de presión	Mecánico	Semanal
Sistema neumático	Mecánico	Mensual
Sistema de pega	Mecánico	Trimestral
Pulsadores de activación	Eléctrico	Semanal
Limpieza y revisión	Eléctrico	Mensual
Escáner de banda	Eléctrico	Mensual
Motores brushless	Eléctrico	Trimestral

Fuente: elaboración propia.

Las hojas técnicas de los mantenimientos se encuentran adjuntas en los anexos del documento.

4.5.1.1. Generalidades de los mantenimientos

Con el nuevo plan de mantenimientos mecánico se pudieron tomar tres meses de fallas para comparar el efecto positivo o negativo del plan realizado y puesto en marcha.

La tabla CXXXIII presenta la comparación de las fallas mecánicas con el nuevo plan de mantenimientos preventivos del enhebrador de banda Roland Uniset 70.

Tabla CXXXIV. **Comparación de fallas mecánicas en planes de mantenimientos**

-	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Falla	Tiempo paro (hrs)	Tiempo paro (hrs)	Diferencia (hrs)
Rotura de la banda	1,60	2,08	-0,48
Cadena circula despacio	2,05	0,80	1,25
Guía de la cadena	1,88	1,58	0,30
Paro del motor	15,37	5,00	10,37
Sistema de pega	0,65	0,63	0,02
Total	21,55	10,10	11,45

Fuente: elaboración propia.

En el área de los mantenimientos mecánicos se tuvieron grandes resultados debido a que en el estudio técnico se tuvo una falla que tuvo parada la máquina 15,37 horas, este fue un motor principal, debido a que los cojinetes se atrancaron y se rompieron. En la planta no habían tenido esa falla, por lo que no tenían repuestos disponibles en la bodega.

La tabla CXXVIV muestra el resumen en horas de las fallas mecánicas con el nuevo plan de mantenimiento preventivo del enhebrador de bandas Roland Uniset 70.

Tabla CXXXV. **Comparación de horas de fallas mecánicas de planes de mantenimientos**

Tipo	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Días estudio técnico	90	90	0
Horas estudio técnico	2 160	2 160	0
Horas paro por fallas	21,55	10,10	11,45
% horas en falla máquina	1,00 %	0,47 %	53,13 %

Fuente: elaboración propia.

Se tuvo una mejora del 53,13 % en tiempo de horas en fallas mecánicas, gracias al efecto de la mejora en los mantenimientos en los motores principales.

La tabla CXXXV presenta la comparación de las fallas mecánicas con el nuevo plan de mantenimientos preventivos del enhebrador de banda Roland Uniset 70.

Tabla CXXXVI. Comparación de fallas eléctricas en planes de mantenimientos

-	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Falla	Tiempo paro (hrs)	Tiempo paro (hrs)	Diferencia (hrs)
Sensores de detección	3,10	1,42	1,68
Escáner de banda	3,15	0,00	3,15
Pulsadores de activación	1,15	0,00	1,15
Botón sin funcionamiento	1,35	0,80	0,55
Motores Brushless	10,83	0,00	10,83
Total	19,58	2,22	17,37

Fuente: elaboración propia.

Con el nuevo plan de mantenimientos se lograron erradicar las fallas de los escáneres de banda, fallas en los pulsadores de activación y en el motor brushless; tuvo una mejora de 17,37 horas dentro de los dos planes de mantenimientos.

La tabla CXXVIV muestra el resumen en horas de las fallas eléctricas con el nuevo plan de mantenimiento preventivo del enhebrador de bandas Roland Uniset 70.

Tabla CXXXVII. **Comparación de horas de fallas eléctricas de planes de mantenimientos**

Tipo	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Días estudio técnico	90	90	0
Horas estudio técnico	2 160	2 160	0
Horas paro por fallas	19,58	2,22	17,37
% horas en falla máquina	0,91 %	0,10 %	88,68 %

Fuente: elaboración propia.

Con el nuevo plan de mantenimientos se pudo obtener una mejora del 88,68 % en comparación con el plan de mantenimientos antiguo.

4.5.1.1.1. **Tiempo de ejecución de los mantenimientos**

La tabla CXXXI contiene el resumen de los tiempos estimados de ejecución de los mantenimientos mecánicos y eléctricos del enhebrador de bandas Roland Uniset 70

Tabla CXXXVIII. **Resumen de tiempos de ejecución de mantenimientos mecánicos y eléctricos**

Mantenimiento	Tipo de mantenimiento	Tiempo de ejecución
Motores principales	Mecánico	300 min
Guía de cadena	Mecánico	180 min
Limpieza y lubricación	Mecánico	60 min
Regulador de presión:	Mecánico	40 min
Sistema neumático	Mecánico	120 min
Sistema de pega	Mecánico	120 min
Pulsadores de activación	Eléctrico	120 min
Limpieza y revisión	Eléctrico	60 min
Escáner de banda	Eléctrico	40 min
Motores Brushless	Eléctrico	210 min

Fuente: elaboración propia.

4.6. Torre inferior y superior de impresión Uniset 70

El plan de mantenimientos que se define en esta sección es para ambas unidades, la inferior y la superior. Con el correcto manejo de los cilindros se obtendrá una mejor calidad en la impresión de los ejemplares.

4.6.1. Tratamiento de cilindros Uniset 70

Los cilindros de placa, de paño de goma, de impresión y los anillos de marcha del cilindro, así como la circulación completa de humectante en las máquinas de impresión offset, están sujetos al ataque de la corrosión química o electroquímica debido a las sustancias utilizadas (p.ej., agua de humectación, agentes de lavado y limpieza). Igualmente, estos elementos sufren el desgaste producido por sustancias abrasivas contenidas en el papel y pigmentos duros de las tintas.

Todos los cilindros con recubrimiento anticorrosivo metálico o cerámico y las superficies de trabajo de los anillos de marcha del cilindro requieren medidas de protección y cuidado prolijo a fin de mantener su capacidad de funcionamiento.

- Humectantes

Los humectantes deben contener aditivos inhibidores de corrosión para acero y níquel al igual que sustancias buffer apropiadas desde el punto de vista de la corrosión.

Se debe tener en cuenta el balance correcto del humectante, adaptado al agua corriente del lugar, a las tintas empleadas y al sistema de humectación,

dado el caso, también a las placas de impresión. Los aditivos para el humectante en la concentración de aplicación no deben aumentar el contenido de cloruros en el agua en más de 10 ppm.

- Agentes de lavado y limpieza

Los agentes de lavado y limpieza para las superficies de los cilindros tanto como para los rodillos y los paños de goma deben estar libres de hidrocarburos clorados y presentar inhibidores de corrosión y no deben presentar vestigios de solventes reprocessados.

Los agentes de lavado de la clase de peligro A3 o aquellos de elevado punto de ebullición (punto de ignición > que 100°) deben ser utilizados en pequeña escala ya que, debido a su evaporación lenta, permanecen más tiempo sobre la superficie. Esto lleva a un índice de rozamiento menor. En todos los agentes de lavado se deben tener en cuenta las exigencias vigentes de protección en el trabajo y del medio ambiente.

- Gomas

Las gomas deben presentar un valor de pH no menor de 5,0. Los residuos de engomado sobre la parte posterior de las placas pueden producir un fuerte ataque corrosivo del recubrimiento de los cilindros. Lo mismo vale para restos de engomado que acceden a las superficies libres de los cilindros durante el engomado de las placas y que penetra debajo de ellas.

Por ello, las placas de impresión deberían presentar la menor cantidad posible de restos de engomado sobre su parte posterior. Se deben utilizar gomas con inhibidores de corrosión.

- Activadores de placa

Los activadores que llegan a la superficie de los cilindros pueden causar ataques corrosivos después de un tiempo de actividad muy reducido (comienzo de corrosión). Por tal motivo, deben usarse en la máquina activadores sólo si es indispensable y, en ese caso, con el mayor de los cuidados. Los residuos de activadores que llegan a la superficie de los cilindros deberán ser eliminados prolijamente. Las superficies afectadas deberán ser tratadas luego con un aceite inhibidor de corrosión. Además, se deberá cuidar que tengan escasa actividad corrosiva frente al níquel y al acero.

- Concentrados anticorrosivos y aceites de protección para los cilindros

Los concentrados anticorrosivos que vayan a aplicarse o bien los aceites de protección para los cilindros (aceites de protección contra la corrosión) para la limpieza y conservación de las superficies de los cilindros.

- Valor de pH

El valor de pH en la concentración de aplicación con el agua corriente debe encontrarse entre 5 y 7.

4.6.2. Plan de mantenimientos

El plan de mantenimientos para esta máquina tenía diversos problemas por temas de lubricación que no se estaban realizando de la manera correcta, como se describió en el capítulo dos, la función de esta es transferir la tinta a el papel por medio de cilindros. Por lo que la lubricación es indispensable y

también un tratamiento de los cilindros para evitar diferencias en los registros de impresión y manchas en las mantillas.

La tabla CXXXVIII presenta el resumen de los nuevos mantenimientos preventivos de la torre inferior y superior de impresión Uniset 70.

Tabla CXXXIX. Resumen de los mantenimientos mecánicos y eléctricos preventivos anuales unidades de impresión

Mantenimiento	Tipo de mantenimiento	Frecuencia
Registros de impresión	Mecánico	Diario
Revisión de mantillas	Mecánico	Diario
Lubricación para circulación de aceite	Mecánico	Semanal
Añadidura de aceite	Mecánico	Semanal
Lubricación de los rodamientos de los cilindros batidores de tinta	Mecánico	Mensual
Lubricación cojinetes cilindros	Mecánico	Mensual
Lubricar el mecanismo de conexión y desconexión de la impresión (d7)	Mecánico	Mensual
Lubricar la regulación de registro	Mecánico	Mensual
Lubricar registros sla y slla	Mecánico	Mensual
Lubricar el depósito de levado de rodillos	Mecánico	Mensual
Lubricar porta cuchillas del tintero	Mecánico	Mensual
Cambio de aceite anual	Mecánico	Anual
Revisión de motores	Mecánico	Anual
Fugas en electroválvulas	Eléctrico	Semanal
Sensores de llenada de tinta	Eléctrico	Semanal
Panel principal y lateral	Eléctrico	Mensual
Accionamiento del turbo mojado	Eléctrico	Mensual
Motor de bobinas	Eléctrico	Mensual

Fuente: elaboración propia.

Las hojas técnicas de los mantenimientos se encuentran adjuntas en los anexos del documento.

4.6.2.1. Generalidades de los mantenimientos

Con el nuevo plan de mantenimientos mecánico se pudieron tomar tres meses de fallas para comparar el efecto positivo o negativo del plan realizado y puesto en marcha.

La tabla CXXXIX presenta la comparación de las fallas mecánicas con el nuevo plan de mantenimientos preventivos de la torre inferior y superior de impresión Uniset 70.

Tabla CXL. **Comparación de fallas mecánicas en planes de mantenimientos**

-	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Falla	Tiempo paro (hrs)	Tiempo paro (hrs)	Diferencia (hrs)
Diferencia registros de impresión	7,35	3,92	3,43
Manchas de tinta en mantillas	3,02	0,92	2,10
Tensión en las mantillas	2,98	2,40	0,58
Lubricación en el cuerpo impresor	3,15	1,17	1,98
Corrosión en los cilindros	3,33	2,68	0,65
Lubricación de batería de entintaje	1,35	0,63	0,72
Rodillos de película	0,70	0,17	0,53
Total	21,88	11,88	10,00

Fuente: elaboración propia.

Se puso énfasis en las fallas con más horas, en el nuevo plan se designaron mantenimientos diarios para las diferencias de registros de impresión y manchas de tinta en las mantillas; estos eran pequeñas fallas que sumaban tiempo.

La tabla CXL muestra el resumen en horas de las fallas mecánicas con el nuevo plan de mantenimiento preventivo preventivos de la torre inferior y superior de impresión Uniset 70.

Tabla CXLI. Comparación de horas de fallas mecánicas de planes de mantenimientos

Tipo	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Días estudio técnico	90	90	0
Horas estudio técnico	2 160	2 160	0
Horas paro por fallas	21,88	11,88	1
% horas en falla máquina	1,01 %	0,55 %	45,70 %

Fuente: elaboración propia.

Con el nuevo plan de mantenimientos se pudo obtener una mejora del 45,70 % en comparación con el plan de mantenimientos antiguo.

La tabla CXLII presenta la comparación de las fallas eléctricas con el nuevo plan de mantenimientos preventivos de la torre inferior y superior de impresión Uniset 70.

Tabla CXLII. Comparación de fallas eléctricas en planes de mantenimientos

-	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Falla	Tiempo paro (hrs)	Tiempo paro (hrs)	Diferencia (hrs)
Fugas en electroválvulas	3,00	1,27	1,73
Encoder del motor	2,87	2,67	0,20
Accionamiento del turbo mojado	3,17	1,83	1,33
Botón sin funcionamiento	0,72	0,50	0,22
Panel principal	1,00	1,17	-0,17
Motor de bobinas	8,20	3,33	4,87
Total	18,95	10,77	8,18

Fuente: elaboración propia.

La mejora del plan de mantenimientos mecánicos de las unidades de impresión se basó principalmente en el motor de bobinas que era lo que principalmente había generado horas de paro, en comparación se lograron disminuir 4,87 horas. Las fugas de las electroválvulas generaron también un cambio en el plan de mantenimientos.

La tabla CXLII muestra el resumen en horas de las fallas mecánicas con el nuevo plan de mantenimiento preventivo preventivos de la torre inferior y superior de impresión Uniset 70.

Tabla CXLIII. Comparación de horas de fallas eléctricas de planes de Mantenimientos

Tipo	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Días estudio técnico	90	90	0
Horas estudio técnico	2 160	2 160	0
Horas paro por fallas	18,95	10,77	8,18
% horas en falla máquina	0,88 %	0,50 %	43,18 %

Fuente: elaboración propia.

Se tuvo una sustancial mejora en las horas de paro por falla, esto es gracias a los mantenimientos definidos en base al estudio técnico. La mejora fue de un 43,18 %.

4.6.2.1.1. Tiempo de ejecución del mantenimiento

La tabla CXLIII presenta el resumen de los tiempos estimados de ejecución de los mantenimientos mecánicos y eléctricos del enhebrador de bandas Roland Uniset 70.

Tabla CXLIV. **Resumen de los tiempos de ejecución de mantenimientos mecánicos y eléctricos**

Mantenimiento	Tipo mantenimiento	Tiempo de ejecución
Registros de impresión	Mecánico	40 min
Revisión de mantillas	Mecánico	40 min
Lubricación para circulación de aceite	Mecánico	60 min
Añadidura de aceite	Mecánico	60 min
Lubricación de los rodamientos de los cilindros batidores de tinta	Mecánico	60 min
Lubricación cojinetes cilindros	Mecánico	60 min
Lubricar el mecanismo de conexión y desconexión de la impresión (d7)	Mecánico	60 min
Lubricar la regulación de registro	Mecánico	60 min
Lubricar registros sla y slla	Mecánico	80 min
Lubricar el depósito de levado de rodillos	Mecánico	80 min
Lubricar porta cuchillas del tintero	Mecánico	80 min
Cambio de aceite anual	Mecánico	600 min
Revisión de motores	Mecánico	1,200 min
Fugas en electroválvulas	Eléctrico	120 min
Sensores de llenada de tinta	Eléctrico	60 min
Panel principal y lateral	Eléctrico	120 min
Accionamiento del turbo mojadador	Eléctrico	120 min
Motor de bobinas	Eléctrico	120 min

Fuente: elaboración propia.

4.7. Horno Ecotherm

El plan de mantenimientos sobre el horno Ecotherm ayudara a incrementar la productividad de la planta, debido a que se tenían fallas por la temperatura que existía dentro de la máquina y un goteo de aceite sobre la banda de papel.

4.7.1. Plan de mantenimientos

Al plan de mantenimientos mecánicos antiguo que tenía esta máquina le faltaban diversas revisiones de algunas partes, lo que hacía que con el uso tuviera fallas. Una fue la presión de los quemadores, que era únicamente un

tema neumático con los manómetros; pero no se estaba tomando en cuenta el problema de las telas filtrantes: absorbía la grasa del sistema de lubricación y esto hacia manchar con gotas de grasa los ejemplares ya impresos. El plan de mantenimientos definido se presenta:

La tabla CXLIV presenta el resumen de los nuevos mantenimientos preventivos del horno Ecotherm.

Tabla CXLV. Resumen de los mantenimientos mecánicos y eléctricos preventivos anuales, horno Ecotherm

Mantenimiento	Tipo de mantenimiento	Frecuencia
Sistema neumático	Mecánico	Mensual
Cadena de tracción	Mecánico	Mensual
Presión quemadores	Mecánico	Mensual
Correas en v	Mecánico	Mensual
Tela filtrante	Mecánico	Semestral
Motores principales	Mecánico	Semestral
Lámpara de la célula uv	Eléctrico	Mensual
Conducción puerta latón	Eléctrico	Mensual
Unidad de mantenimiento	Eléctrico	Semanal
Paneles de control	Eléctrico	Trimestral
Conductos interruptores	Eléctrico	Trimestral
Motor del ventilador	Eléctrico	Semestral

Fuente: elaboración propia.

Las hojas técnicas de los mantenimientos se encuentran adjuntas en los anexos del documento.

4.7.1.1. Generalidades de los mantenimientos

Con el nuevo plan de mantenimientos mecánico se pudieron tomar tres meses de fallas para comparar el efecto positivo o negativo del plan realizado y puesto en marcha. Los resultados de las fallas mecánicas se presentan.

La tabla CXXXIX presenta la comparación de las fallas mecánicas con el nuevo plan de mantenimientos preventivos del horno Ecotherm.

Tabla CXLVI. Comparación de fallas mecánicas en los planes de mantenimientos

-	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Falla	Tiempo paro (hrs)	Tiempo paro (hrs)	Diferencia (hrs)
Problemas correas en v	3,00	1,78	1,22
Cojinetes de los ventiladores	1,53	0,00	1,53
Válvula de aire caliente	1,52	1,05	0,47
Tela filtrante	0,40	0,53	-0,13
Presión aire quemador superior e inferior	0,28	0,62	-0,33
Presión de gas	0,90	0,93	-0,03
Quemadores	2,75	1,00	1,75
Total	10,38	5,92	4,47

Fuente: elaboración propia.

En dicha máquina fueron atípicos los resultados obtenidos, debido a que aumentaron las horas de falla en la tela filtrante y la presión de gas dentro del horno; se ha concluido que por el nuevo mantenimiento definido se han descuidado ciertos puntos importantes en dichas áreas; por lo que se tendrá que revisar nuevamente el mantenimiento mecánico que incluya dichas partes.

La tabla CXLVIII muestra el resumen en horas de las fallas mecánicas con el nuevo plan de mantenimiento preventivo preventivos del horno Ecotherm.

Tabla CXLVII. **Comparación de horas por fallas mecánicas de los planes de mantenimientos**

-	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Falla	Tiempo paro (hrs)	Tiempo paro (hrs)	Diferencia (hrs)
Días estudio técnico	90	90	0
Horas estudio técnico	2 160	2 160	0
Horas paro por fallas	10,38	5,92	4,47
% horas en falla máquina	0,48 %	0,27 %	43,02 %

Fuente: elaboración propia.

Con el nuevo plan de mantenimientos se pudo obtener una mejora del 43,02 % en comparación con el plan de mantenimientos antiguo.

La tabla CXXXIX presenta la comparación de las fallas eléctricas con el nuevo plan de mantenimientos preventivos del horno Ecotherm.

Tabla CXLVIII. **Comparación de fallas eléctricas en los planes de mantenimientos**

-	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Falla	Tiempo paro (hrs)	Tiempo paro (hrs)	Diferencia (hrs)
Sensores ópticos	2,18	0,50	1,68
Célula uv	1,72	1,28	0,43
Cambio de bujía	1,70	0,67	1,03
Microinterruptores de la perta	2,35	1,27	1,08
Sensores de las puertas	2,23	1,08	1,15
Motor del ventilador	2,33	0,80	1,53
Lámpara de la célula uv	1,58	1,58	0,00
Conducción de la puerta de latón	0,73	0,73	0,00
Conductos interruptores	0,50	0,50	0,00
Total	15,33	8,42	6,92

Fuente: elaboración propia.

Se tuvo una mejora de 6,92 horas con el nuevo plan de mantenimientos eléctricos; se eliminaron los problemas con las lámparas de célula UV, la conducción de la puerta de latón y los conductos interruptores; lo que conllevó a la mejora de dichas horas.

La tabla CXLVIII muestra el resumen en horas de las fallas eléctricas con el nuevo plan de mantenimiento preventivo preventivos del horno Ecotherm.

Tabla CXLIX. Comparación de horas por fallas eléctricas de los planes de mantenimientos

Tipo	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Días estudio técnico	90	90	0
Horas estudio técnico	2 160	2 160	0
Horas paro por fallas	15,33	8,42	6,92
% horas en falla máquina	0,71 %	0,39 %	45,11 %

Fuente: elaboración propia.

Con el nuevo plan de mantenimientos se pudo obtener una mejora del 45,11 % en comparación con el plan de mantenimientos antiguo.

4.7.1.1.1. Tiempo de ejecución del mantenimiento

La tabla CXLIX presenta el resumen de los tiempos estimados de ejecución de los mantenimientos mecánicos y eléctricos del horno Ecotherm.

Tabla CL. **Resumen de tiempos de ejecución de los mantenimientos mecánicos y eléctricos**

Mantenimiento	Tipo de mantenimiento	Tiempo de ejecución
Sistema neumático	Mecánico	40 min
Cadena de tracción	Mecánico	40 min
Presión quemadores	Mecánico	60 min
Correas en v	Mecánico	60 min
Tela filtrante	Mecánico	60 min
Motores principales	Mecánico	60 min
Lámpara de la célula uv	Eléctrico	40 min
Conducción puerta latón	Eléctrico	40 min
Unidad de mantenimiento	Eléctrico	30 min
Paneles de control	Eléctrico	150 min
Conductos interruptores	Eléctrico	30 min
Motor del ventilador	Eléctrico	240 min

Fuente: elaboración propia.

Las hojas técnicas de los mantenimientos se encuentran adjuntas en los anexos del documento.

4.8. Folder dos

El folder dos tiene la función principal de cortar los ejemplares y doblarlos según las necesidades del caso.

4.8.1. Modo directo

En esta modalidad de funcionamiento el papel y la disposición de las páginas es normal; la velocidad de impresión es máxima según el modelo de rotativa, porque los cuadernillos salen directos al pasar por los 2 cilindros que componen esta máquina, el cilindro de corte y el cilindro de doblez.

Las 2 planchas puestas en la máquina son iguales y no existe diferencia entre ellas, normalmente se identifican como altas y bajas; el camino normal que toma el papel en este modo de trabajo hasta su salida como un cuadernillo doblado; por ello, se hace necesario conocer las principales partes involucradas:

- Rodillo RTF
- Formador
- Rodillos guías de entradas
- Abanico de entrega
- Cilindro de doblez
- Rodillos de segundo doblez
- Rodillos de primer doblez
- Cilindro de colectado y corte

4.8.2. Modo colecto

En este modo el doblador guarda un cuadernillo en el cilindro de corte, el cual espera al siguiente y se inserta en este al momento de pasar por la cuchilla de corte. La disposición de las planchas en la rotativa cambia porque ahora son diferentes, se haya diseñado el producto, la velocidad de impresión se reduce ahora a la mitad que en el modo anterior.

En este modo queda reducido a la mitad el número de impresiones por hora, pero su capacidad de paginado aumenta al doble, debido a que uno de los cuadernillos espera el siguiente; para luego unirse al mismo y doblarse los dos en el mismo punto; esta configuración puede ser muy útil en la industria y dependerá también del número de torres de impresión.

4.8.3. Plan de mantenimientos

La tabla CL presenta el resumen de los nuevos mantenimientos preventivos del folder dos.

Tabla CLI. **Resumen de los mantenimientos mecánicos y eléctricos preventivos anuales, folder dos**

Mantenimiento	Tipo de mantenimiento	Frecuencia
Cilindro colector y plegador	Mecánico	Semanal
Guía de cintas	Mecánico	Mensual
Rodilletes de leva	Mecánico	Semanal
Cojinetes si	Mecánico	Mensual
Correa dentada rodillos	Mecánico	Semestral
Paneles laterales	Eléctrico	Quincenal
Paneles principales	Eléctrico	Trimestral

Fuente: elaboración propia.

4.8.3.1. Generalidades de los mantenimientos

Con el nuevo plan de mantenimientos mecánico se pudieron tomar tres meses de fallas para poder comparar el efecto positivo o negativo del plan realizado y puesto en marcha. Los resultados de las fallas mecánicas se presentan:

La tabla CLI presenta la comparación de las fallas mecánicas con el nuevo plan de mantenimientos preventivos del folder dos.

Tabla CLII. **Comparación de las fallas mecánicas en los planes de mantenimientos**

-	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Falla	Tiempo paro (hrs)	Tiempo paro (hrs)	Diferencia (hrs)
Ajuste rodillos plegadores	2,00	2,87	-0,87
Correa dentada rodillos	6,78	2,95	3,83
Rotura de la correa dentada	3,33	2,30	1,03
Rotura cuchilla plegadora	2,82	2,63	0,18
Correa dentada del tambor	1,45	1,28	0,17
Ajuste de los cepillos	1,00	0,88	0,12
Total	17,38	12,92	4,47

Fuente: elaboración propia.

Se tuvo una mejora de 4,47 horas; se tuvo la mejor respuesta en la correa dentada de rodillos. En donde se mejoró el ajuste de los tambores plegados definiendo la tensión definida por el fabricante y tomando en cuenta la producción diaria.

La tabla CLII muestra el resumen en horas de las fallas mecánicas con el nuevo plan de mantenimiento preventivo del folder dos.

Tabla CLIII. **Comparación de horas por fallas mecánicas de los planes de mantenimientos**

-	Plan antiguo	Nuevo plan	Comparación
Falla	Tiempo paro (hrs)	Tiempo paro (hrs)	Diferencia (hrs)
Días estudio técnico	90	90	0
Horas estudio técnico	2 160	2 160	0
Horas paro por fallas	17,38	12,92	4,47
% horas en falla máquina	0,80 %	0,60 %	25,70 %

Fuente: elaboración propia.

Con el nuevo plan de mantenimientos se pudo obtener una mejora del 25,70 % en comparación con el plan de mantenimientos antiguo.

4.8.3.1.1. Tiempo de ejecución del mantenimiento

La tabla CLIII presenta el resumen de los tiempos estimados de ejecución de los mantenimientos mecánicos y eléctricos del folder dos.

Tabla CLIV. **Tiempo de ejecución del mantenimiento**

Mantenimiento	Frecuencia	Tiempo de ejecución
Cilindro colector y plegador	Semanal	60 min
Guía de cintas	Mensual	60 min
Rodilletes de leva	Semanal	120 min
Cojinetes si	Mensual	60 min
Sensores inductivos	Quincenal	60 min
Correa dentada rodillos	Semestral	180 min
Motores y paneles	Trimestral	120 min

Fuente: elaboración propia.

4.9. Diseño de plan de mantenimiento preventivo propuesto

El diseño del plan de mantenimientos preventivos se realizó con la ayuda de Microsoft Project Management; este programa se utiliza para la gestión de proyectos y actividades; el cual es ideal para la programación del plan de mantenimientos preventivos en la planta comercial de *Prensa Libre*.

Para cada máquina y equipo se realizó una propuesta de mantenimientos mecánicos y eléctricos. La propuesta está diseñada con la planificación de un año; se tiene en cuenta la duración del mantenimiento, la fecha de inicio, la fecha de fin, la frecuencia de la realización el mantenimiento, el costo del

mantenimiento, la jornada en la que se realizará el mantenimiento, la cantidad de técnicos que realizarán el mantenimiento y el tipo de mantenimiento (mecánico o eléctrico).

4.9.1. Planificación del plan de mantenimientos preventivos

Mediante Microsoft Project Management se realizó la propuesta de los mantenimientos preventivos mecánicos y eléctricos; se indica las características principales.

4.9.1.1. Empalmadora de bobinas

La planificación de los mantenimientos de la empalmadora de bobinas se detalla en esta sección, Se divide en mantenimientos mecánicos y eléctricos

- Planificación de los mantenimientos preventivos mecánico

La planificación de los mantenimientos preventivos mecánicos de la empalmadora de bobinas es la siguiente:

La figura 26 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de limpieza y lubricación de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

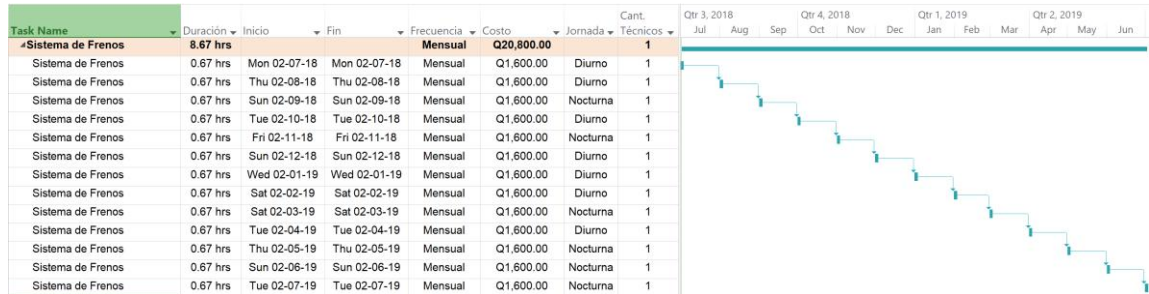
Figura 26. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: limpieza y lubricación - empalmadora de bobinas**

Tarea Name	Duración	Inicio	Fin	Frecuencia	Costo	Jornada	Cant. Técnicos	Cant.											
								Qtr 3, 2018	Qtr 4, 2018			Qtr 1, 2019			Qtr 2, 2019				
								Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
Limpieza y lubricación	53 hrs			Semanal	Q31,800.00		1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 01-07-18	Sun 01-07-18	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 08-07-18	Sun 08-07-18	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 15-07-18	Sun 15-07-18	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 22-07-18	Sun 22-07-18	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 29-07-18	Sun 29-07-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 05-08-18	Sun 05-08-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 12-08-18	Sun 12-08-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 19-08-18	Sun 19-08-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 26-08-18	Sun 26-08-18	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 02-09-18	Sun 02-09-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 09-09-18	Sun 09-09-18	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 16-09-18	Sun 16-09-18	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 23-09-18	Sun 23-09-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 30-09-18	Sun 30-09-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 07-10-18	Sun 07-10-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 14-10-18	Sun 14-10-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 21-10-18	Sun 21-10-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 28-10-18	Sun 28-10-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 04-11-18	Sun 04-11-18	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 11-11-18	Sun 11-11-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 18-11-18	Sun 18-11-18	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 25-11-18	Sun 25-11-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 02-12-18	Sun 02-12-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 09-12-18	Sun 09-12-18	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 16-12-18	Sun 16-12-18	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 23-12-18	Sun 23-12-18	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 30-12-18	Sun 30-12-18	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 06-01-19	Sun 06-01-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 13-01-19	Sun 13-01-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 27-01-19	Sun 27-01-19	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 03-02-19	Sun 03-02-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 10-02-19	Sun 10-02-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 17-02-19	Sun 17-02-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 24-02-19	Sun 24-02-19	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 03-03-19	Sun 03-03-19	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 10-03-19	Sun 10-03-19	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 17-03-19	Sun 17-03-19	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 24-03-19	Sun 24-03-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 31-03-19	Sun 31-03-19	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 07-04-19	Sun 07-04-19	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 14-04-19	Sun 14-04-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 21-04-19	Sun 21-04-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 28-04-19	Sun 28-04-19	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 05-05-19	Sun 05-05-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 12-05-19	Sun 12-05-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 19-05-19	Sun 19-05-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 26-05-19	Sun 26-05-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 02-06-19	Sun 02-06-19	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 09-06-19	Sun 09-06-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 16-06-19	Sun 16-06-19	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 23-06-19	Sun 23-06-19	Semanal	Q600.00	Nocturna	1												
Limpieza y lubricación	1 hr	Sun 30-06-19	Sun 30-06-19	Semanal	Q600.00	Diurno	1												

Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

La figura 27 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los mandriles de sujeción de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

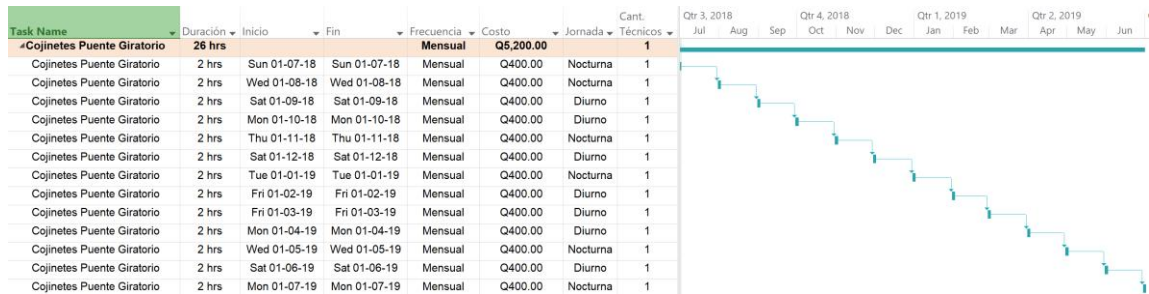
Figura 29. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: sistema de frenos - empalmadora de bobinas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

La figura 30 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los cojinetes giratorios de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

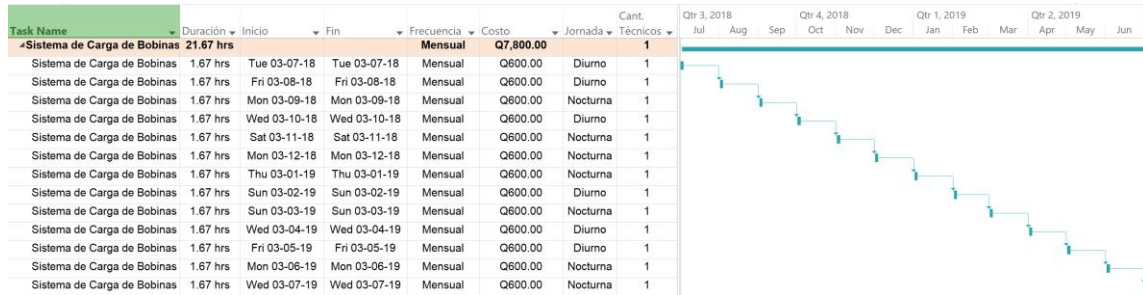
Figura 30. **Propuesta plan de mantenimiento preventivo mecánico: cojinetes puente giratorio - empalmadora de bobinas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

La figura 31 presenta la propuesta del plan de mantenimientos del sistema de carga de bobinas de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

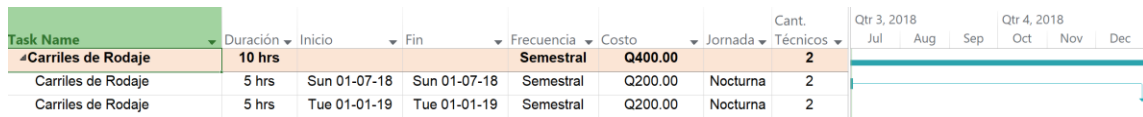
Figura 31. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: sistema de carga de bobinas - empalmadora de bobinas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

La figura 32 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los carriles de rodaje de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Figura 32. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: carriles de rodaje - empalmadora de bobinas**



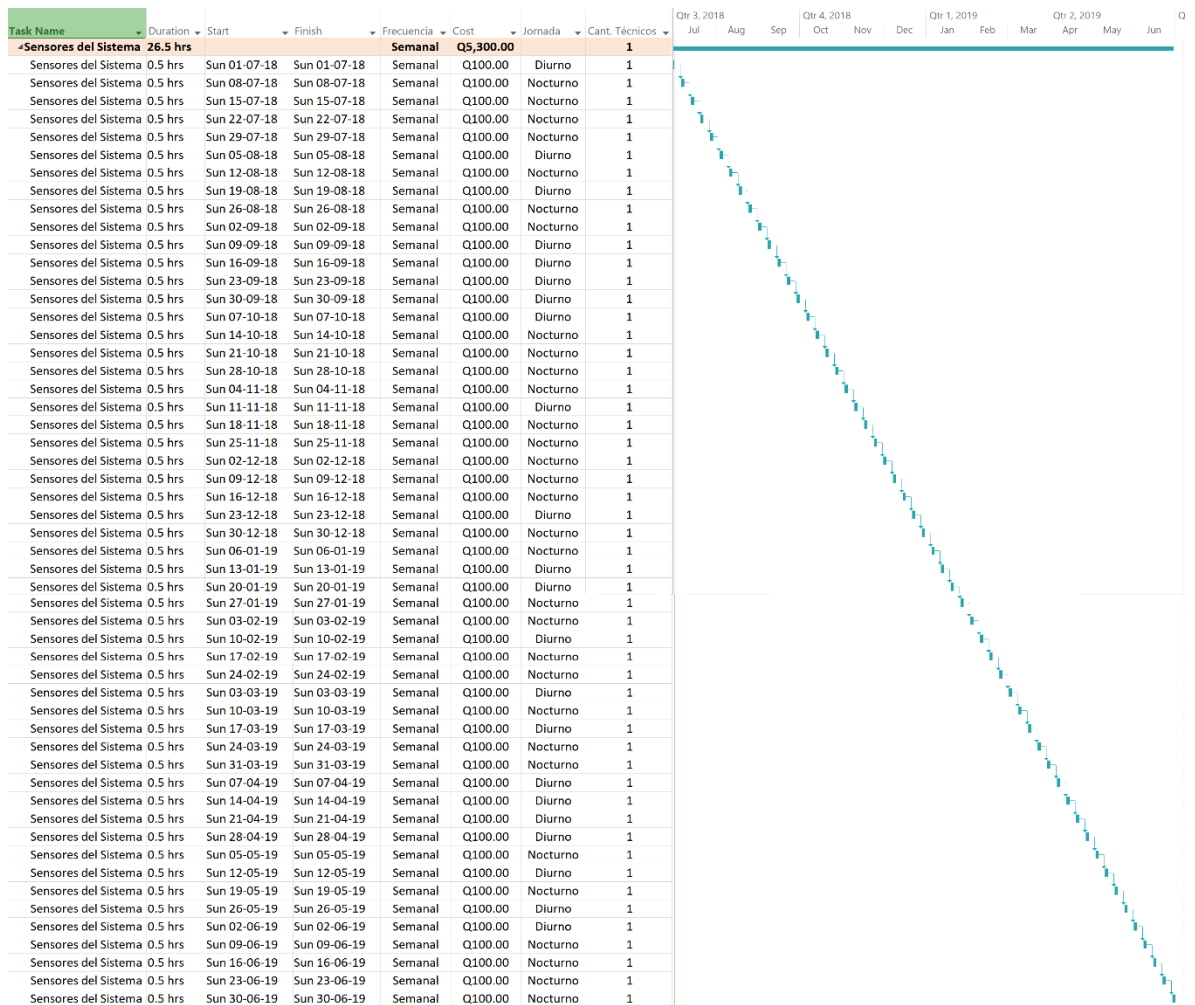
Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

- Planificación de los mantenimientos preventivos eléctricos

La planificación de los mantenimientos preventivos eléctricos de la empalmadora de bobinas es la siguiente:

La figura 33 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los sensores del sistema del sistema de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

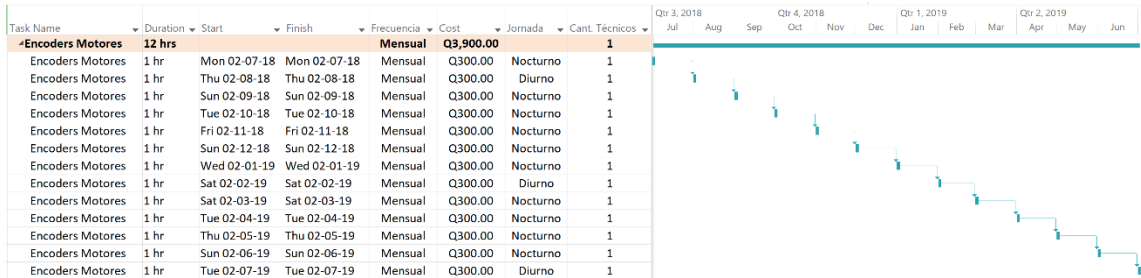
Figura 33. Propuesta plan de mantenimiento preventivo eléctrico: sensores del sistema - empalmadora de bobinas



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

La figura 34 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los encoders de los motores de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

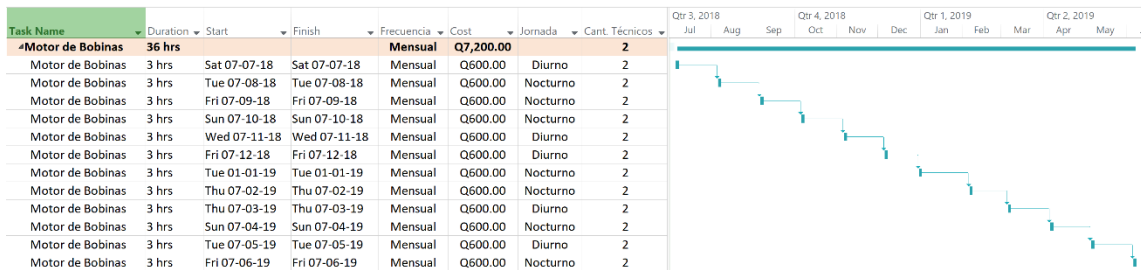
Figura 34. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: encoders de los motores - empalmadora de bobinas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

La figura 35 presenta la propuesta del plan de mantenimientos del motor de bobinas de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

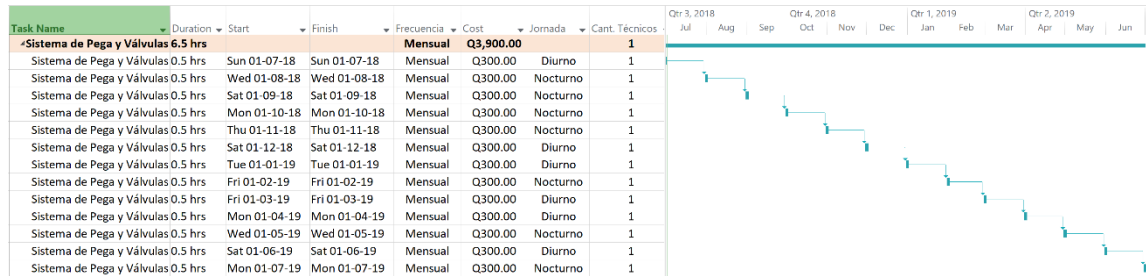
Figura 35. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: motor de bobinas - empalmadora de bobinas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

La figura 36 presenta la propuesta del plan de mantenimientos del sistema de pega y de las válvulas de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Figura 36. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: sistema de pega y válvulas - empalmadora de bobinas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

La figura 37 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la revisión semestral general de la empalmadora de bobinas Man Plamag.

Figura 37. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: revisión semestral general - empalmadora de bobinas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

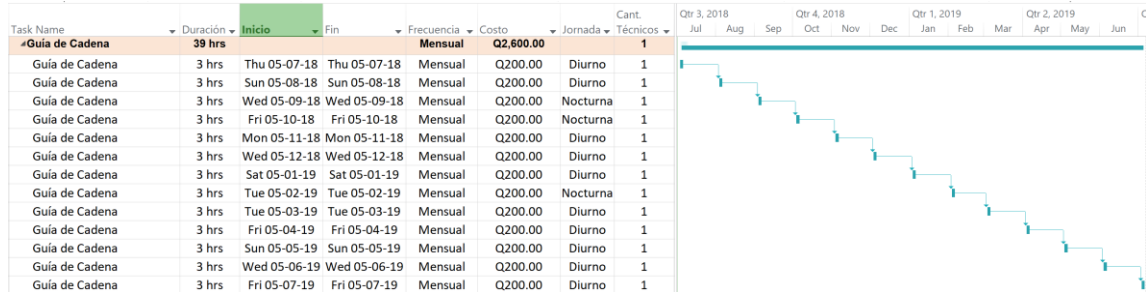
4.9.1.2. Enhebrador de bandas

La planificación de los mantenimientos del enhebrador de bandas se detalla en esta sección; se dividen en mantenimientos mecánicos y eléctricos

- Planificación mantenimientos preventivos mecánicos

La planificación de los mantenimientos preventivos mecánicos del enhebrador de bandas es la siguiente.

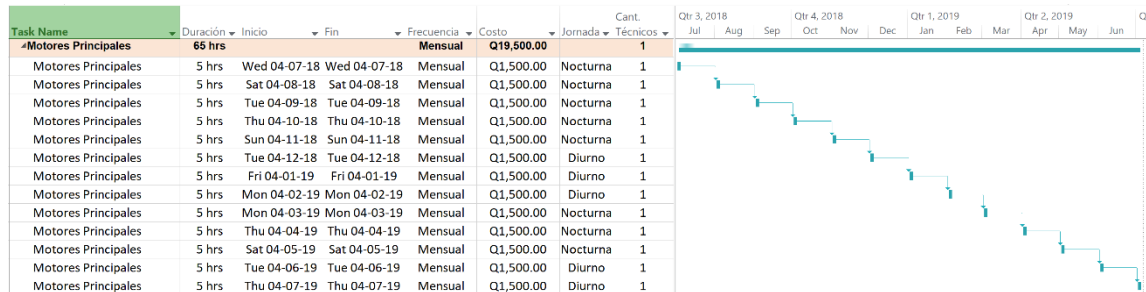
Figura 40. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: guía de la cadena – enhebrador de bandas**



Fuente: elaboración propia.

La figura 41 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los motores principales del enhebrador de bandas.

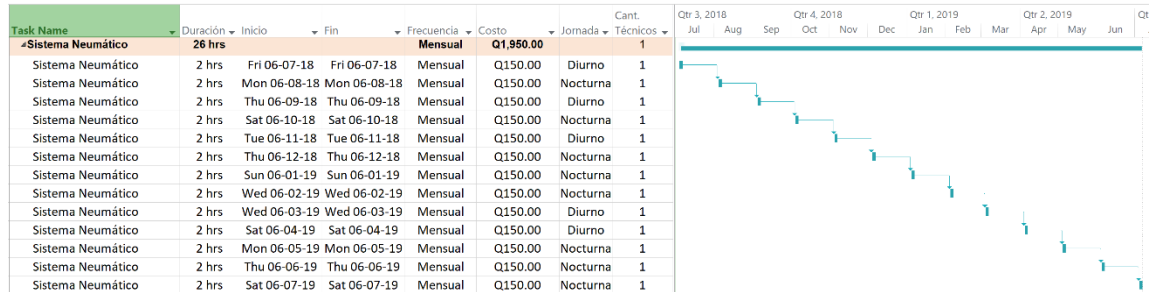
Figura 41. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: motores principales – enhebrador de bandas**



Fuente: elaboración propia.

La figura 42 presenta la propuesta del plan de mantenimientos del sistema neumático del enhebrador de bandas.

Figura 42. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: sistema neumático – enhebrador de bandas**



Fuente: elaboración propia.

La figura 43 presenta la propuesta del plan de mantenimientos del sistema de pega del enhebrador de bandas.

Figura 43. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: sistema de pega – enhebrador de bandas**



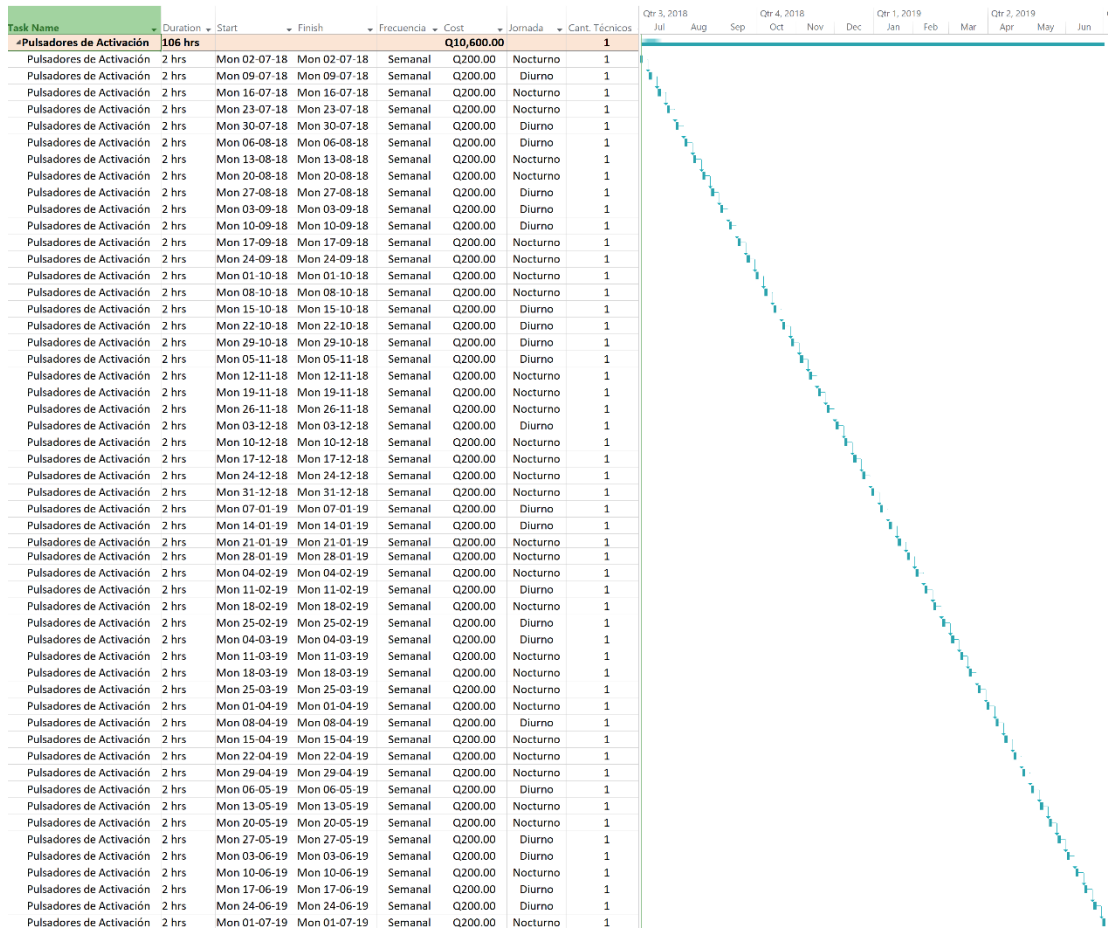
Fuente: elaboración propia.

- Planificación de los mantenimientos preventivos eléctricos

La planificación de los mantenimientos preventivos mecánicos del enhebrador de bandas es la siguiente.

La figura 44 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los pulsadores de activación del enhebrador de bandas.

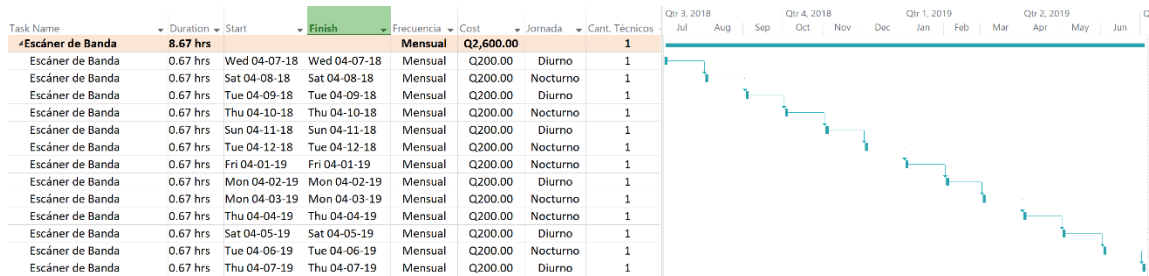
Figura 44. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: pulsadores de activación – enhebrador de bandas



Fuente: elaboración propia.

La figura 45 presenta la propuesta del plan de mantenimientos del escáner de banda del enhebrador de bandas.

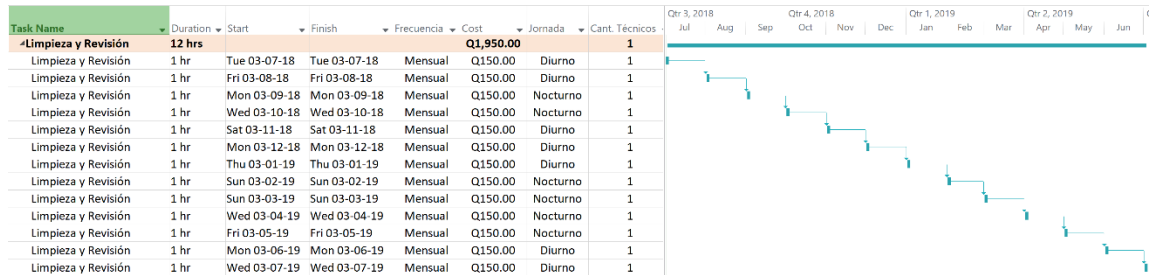
Figura 45. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: escáner de banda – enhebrador de bandas



Fuente: elaboración propia.

La figura 46 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la limpieza y revisión del enhebrador de bandas.

Figura 46. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: limpieza y revisión – enhebrador de bandas



Fuente: elaboración propia.

La figura 47 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los motores Brushless revisión del enhebrador de bandas.

Figura 47. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: motores Brushless – enhebrador de bandas**

Task Name	Duration	Start	Finish	Frecuencia	Cost	Jornada	Cant. Técnicos	Qtr 3, 2018			Qtr 4, 2018			Qtr 1, 2019			Qtr 2, 2019		
								Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
▲Motores Brushless	17.5 hrs			Trimestral	Q3,250.00		2												
Motores Brushless	3.5 hrs	Sun 01-07-18	Sun 01-07-18	Trimestral	Q650.00	Nocturno	2												
Motores Brushless	3.5 hrs	Mon 01-10-18	Mon 01-10-18	Trimestral	Q650.00	Diurno	2												
Motores Brushless	3.5 hrs	Tue 01-01-19	Tue 01-01-19	Trimestral	Q650.00	Diurno	2												
Motores Brushless	3.5 hrs	Mon 01-04-19	Mon 01-04-19	Trimestral	Q650.00	Nocturno	2												
Motores Brushless	3.5 hrs	Mon 01-07-19	Mon 01-07-19	Trimestral	Q650.00	Nocturno	2												

Fuente: elaboración propia.

4.9.1.3. Unidades de impresión

La planificación de los mantenimientos de las unidades de impresión se detalla en esta sección; se dividen en mantenimientos mecánicos y eléctricos.

- Planificación de los mantenimientos preventivos mecánicos

La planificación de los mantenimientos preventivos mecánicos de las Unidades de impresión es la siguiente.

La figura 48 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la añadidura de aceite de las unidades de impresión.

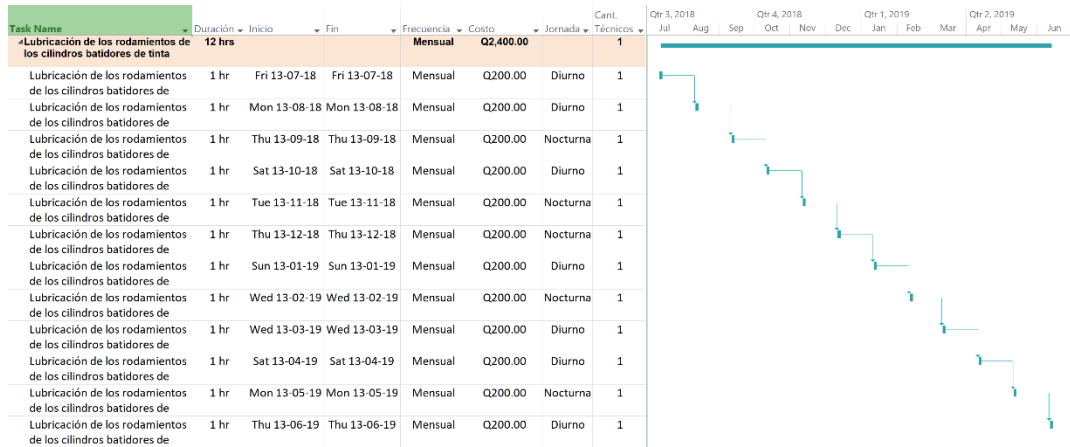
Figura 49. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación para circulación de aceite – unidades de impresión**

Task Name	Duración	Inicio	Fin	Frecuencia	Costo	Jornada	Cant. Técnicos	Gantt Chart												
								Qtr 3, 2018	Qtr 4, 2018	Qtr 1, 2019	Qtr 2, 2019									
	53 hrs			Semanal	Q7,950.00		1	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 01-07-18	Sun 01-07-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 08-07-18	Sun 08-07-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 15-07-18	Sun 15-07-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 22-07-18	Sun 22-07-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 29-07-18	Sun 29-07-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 05-08-18	Sun 05-08-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 12-08-18	Sun 12-08-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 19-08-18	Sun 19-08-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 26-08-18	Sun 26-08-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 02-09-18	Sun 02-09-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 09-09-18	Sun 09-09-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 16-09-18	Sun 16-09-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 23-09-18	Sun 23-09-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 30-09-18	Sun 30-09-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 07-10-18	Sun 07-10-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 14-10-18	Sun 14-10-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 21-10-18	Sun 21-10-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 28-10-18	Sun 28-10-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 04-11-18	Sun 04-11-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 11-11-18	Sun 11-11-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 18-11-18	Sun 18-11-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 25-11-18	Sun 25-11-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 02-12-18	Sun 02-12-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 09-12-18	Sun 09-12-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 16-12-18	Sun 16-12-18	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 23-12-18	Sun 23-12-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 30-12-18	Sun 30-12-18	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 06-01-19	Sun 06-01-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 13-01-19	Sun 13-01-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 20-01-19	Sun 20-01-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 27-01-19	Sun 27-01-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 03-02-19	Sun 03-02-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 10-02-19	Sun 10-02-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 17-02-19	Sun 17-02-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 24-02-19	Sun 24-02-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 03-03-19	Sun 03-03-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 10-03-19	Sun 10-03-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 17-03-19	Sun 17-03-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 24-03-19	Sun 24-03-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 31-03-19	Sun 31-03-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 07-04-19	Sun 07-04-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 14-04-19	Sun 14-04-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 21-04-19	Sun 21-04-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 28-04-19	Sun 28-04-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 05-05-19	Sun 05-05-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 12-05-19	Sun 12-05-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 19-05-19	Sun 19-05-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 26-05-19	Sun 26-05-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 02-06-19	Sun 02-06-19	Semanal	Q150.00	Diurno	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 09-06-19	Sun 09-06-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 16-06-19	Sun 16-06-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 23-06-19	Sun 23-06-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													
Lubricación para circulación de aceite	1 hr	Sun 30-06-19	Sun 30-06-19	Semanal	Q150.00	Nocturna	1													

Fuente: elaboración propia.

La figura 50 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la lubricación de los cilindros batidores de tinta de las unidades de impresión.

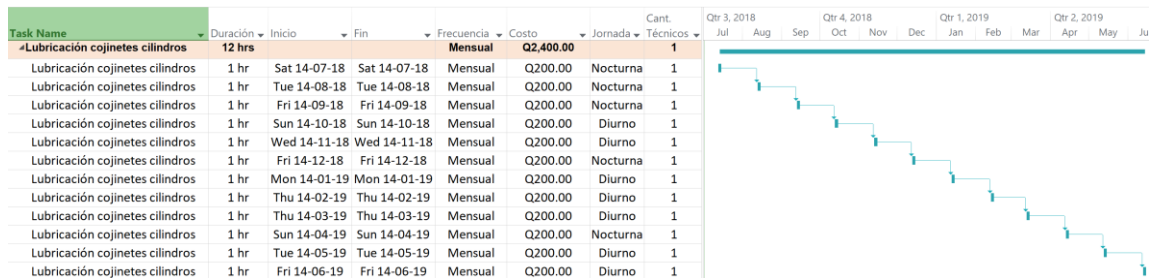
Figura 50. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación de los rodamientos de los cilindros batidores de tinta – unidades de impresión



Fuente: elaboración propia.

La figura 51 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la Lubricación de los cojinetes de cilindros de las unidades de impresión.

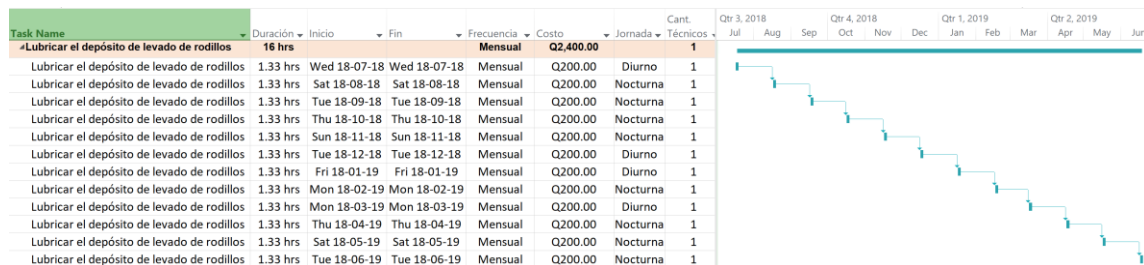
Figura 51. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación de cojinetes de cilindros – unidades de impresión



Fuente: elaboración propia.

La figura 52 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la lubricación de del depósito del levado de rodillos de las unidades de impresión.

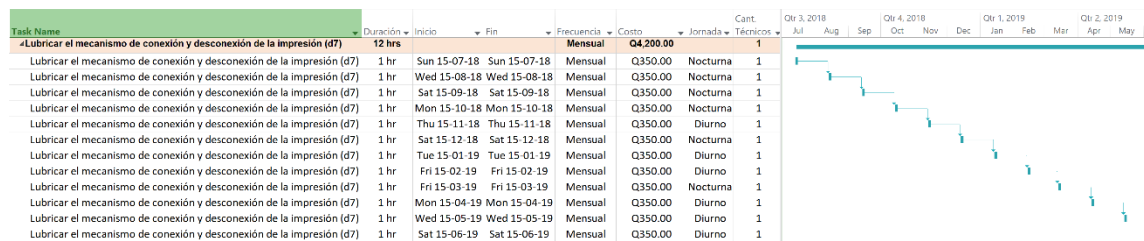
Figura 52. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación depósito de lavado de rodillos – unidades de impresión



Fuente: elaboración propia.

La figura 53 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la lubricación de los mecanismos de conexión y desconexión de la impresión (D7) de las unidades de impresión.

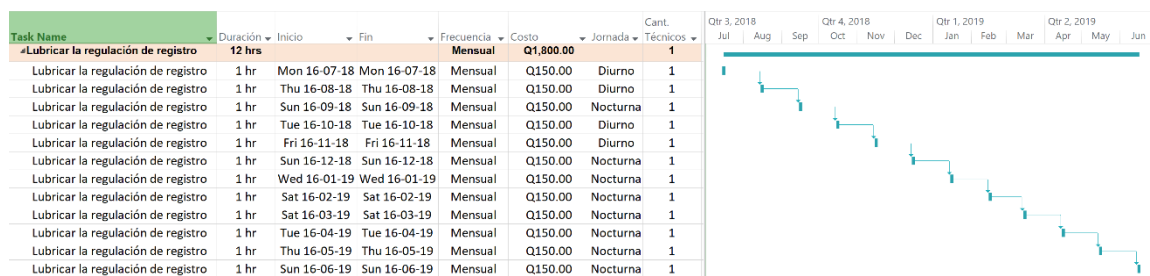
Figura 53. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación de los mecanismos de conexión y desconexión de la impresión (D7) – unidades de impresión



Fuente: elaboración propia.

La figura 54 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la lubricación de la regulación de registro de las unidades de impresión.

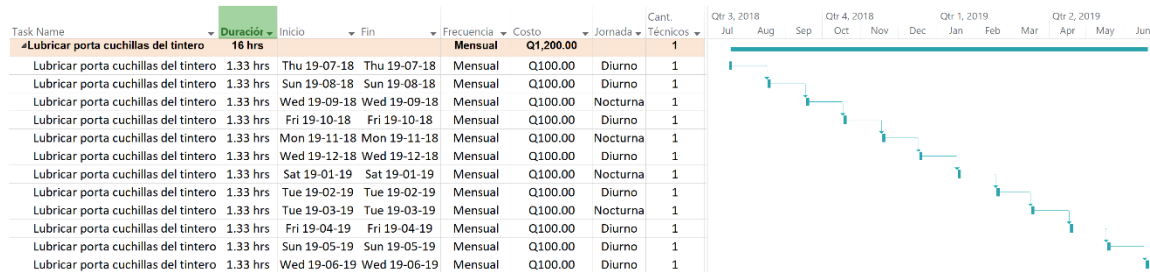
Figura 54. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación de la regulación de registro – unidades de impresión



Fuente: elaboración propia.

La figura 55 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la Lubricación de las porta-cuchillas del tintero de las Unidades de Impresión

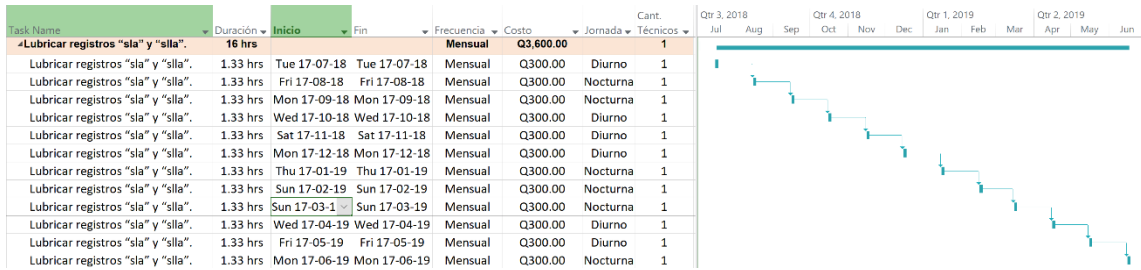
Figura 55. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: Lubricación porta cuchillas del tintero – unidades de impresión



Fuente: elaboración propia.

La figura 56 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la lubricación de registros SLA de las unidades de impresión.

Figura 56. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: lubricación registro SLA – unidades de impresión



Fuente: elaboración propia.

La figura 57 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la revisión de los motores de las unidades de impresión.

Figura 57. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: revisión de motores – unidades de impresión



Fuente: elaboración propia.

La figura 58 presenta la propuesta del plan de mantenimientos del cambio del aceite anual de las unidades de impresión.

Figura 58. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: cambio de aceite anual – unidades de impresión**

Task Name	Duración	Inicio	Fin	Frecuencia	Costo	Jornada	Cant. Técnicos	Qtr 3, 2018			Qtr 4, 2018			Qtr 1, 2019			Qtr 2, 2019		
								Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
▲ Cambio de aceite anual	10 hrs			Anual	Q3,000.00		2												
Cambio de aceite anual	10 hrs	Fri 06-07-18	Mon 09-07-18	Anual	Q3,000.00	Nocturna	2												

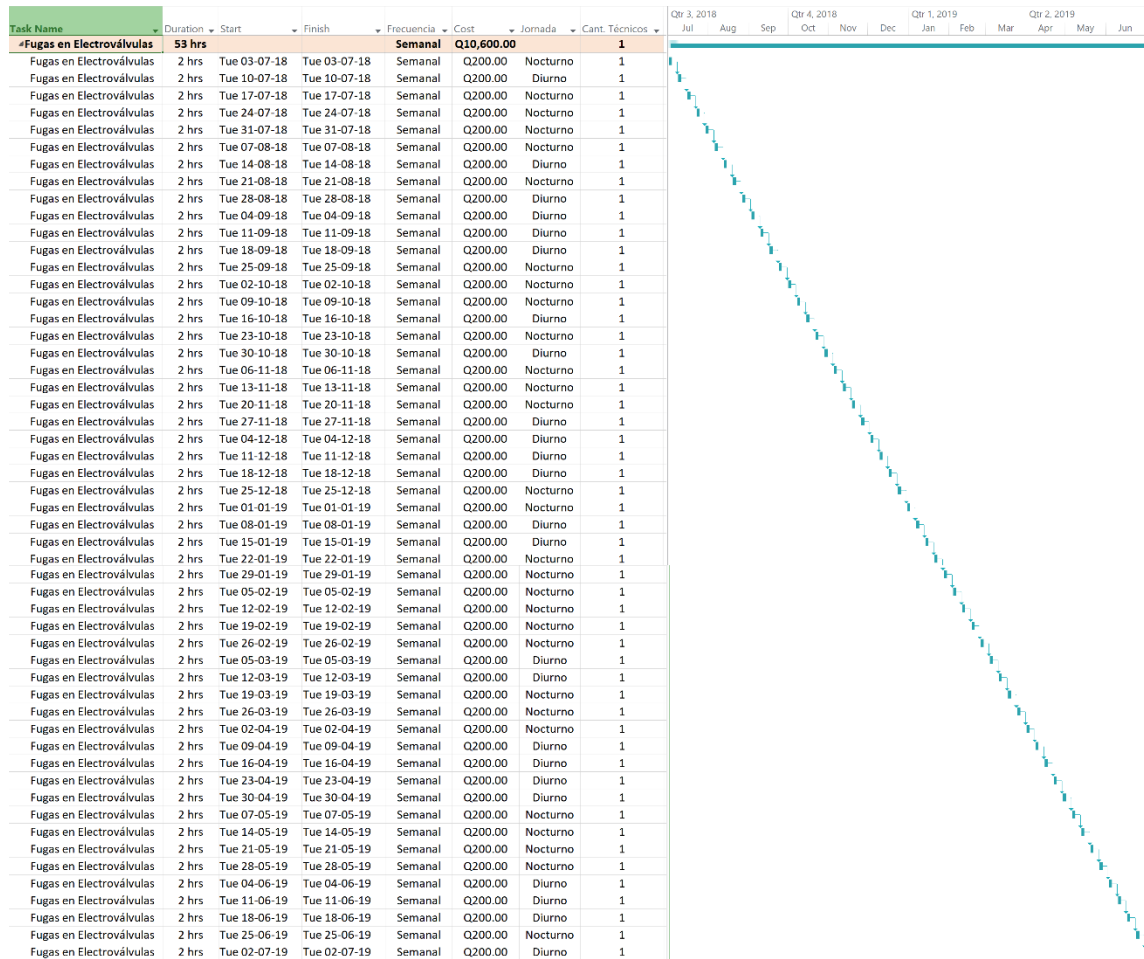
Fuente: elaboración propia.

- Planificación de los mantenimientos preventivos eléctricos

La planificación de los mantenimientos preventivos eléctricos de la unidad de impresión es la siguiente.

La figura 59 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de las electroválvulas en las unidades de impresión.

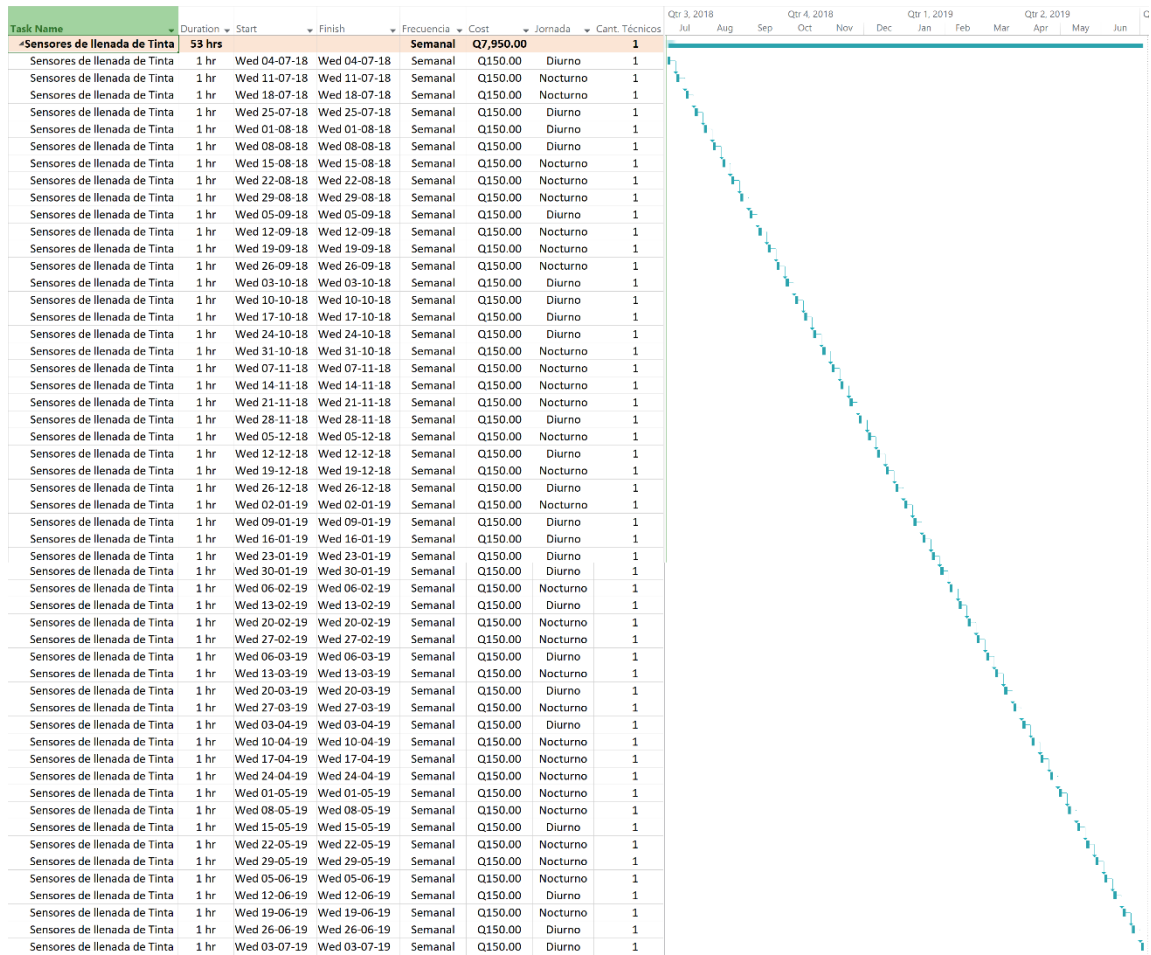
Figura 59. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: electroválvulas – unidades de impresión



Fuente: elaboración propia.

La figura 60 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los sensores de llenado de tinta en las unidades de impresión.

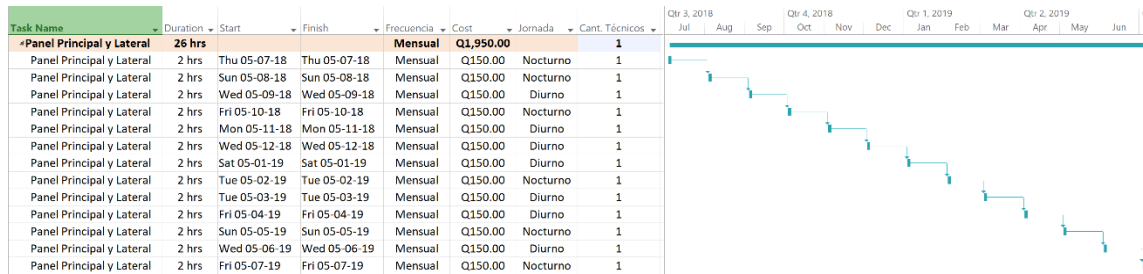
Figura 60. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: sensores llenado de tinta – unidades de impresión



Fuente: elaboración propia.

La figura 61 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los paneles principales y laterales en las unidades de impresión.

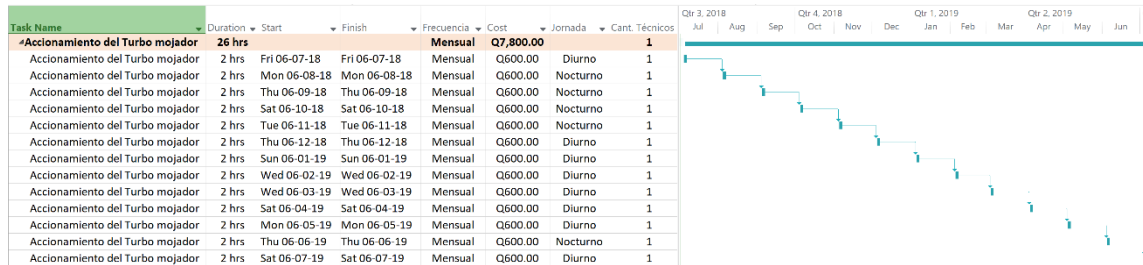
Figura 61. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: panel lateral y principal – unidades de impresión**



Fuente: elaboración propia.

La figura 62 presenta la propuesta del plan de mantenimientos del accionamiento del turbo-mojador llenado de tinta en las unidades de impresión.

Figura 62. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: accionamiento del turbo-mojador – unidades de impresión**



Fuente: elaboración propia.

4.9.1.4. Horno Ecotherm

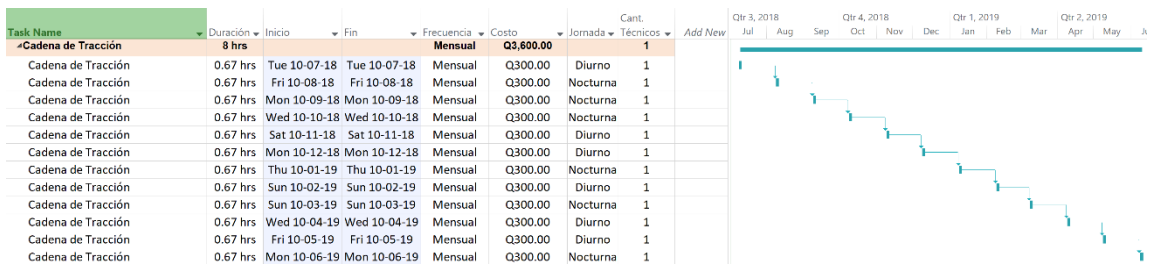
La planificación de los mantenimientos del horno Ecotherm se detalla en esta sección; se dividen en mantenimientos mecánicos y eléctricos.

- Planificación de los mantenimientos preventivos mecánicos

La planificación de los mantenimientos preventivos mecánicos del horno Ecotherm es la siguiente.

La figura 63 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la cadena de tracción del horno Ecotherm.

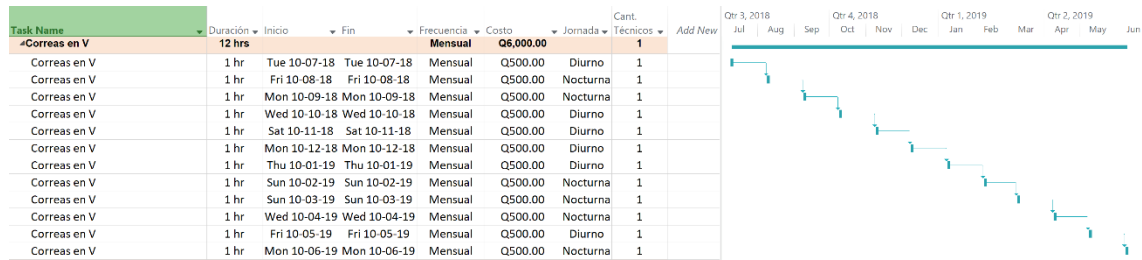
Figura 63. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: cadena de tracción – horno Ecotherm



Fuente: elaboración propia.

La figura 64 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de las correas en V del horno Ecotherm.

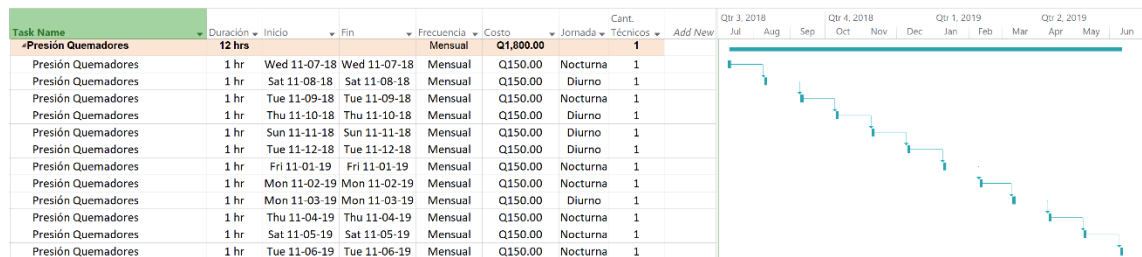
Figura 64. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: correas en V – horno Ecotherm



Fuente: elaboración propia.

La figura 65 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la presión de los quemadores del horno Ecotherm.

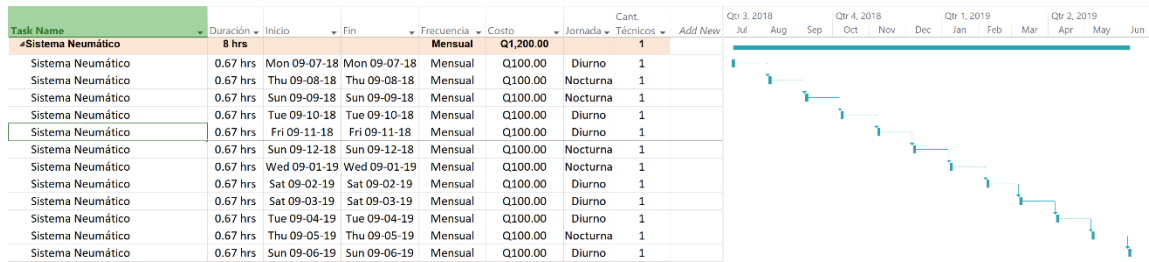
Figura 65. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: presión de quemadores – horno Ecotherm



Fuente: elaboración propia.

La figura 66 presenta la propuesta del plan de mantenimientos del sistema neumático del horno Ecotherm.

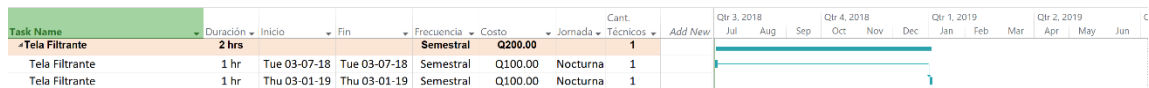
Figura 66. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: sistema neumático – horno Ecotherm**



Fuente: elaboración propia.

La figura 67 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la tela filtrante del horno Ecotherm.

Figura 67. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: tela filtrante – horno Ecotherm**



Fuente: elaboración propia.

La figura 68 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los motores principales del horno Ecotherm.

Figura 68. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: motores principales – horno Ecotherm**

Task Name	Duración	Inicio	Fin	Frecuencia	Costo	Jornada	Cant. Técnicos	Add New	Qtr 3, 2018			Qtr 4, 2018			Qtr 1, 2019			Qtr 2, 2019		
									Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	
Motores Principales	6 hrs			Semestral	Q11,200.00		1													
Motores Principales	6 hrs	Wed 04-07-18	Wed 04-07-18	Semestral	Q5,600.00	Diurno	1													
Motores Principales	6 hrs	Fri 04-01-19	Fri 04-01-19	Semestral	Q5,600.00	Diurno	1													

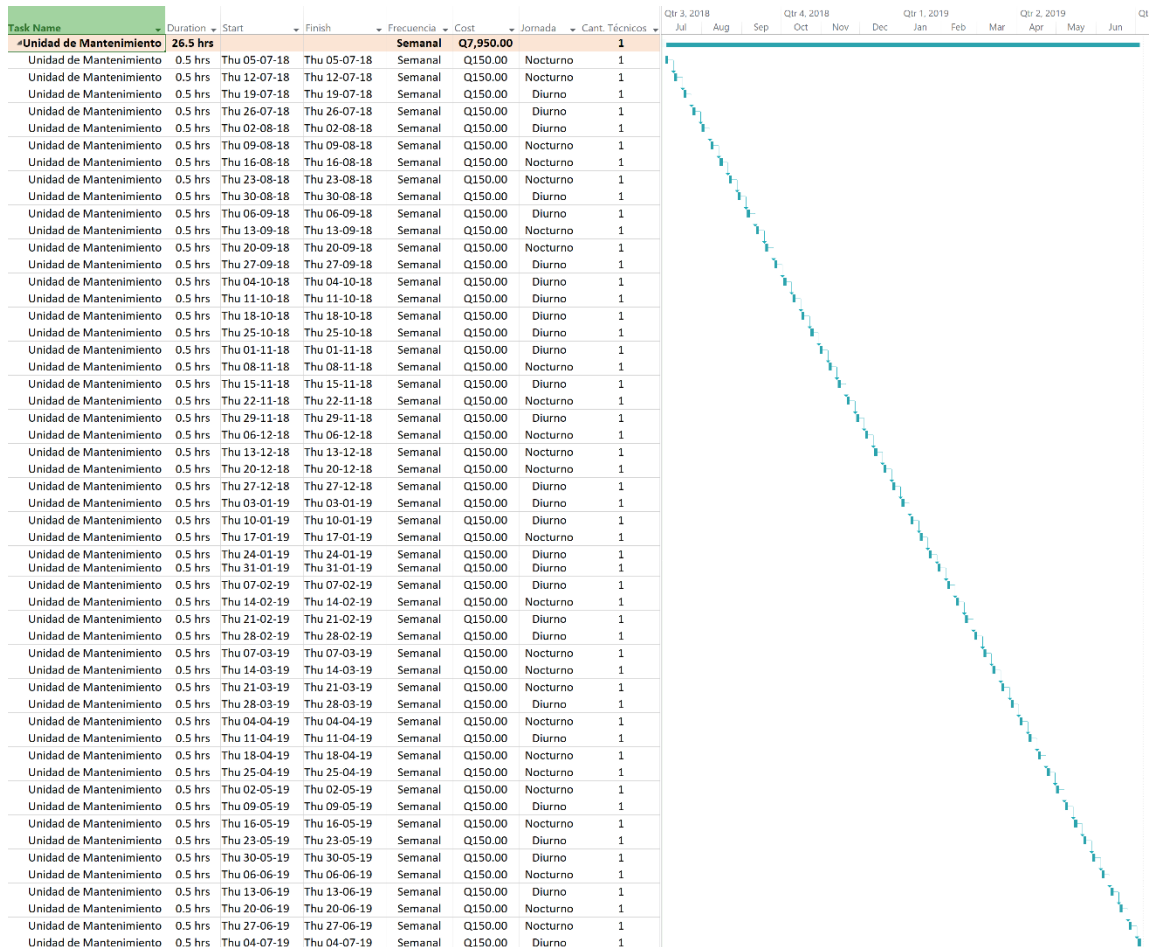
Fuente: elaboración propia.

- Planificación de los mantenimientos preventivos eléctricos

La planificación de los mantenimientos preventivos eléctricos del horno Ecotherm es la siguiente.

La figura 69 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la unidad de hidráulica del horno Ecotherm.

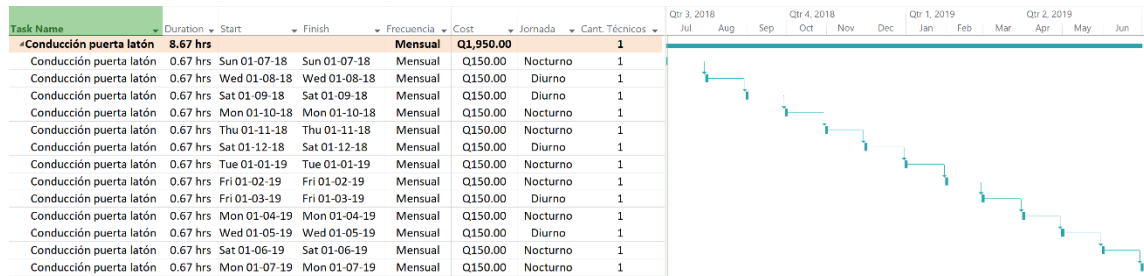
Figura 69. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: unidad de mantenimiento – horno Ecotherm



Fuente: elaboración propia.

La figura 70 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la conducción de la puerta de latón del horno Ecotherm.

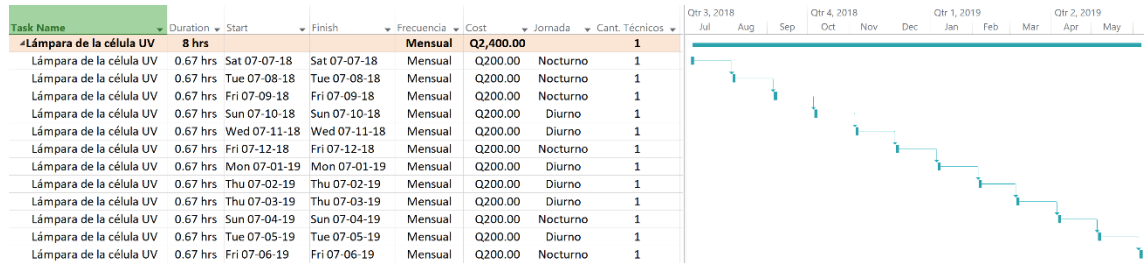
Figura 70. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: conducción puerta de latón – horno Ecotherm**



Fuente: elaboración propia.

La figura 70 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la lampara de la célula UV del horno Ecotherm.

Figura 71. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: lampara célula UV – horno Ecotherm**



Fuente: elaboración propia.

La figura 72 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los conductos interruptores del horno Ecotherm.

Figura 72. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: conductores interruptores – horno Ecotherm**



Fuente: elaboración propia.

La figura 73 presenta la propuesta del plan de mantenimientos del panel de control del horno Ecotherm.

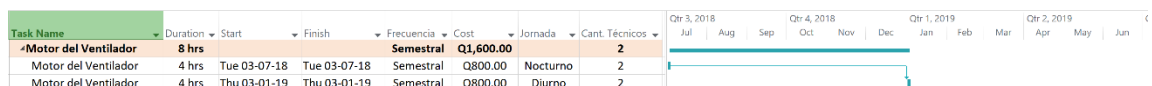
Figura 73. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: panel de control – horno Ecotherm**



Fuente: elaboración propia.

La figura 74 presenta la propuesta del plan de mantenimientos del motor del ventilador del horno Ecotherm.

Figura 74. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: motor del ventilador – horno Ecotherm**



Fuente: elaboración propia.

4.9.1.5. Folder dos

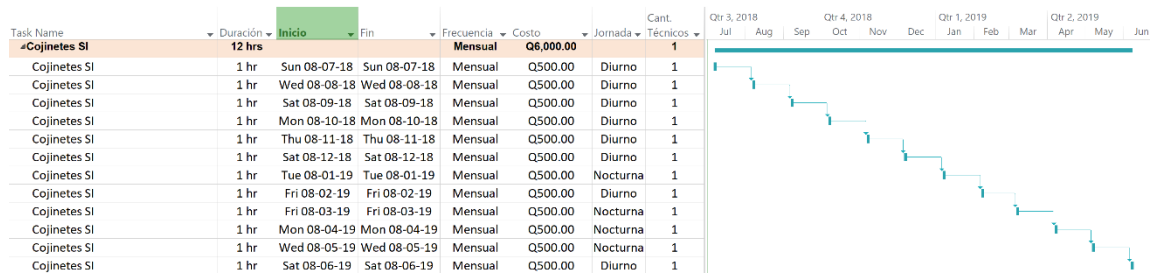
La planificación de los mantenimientos del folder dos se detalla en esta sección; se dividen en mantenimientos mecánicos y eléctricos

- Planificación de los mantenimientos preventivos mecánicos

La planificación de los mantenimientos preventivos mecánicos del folder dos es la siguiente.

La figura 75 presenta la propuesta del plan de mantenimientos del cilindro colector y plegador del folder dos.

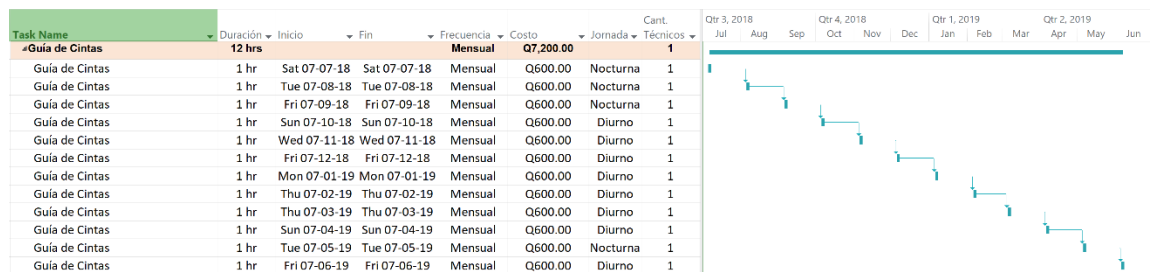
Figura 76. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: cojinetes SI – folder dos



Fuente: elaboración propia.

La figura 77 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la guía de cintas del folder dos.

Figura 77. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: guía de cintas – folder dos



Fuente: elaboración propia.

La figura 78 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de la correa dentada de los rodillos del folder dos.

Figura 78. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo mecánico: correa dentada de los rodillos – folder dos**

Task Name	Duración	Inicio	Fin	Frecuencia	Costo	Jornada	Cant. Técnicos	Qtr 3, 2018		Qtr 4, 2018			Qtr 1, 2019			Qtr 2, 2019		
								Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May
Correa dentada Rodillos	2 hrs			Semestral	Q600.00		1	[Gantt chart showing a single bar from July to December]										
Correa dentada Rodillos	1 hr	Mon 02-07-18	Mon 02-07-18	Semestral	Q300.00	Nocturna	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Correa dentada Rodillos	1 hr	Wed 02-01-19	Wed 02-01-19	Semestral	Q300.00	Nocturna	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										

Fuente: elaboración propia.

- Planificación de los mantenimientos preventivos eléctricos

La planificación de los mantenimientos preventivos eléctricos del folder dos es la siguiente.

La figura 79 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los paneles laterales del folder dos.

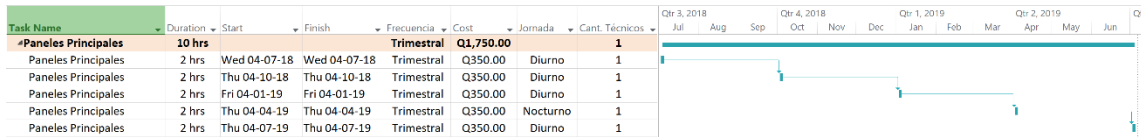
Figura 79. **Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: paneles laterales – folder dos**

Task Name	Duration	Start	Finish	Frecuencia	Cost	Jornada	Cant. Técnicos	Qtr 3, 2018		Qtr 4, 2018			Qtr 1, 2019			Qtr 2, 2019		
								Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May
Paneles laterales	81 hrs			Quincenal	Q6,750.00		1	[Gantt chart showing a staircase pattern from July to June]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 01-07-18	Sun 01-07-18	Quincenal	Q250.00	Diurno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 15-07-18	Sun 15-07-18	Quincenal	Q250.00	Diurno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 29-07-18	Sun 29-07-18	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 12-08-18	Sun 12-08-18	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 26-08-18	Sun 26-08-18	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 09-09-18	Sun 09-09-18	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 23-09-18	Sun 23-09-18	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 07-10-18	Sun 07-10-18	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 21-10-18	Sun 21-10-18	Quincenal	Q250.00	Diurno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 04-11-18	Sun 04-11-18	Quincenal	Q250.00	Diurno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 18-11-18	Sun 18-11-18	Quincenal	Q250.00	Diurno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 02-12-18	Sun 02-12-18	Quincenal	Q250.00	Diurno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 16-12-18	Sun 16-12-18	Quincenal	Q250.00	Diurno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 30-12-18	Sun 30-12-18	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 13-01-19	Sun 13-01-19	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 27-01-19	Sun 27-01-19	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 10-02-19	Sun 10-02-19	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 24-02-19	Sun 24-02-19	Quincenal	Q250.00	Diurno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 10-03-19	Sun 10-03-19	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 24-03-19	Sun 24-03-19	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 07-04-19	Sun 07-04-19	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 21-04-19	Sun 21-04-19	Quincenal	Q250.00	Diurno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 05-05-19	Sun 05-05-19	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 19-05-19	Sun 19-05-19	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 02-06-19	Sun 02-06-19	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 16-06-19	Sun 16-06-19	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										
Paneles laterales	3 hrs	Sun 30-06-19	Sun 30-06-19	Quincenal	Q250.00	Nocturno	1	[Gantt chart showing a bar from July to December]										

Fuente: elaboración propia.

La figura 80 presenta la propuesta del plan de mantenimientos de los paneles principales del folder dos.

Figura 80. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo eléctrico: paneles principales – folder dos



Fuente: elaboración propia.

4.9.2. Establecer el tiempo estimado por mantenimiento

El tiempo estimado para la realización de los mantenimientos preventivos mecánicos y eléctricos se determinó en el estudio técnico. Se realizaron diversos mantenimientos y se tomaron los tiempos en cada uno.

Los tiempos que se definieron en los mantenimientos son números redondeados al próximo superior en minutos, por ejemplo, definidos por media hora, una hora, etc.

En algunos casos se tomaron tres muestras de la realización de los mantenimientos, y en los que son menos frecuentes solo se tiene una muestra para la definición del tiempo; por tal razón, en los resúmenes existirán mantenimientos con solo una toma de tiempo.

En la tabla CLIV se presenta la toma de tiempos que se realizó en la empalmadora de bobinas, la última columna es el tiempo estimado en cada mantenimiento.

Tabla CLV. **Duración estimada de los mantenimientos preventivos en la empalmadora de bobinas**

Empalmadora de bobinas					
Máquina	Tipo de mantenimiento	Tiempo 1 (Min.)	Tiempo 2 (Min.)	Tiempo 3 (Min.)	Tiempo definido (Min.)
Limpieza y lubricación	Mecánico	53,00	48,00	55,00	60,00
Mandriles de sujeción	Mecánico	111,00	119,00	123,00	120,00
Sistema neumático	Mecánico	55,00	65,00	50,00	60,00
Cojinetes puente giratorio	Mecánico	114,00	118,00	117,00	120,00
Sistema de carga de bobinas	Mecánico	95,00	92,00	112,00	100,00
Sistema de frenos	Mecánico	45,00	43,00	43,00	40,00
Carriles de rodaje	Mecánico	289,00	-	-	300,00
Encoders motores	Eléctrico	47,00	42,00	48,00	60,00
Motor de bobinas	Eléctrico	184,00	-	-	180,00
Revisión general	Eléctrico	194,00	-	-	180,00
Sensores del sistema	Eléctrico	26,00	27,00	34,00	30,00
Sistema de pega y válvulas	Eléctrico	26,00	11,00	11,00	30,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla CLV se presenta la toma de tiempos que se realizó en el enhebrador de bandas, la última columna es el tiempo estimado en cada mantenimiento.

Tabla CLVI. **Duración estimada de mantenimientos preventivos en el Enhebrador de Bandas**

Enhebrador de bandas					
Máquina	Tipo de mantenimiento	Tiempo 1 (Min.)	Tiempo 2 (Min.)	Tiempo 3 (Min.)	Tiempo definido (Min.)
Limpieza y lubricación	Mecánico	64,00	57,00	49,00	60,00
Regulador de presión	Mecánico	44,00	31,00	30,00	40,00
Guía de cadena	Mecánico	170,00	195,00	201,00	180,00
Sistema neumático	Mecánico	124,00	111,00	110,00	120,00
Motores principales	Mecánico	313,00	296,00	314,00	300,00

Continuación de la tabla CLVI.

Sistema de pega	Mecánico	118,00	120,00	-	120,00
Escáner de banda	Eléctrico	28,00	31,00	37,00	40,00
Limpieza y revisión	Eléctrico	50,00	50,00	53,00	60,00
Motores brushless	Eléctrico	211,00	235,00	0,00	210,00
Pulsadores de activación	Eléctrico	91,00	98,00	140,00	120,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla CLVI se presenta la toma de tiempos que se realizó en las unidades de impresión; la última columna el tiempo estimado en cada mantenimiento.

Tabla CLVII. Duración estimada de los mantenimientos preventivos en las unidades de impresión

Unidades de impresión					
Máquina	Tipo de mantenimiento	Tiempo 1 (Min.)	Tiempo 2 (Min.)	Tiempo 3 (Min.)	Tiempo definido (Min.)
Añadidura de aceite	Mecánico	60,00	54,00	62,00	60,00
Lubricación para circulación de aceite	Mecánico	65,00	54,00	52,00	60,00
Lubricación cojinetes cilindros	Mecánico	53,00	65,00	59,00	60,00
Lubricación de los rodamientos de los cilindros batidores de tinta	Mecánico	68,00	53,00	54,00	60,00
Lubricar el depósito de levado de rodillos	Mecánico	83,00	99,00	82,00	80,00
Lubricar el mecanismo de conexión y desconexión de la impresión (d7)	Mecánico	68,00	57,00	54,00	60,00
Lubricar la regulación de registro	Mecánico	68,00	51,00	69,00	60,00
Lubricar porta cuchillas del tintero	Mecánico	92,00	91,00	91,00	80,00
Lubricar registros "sla" y "slla".	Mecánico	100,00	85,00	91,00	80,00

Continuación de la tabla CLVII.

Cambio de aceite anual	Mecánico	550,00	-	-	600,00
Revisión de motores	Mecánico	1010,00	-	-	1200,00
Accionamiento del turbo mojadador	Eléctrico	120,00	102,00	100,00	120,00
Fugas en electroválvulas	Eléctrico	122,00	107,00	93,00	120,00
Panel principal y lateral	Eléctrico	120,00	102,00	100,00	120,00
Sensores de llenada de tinta	Eléctrico	40,00	59,00	51,00	60,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla CLVII se presenta la toma de tiempos que se realizó en el horno Ecotherm; la última columna es el tiempo estimado en cada mantenimiento.

Tabla CLVIII. Duración estimada de los mantenimientos preventivos en el horno Ecotherm

Horno Ecotherm					
Maquina	Tipo de mantenimiento	Tiempo 1 (Min.)	Tiempo 2 (Min.)	Tiempo 3 (Min.)	Tiempo definido (Min.)
Cadena de tracción	Mecánico	43,00	43,00	35,00	40,00
Correas en v	Mecánico	67,00	55,00	55,00	60,00
Presión quemadores	Mecánico	62,00	59,00	55,00	60,00
Sistema neumático	Mecánico	44,00	32,00	44,00	40,00
Tela filtrante	Mecánico	52,00	-	-	60,00
Motores principales	Mecánico	48,00	-	-	60,00
Conducción puerta latón	Eléctrico	40,00	37,00	47,00	40,00
Conductos interruptores	Eléctrico	24,00	31,00	-	30,00
Lámpara de la célula UV	Eléctrico	43,00	37,00	36,00	40,00
Motor del ventilador	Eléctrico	242,00	-	-	240,00
Paneles de control	Eléctrico	141,00	157,00	-	150,00
Unidad de mantenimiento	Eléctrico	28,00	22,00	15,00	30,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla CLVIII se presenta la toma de tiempos que se realizó en el folder dos; la última columna es el tiempo estimado en cada mantenimiento.

Tabla CLIX. Duración estimada de los mantenimientos preventivos en el folder dos

Folder Dos					
Máquina	Tipo de mantenimiento	Tiempo 1 (Min.)	Tiempo 2 (Min.)	Tiempo 3 (Min.)	Tiempo definido (Min.)
Cilindro colector y plegador	Mecánico	59,00	60,00	63,00	60,00
Rodillos de leva	Mecánico	110,00	116,00	120,00	120,00
Cojinetes si	Mecánico	69,00	62,00	65,00	60,00
Guía de cintas	Mecánico	69,00	59,00	62,00	60,00
Correa dentada rodillos	Mecánico	54,00	-	-	60,00
Paneles laterales	Eléctrico	186,00	192,00	170,00	180,00
Paneles principales	Eléctrico	119,00	91,00	-	120,00

Fuente: elaboración propia.

4.9.3. Determinar los insumos de los mantenimientos

Cada mantenimiento, dependiendo de su complejidad y tipo, tiene definidos insumos para la correcta realización del mantenimiento. En las hojas técnicas que se encuentran en los apéndices se pueden encontrar a detalle por cada mantenimiento.

Existe una gran cantidad de insumos para los mantenimientos mecánicos, a comparación de los mantenimientos preventivos eléctricos; estos son muy parecidos y en algunas ocasiones repetitivos.

En la tabla CLIX se presentan los posibles insumos de los mantenimientos preventivos mecánicos.

Tabla CLX. **Insumos de los mantenimientos preventivos mecánicos**

Insumos mantenimientos mecánicos	
Aceite hidráulico	Frenos de disco
Aceite motor	Grasas
Agentes alcalinos	Inhibidores de oxidación
Agentes anti desgaste	Lámparas UV
Cojinetes SI	Mejoradores del índice de viscosidad
Detergentes	Paños limpiadores
Dispersantes del punto de fluidez	Paños quita grasa
Filtro de succión sistema hidráulico	Refrigerante
Filtros de aceite	Regulador de presión
Filtros de aire	Tela filtrante
Filtros de combustible	Thiner
Filtros de retorno hidráulico	Válvulas

Fuente: elaboración propia.

En la tabla CLX se presentan los posibles insumos de los mantenimientos preventivos eléctricos.

Tabla CLXI. **Insumos de los mantenimientos preventivos eléctricos**

Insumos mantenimientos eléctricos	
Aire comprimido removedor de polvo	Limpiador interno de precisión
Alcohol isopropílico en espuma	Líquido antiestático
Brochas	Multímetro
Cableado	Pasta de soldar
Cinta de aislar	Pulsadores
Crema limpiadora	Pulsera antiestática
Electroválvulas	Sensores
Espuma limpiadora	Silicona térmica
Gel de limpieza antirayas para pantallas	Thiner
Limpiador de contactos	Toallas antiestáticas

Fuente: elaboración propia.

4.9.4. Calcular el costo del mantenimiento preventivo

Los costos de los insumos de los mantenimientos preventivos mecánicos y eléctricos se obtuvieron directamente del área de costos de *Prensa Libre*; los costos están calculados por un año, según la planificación.

La bodega de la planta comercial de *Prensa Libre*, trabaja mediante el sistema primero en entrar primero en salir, (PEPS); consiste en darle salida del inventario a aquellos productos que se adquirieron primero, por lo que en los inventarios quedarán aquellos productos comprados más recientemente.

En la CLXI tabla se presenta el resumen de los costos anuales del plan de mantenimientos preventivos mecánicos de la empalmadora de bobinas.

Tabla CLXII. **Costo total de los mantenimientos anuales, empalmadora de bobinas**

Empalmadora de bobinas				
Máquina	Tipo de mantenimiento	Mantenimientos anuales	Costo de insumos mantenimiento	Costo total mantenimiento anual
Limpieza y lubricación	Mecánico	53	Q, 600,00	Q, 31 800,00
Mandriles de sujeción	Mecánico	53	Q, 500,00	Q, 26 500,00
Sistema neumático	Mecánico	53	Q, 200,00	Q, 10 600,00
Cojinetes puente giratorio	Mecánico	13	Q, 400,00	Q, 5 200,00
Sistema de carga de bobinas	Mecánico	13	Q, 600,00	Q, 7 800,00
Sistema de frenos	Mecánico	13	Q, 1 600,00	Q, 20 800,00
Carriles de rodaje	Mecánico	2	Q, 200,00	Q, 400,00
Encoders motores	Eléctrico	13	Q, 300,00	Q, 3 900,00
Motor de bobinas	Eléctrico	12	Q, 600,00	Q, 7 200,00
Revisión general	Eléctrico	2	Q, 150,00	Q, 300,00
Sensores del sistema	Eléctrico	53	Q, 100,00	Q, 5 300,00
Sistema de pega y válvulas	Eléctrico	13	Q, 300,00	Q, 3 900,00
Sub total		-	-	Q. 117 700,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla CLXII se presenta el resumen de los costos anuales del plan de mantenimientos preventivos del enhebrador de bandas.

Tabla CLXIII. **Costo total de los mantenimientos anuales, enhebrado de bandas**

Enhebrador de bandas				
Máquina	Tipo de mantenimiento	Mantenimientos anuales	Costo por mantenimiento	Costo total mantenimiento anual
Limpieza y lubricación	Mecánico	53	Q. 500,00	Q. 26 500,00
Regulador de presión	Mecánico	53	Q. 200,00	Q. 10 600,00
Guía de cadena	Mecánico	13	Q. 200,00	Q. 2 600,00
Sistema neumático	Mecánico	13	Q. 150,00	Q. 1 950,00
Motores principales	Mecánico	13	Q. 1 500,00	Q. 19 500,00
Sistema de pega	Mecánico	5	Q. 150,00	Q. 750,00
Escáner de banda	Eléctrico	13	Q. 200,00	Q. 2 600,00
Limpieza y revisión	Eléctrico	13	Q. 150,00	Q. 1 950,00
Motores brushless	Eléctrico	5	Q. 650,00	Q. 3 250,00
Pulsadores de activación	Eléctrico	53	Q. 200,00	Q. 10 600,00
Sub total		-	-	Q. 80 300,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla CLXIII se presenta el resumen de los costos anuales del plan de mantenimientos preventivos mecánicos de las unidades impresoras.

Tabla CLXIV. **Costo total de los mantenimientos anuales, unidades impresoras**

Unidades de impresion				
Máquina	Tipo de mantenimiento	Mantenimientos anuales	Costo por mantenimiento	Costo total mantenimiento anual
Añadidura de aceite	Mecánico	53	Q. 300,00	Q. 15 900,00
Lubricación para circulación de aceite	Mecánico	53	Q. 150,00	Q. 7 950,00
Lubricación cojinetes cilindros	Mecánico	12	Q. 200,00	Q. 2 400,00
Lubricación de los rodamientos de los cilindros batidores de tinta	Mecánico	12	Q. 200,00	Q. 2 400,00
Lubricar el depósito de levado de rodillos	Mecánico	12	Q. 200,00	Q. 2 400,00
Lubricar el mecanismo de conexión y desconexión de la impresión (d7)	Mecánico	12	Q. 350,00	Q. 4 200,00
Lubricar la regulación de registro	Mecánico	12	Q. 150,00	Q. 1 800,00
Lubricar porta cuchillas del tintero	Mecánico	12	Q. 100,00	Q. 1 200,00
Lubricar registros sla y slla	Mecánico	12	Q. 300,00	Q. 3 600,00
Cambio de aceite anual	Mecánico	1	Q. 3 000,00	Q. 3 000,00
revisión de motores	Mecánico	1	Q. 5 000,00	Q. 5 000,00
accionamiento del turbo mojadór	Eléctrico	13	Q. 600,00	Q. 7 800,00
fugas en electroválvulas	Eléctrico	53	Q. 200,00	Q. 10 600,00
panel principal y lateral	Eléctrico	13	Q. 150,00	Q. 1 950,00
sensores de llenada de tinta	Eléctrico	53	Q. 150,00	Q. 7 950,00
Sub total		-	-	Q. 78 150,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla CLXIV se presenta el resumen de los costos anuales del plan de mantenimientos preventivos mecánicos del horno Ecotherm.

Tabla CLXV. **Costo total de los mantenimientos anuales horno Ecotherm**

Horno Ecotherm				
Máquina	Tipo de mantenimiento	Mantenimientos anuales	Costo por mantenimiento	Costo total mantenimiento anual
Cadena de tracción	Mecánico	12	Q. 300,00	Q. 3 600,00
Correas en V	Mecánico	12	Q. 500,00	Q. 6 000,00
Presión quemadores	Mecánico	12	Q. 150,00	Q. 1 800,00
Sistema neumático	Mecánico	12	Q. 100,00	Q. 1 200,00
Tela filtrante	Mecánico	2	Q. 100,00	Q. 200,00
Motores principales	Mecánico	2	Q. 5 600,00	Q. 11 200,00
Conducción puerta latón	Eléctrico	13	Q. 150,00	Q. 1 950,00
Conductos interruptores	Eléctrico	5	Q. 100,00	Q. 500,00
Lámpara de la célula UV	Eléctrico	12	Q. 200,00	Q. 2 400,00
Motor del ventilador	Eléctrico	2	Q. 800,00	Q. 1 600,00
Paneles de control	Eléctrico	5	Q. 600,00	Q. 3 000,00
Unidad de mantenimiento	Eléctrico	53	Q. 150,00	Q. 7 950,00
Sub Total		-	-	Q. 41 400,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla CLXV se presenta el resumen de los costos anuales del plan de mantenimientos preventivos mecánicos del folder dos.

Tabla CLXVI. **Costo total de los mantenimientos anuales folder dos**

Folder dos				
Máquina	Tipo de mantenimiento	Mantenimientos anuales	Costo por mantenimiento	Costo total mantenimiento anual
Cilindro colector y plegador	Mecánico	53	Q. 350,00	Q. 18 550,00
Rodilletes de leva	Mecánico	53	Q. 500,00	Q. 26 500,00
Cojinetes si	Mecánico	12	Q. 500,00	Q. 6 000,00
Guía de cintas	Mecánico	12	Q. 600,00	Q. 7 200,00
Correa dentada rodillos	Mecánico	2	Q. 300,00	Q. 600,00
Paneles laterales	Eléctrico	27	Q. 250,00	Q. 6 750,00
Paneles principales	Eléctrico	5	Q. 350,00	Q. 1 750,00
Sub Total		-	-	Q. 67 350,00

Fuente: elaboración propia.

4.9.5. Determinar si el diseño del plan de mantenimientos preventivos es factible

La factibilidad de un proyecto se basa en analizar si es posible llevarse a cabo el proyecto. Si existen las herramientas necesarias y los factores para poner en práctica el proyecto.

Existen diversos factores para analizar la factibilidad de un proyecto, y dependen del giro de negocio de la empresa. En la planta comercial de *Prensa Libre* se evaluará la factibilidad operativa y la factibilidad técnica.

La factibilidad operativa se basa en diversos objetivos, el principal es comprobar que la planta será capaz de darle uso al plan de mantenimientos preventivos; los objetivos específicos se basan en definir si la planta cuenta con el personal capacitado para realizar los mantenimientos preventivos; si se cuenta con los recursos necesarios para mantener el plan propuestos.

Según las encuestas realizadas en el estudio técnico, el personal se encuentra debidamente capacitado para realizar los mantenimientos, de las 26; el 81 % consideran que si están debidamente capacitados para realizar los mantenimientos preventivos; además, el personal recibe capacitaciones de los proveedores de las máquinas y equipos.

La planta cuenta con una bodega para suplir todos los recursos de herramientas e insumos para la correcta realización de los mantenimientos, por cada uno de los mantenimientos se manejan hojas técnicas, donde se definen todos los insumos.

El departamento de mantenimientos está trabajando conjuntamente con la gerencia de operaciones para implementar el nuevo plan de mantenimientos preventivos; por lo que se está teniendo todo el apoyo de la planta para llevarlo a cabo; se están girando ordenes gerenciales para seguir correctamente el plan.

La factibilidad técnica es una evaluación que debe demostrar la facultad del plan de mantenimientos para ponerse en marcha y mantenerse durante el tiempo. En el estudio técnico se pusieron en marcha tres meses del nuevo plan; se mejoró la productividad operativa de la planta, con respeto las nuevas restricciones y los planes de mitigación.

En materia de equipo y maquinaria, la planta cuenta con la tecnología necesaria para seguir implementando el plan y estar en una mejora continua.

Se define que el plan de mantenimientos preventivos es factible, con las nuevas restricciones generadas en la planta comercial de *Prensa Libre*.

4.9.6. Determinar si el diseño del mantenimiento es viable

La viabilidad de un proyecto se define si este es económicamente posible de realizarse; un proyecto puede ser factible, pero no viable, debido a que económicamente la empresa no pueda incurrir en los gastos necesarios para realizarlo.

Los costos del plan de mantenimientos preventivos se estimaron anteriormente, por lo que en la tabla CLXVI se presenta el resumen de los costos de los mantenimientos.

Tabla CLXVII. **Resumen de costos totales de los mantenimientos**

Máquina	Mant. mecánicos	Mant. eléctricos	Total
Empalmadora de bobinas	Q, 103 100,00	Q, 20 600,00	Q, 123 700,00
Enhebrador de bandas	Q, 61 900,00	Q, 18 400,00	Q, 80 300,00
Unidades impresión	Q, 49 850,00	Q, 28 300,00	Q, 78 150,00
Horno ecotherm	Q, 24 000,00	Q, 17 400,00	Q, 41 400,00
Folder dos	Q, 58 850,00	Q, 8 500,00	Q, 67 350,00
Total	Q, 297 700,00	Q, 93 200,00	Q, 390 900,00

Fuente: elaboración propia.

Los costos totales fueron aprobados por el departamento de costos y presupuestos de *Prensa Libre*, por lo que se define que económicamente el plan de mantenimientos es viable.

La planta comercial de *Prensa Libre* tiene definido turno diurno y nocturno, debido a la cantidad de producción que se maneja en Guatemala. La carga laboral de los mantenimientos fue distribuida en ambos turnos; por tal razón, la

programación propuesta se define en que turno se realizaran los mantenimientos.

La cantidad de horas estimadas para realizar los mantenimientos mecánicos y eléctricos se presentan en la tabla CLXVIII.

Tabla CLXVIII. **Resumen de horas para mantenimientos preventivos**

Tipo	Horas	% horas
Mantenimientos mecánicos anuales	1 439,00	16,43 %
Mantenimientos eléctricos anuales	595,33	6,80 %
Horas productivas estimadas	7 321,00	83,57 %
Total horas productivas anuales	8 760,00	-

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de horas que se tiene prevista para realizar los mantenimientos mecánicos es de 1 439 horas en un año, lo que equivale al 16,43 % de las horas productivas anuales.

La gerencia de operaciones de la planta comercial autorizó que la mencionada cantidad de horas se definirán para realizar los mantenimientos; simultáneamente, se realizarán los mantenimientos eléctricos preventivos, por lo que no se necesitaran más horas.

Se tendrán 7 321 horas destinadas para la producción anual (83,57 %). Se define el plan de mantenimientos viable, debido a que cumple con los requerimientos de la gerencia de operaciones y gerencia de costos y presupuestos.

4.9.7. Determinar un plan de mitigación para mantenimientos

En dado caso no se pudiese realizar algún mantenimiento preventivo por falta de tiempo para su realización; se ha acordado con el área de operaciones que al menos se debe realizar una limpieza y lubricación de la máquina para mitigar algún problema de fracción y desgaste.

5. TRATAMIENTO DE DESECHOS

El tratamiento de desechos es la recolección, el manejo y la eliminación de cualquier material que ha sido descartado porque ha cumplido su propósito o ya no es útil en un proceso productivo. La eliminación inadecuada de los desechos crea condiciones insalubres; estas condiciones a su vez llevan a la contaminación del medio ambiente y a los brotes de enfermedades.

El tratamiento de residuos presenta desafíos técnicos complejos; también, plantean una amplia variedad de problemas administrativos, económicos y sociales que deben ser manejados y resueltos en cualquier tipo de producción.

La actividad industrial en Guatemala ha producido impactos ambientales significativos a través la generación de desechos sólidos y líquidos. En la siguiente tabla se podrá ver la distribución geográfica de la industria de los años de 1995 al año 2000, donde se puede constatar que el crecimiento industrial ha tenido un ritmo lento en los últimos años.

La tabla CLXVIII presenta la distribución geográfica de las industrias en Guatemala.

Tabla CLXIX. **Distribución geográfica de la industria**

Departamento	1 995	1 996	1 997	1 998	1 999	2 000
Guatemala	1 558	1 529	1 504	1 511	1 431	1 815
Progreso	18	17	17	17	19	21
Sacatepéquez	67	67	68	68	68	84
Chimaltenango	49	49	49	48	48	48
Escuintla	106	107	108	108	106	113
Santa Rosa	216	216	218	217	216	217
Sololá	2	2	2	2	2	2
Totonicapán	21	21	21	21	21	21
Quetzaltenango	137	137	138	138	137	139
Suchitepéquez	39	39	39	39	39	41
Retalhuleu	32	32	32	32	30	31
Quiché	8	8	8	8	8	8
Baja Verapaz	18	18	19	19	19	19
Alta	48	48	49	49	46	46
Petén	22	22	22	22	23	23
Izabal	26	26	27	27	27	27
Zacapa	39	39	39	39	39	39
Chiquimula	30	29	29	29	29	29
Jalapa	16	26	26	16	16	16
Jutiapa	26	26	26	27	26	26
TOTAL	2 478	2 458	2 441	2 437	2 350	2 765

Fuente: INE. *Directorio de establecimientos industriales*. p. 50.

Se puede ver que la mayor cantidad de industrias se concentran en el departamento de Guatemala con un 64 %. Los departamentos de Santa Rosa un 7,6 %, Quetzaltenango un 5 % y Escuintla un 4 %, presentan un número grande de industrias respecto del resto del país, pero en cantidades menores.

Desde el punto de vista del riesgo ambiental, el Programa Regional Ambiental para Centroamérica (PROARCA) realizó en 1999 una encuesta preliminar en los países de Centroamérica para determinar las prioridades regionales sobre prácticas de P+L (prevención de la contaminación).

Se obtuvo como resultado un listado de actividades industriales que en Guatemala podrían presentar riesgos ambientales:

- De riesgo ambiental alto
 - Curtiembres (tenerías).
 - Fabricación de sustancias y productos químicos (diferentes de jabones y detergentes, pinturas, esmaltes y similares, industria farmacéutica, y productos de limpieza y similares).
 - Fabricación de papel y productos de papel.
 - Producción de azúcar (ingenios).
 - Producción de café (beneficios).

- De riesgo ambiental moderado
 - Fabricación de bebidas.
 - Fabricación y uso de pinturas, esmaltes y similares.
 - Fabricación de productos de caucho, hule y plástico.
 - Fabricación de textiles.
 - Industria de grasas y aceites comestibles (extracción, refinación y destilación).
 - Industria de jabones y detergentes.
 - Industria metal mecánica (fundición y producción de piezas y equipos en general).
 - Mataderos y rastros.

La utilización de pinturas para la impresión de los ejemplares entra en el riesgo ambiental moderado, por lo que no se puede desechar en cualquier línea de aguas los químicos utilizados.

5.1. Desechos

En la planta comercial se tienen diferentes tipos de desechos, se define en el rango de sólidos y líquidos; en cada etapa productiva se van generando; estos son reusados en diferentes procesos y reciclados.

5.1.1. Sólidos

Los desechos sólidos industriales son aquellos que se generan en los procesos de manufactura o transformación de materias primas. Estos desechos sólidos pueden ser peligrosos o tóxicos para el ser humano, así como no pueden ser nocivos. Las materias primas utilizadas en el proceso de producción de los diferentes productos se encuentran agrupados en la siguiente tabla:

La tabla XLXIX presenta los tipos de desechos de materias primas sólidas de la planta comercial de *Prensa Libre*.

Tabla CLXX. Tipos de desechos de materias primas sólidas

Grupo	Nombre
Tintas	Barniz
	Tintas colores especiales
	Tinta lito
	Tinta uv
	Tinta plotter
	Tóner
Plásticos	Plásticos y banner
	Cartón plástico
	Poliestireno
	Polipropileno
	Topes para tubos
	Vinilo normal
Pegante	Vinilo transparente
	Pegante
	Pegante acryl
	Pegante hot melt
	Pegante ref. 521 lata x 5 gls.
Preflex 28c	

Continuación de la tabla CLXX.

Papel	Papeles
	Adhesivo
	Cartón kraft plegable
	Cinta de estampar
	Opalina 200
	Papel capuchino
	Papel importado
	Papel kraft
	Papel periódico
	Papel químico
	Empaque
Caja	
Single face ancho	
Stretch	
Cartones	
Cartones	Cartón corrugado
	Cartón industrial
	Cartón micro corrugado
	Cartones
	Cartón plast

Fuente: elaboración propia.



Se han identificado los residuos sólidos y sus fuentes generadoras; se clasificaron los residuos de acuerdo con sus características de peligrosidad. Se realizó la identificación tomando la peligrosidad más representativa como parámetro para la clasificación, según el Decreto 4741 de 2005 de la Onu. A continuación, se presentan.

La tabla CLXX presenta la clasificación de las sustancias químicas utilizadas en la planta comercial de *Prensa Libre*.

Tabla CLXXI. **Clasificación de sustancias químicas**

Etiqueta	Clase	Descripción
	Explosivo	Son sustancias sólidas o líquidas, o mezclas de ellas, que por sí mismas son capaces de reaccionar químicamente produciendo gases a tales temperaturas, presiones y velocidades que pueden ocasionar daños graves en los alrededores.
	Líquidos inflamables Y líquidos combustibles	Son líquidos o mezclas de ellos, que pueden contener sólidos en suspensión o solución, y que liberan vapores inflamables por debajo de 35°C. Por lo general son sustancias que se transportan a temperaturas superiores a su punto de inflamación, o que siendo explosivas se estabilizan diluyéndolas o suspendiéndolas en agua o en otro líquido.
	Oxidantes Y peróxidos orgánicos	Sustancias oxidantes. Generalmente contienen oxígeno y causan la combustión o contribuyen a ella. Nitrato de potasio. Peróxidos orgánicos. Sustancias de naturaleza orgánica que contienen estructuras bivalentes, que generalmente son inestables y pueden favorecer una descomposición explosiva, quemarse rápidamente.
	Sustancia tóxica (venenosa)	El término tóxico puede relacionarse con venenoso y la clasificación para estas sustancias está dada de acuerdo con la DL50 oral, inhalatoria y dérmica.
	Sustancia radiactiva	Son materiales que contienen radionúclidos y su peligrosidad depende de la cantidad de radiación que genere, así como la clase de descomposición atómica que sufra. La contaminación por radioactividad empieza a ser considerada a partir de 0,4 Bq/cm ² para emisores beta y gama, o 0,04 Bq/cm ² para emisores alfa.
	Sustancia corrosiva	Corresponde a cualquier sustancia que por reacción química, puede causar daño severo o destrucción a toda superficie con la que entre en contacto incluyendo la piel, los tejidos, metales, textiles, etc. Causa entonces quemaduras graves y se aplica tanto a líquidos o sólidos que tocan las superficies como a gases y vapores que en cantidad suficiente provocan fuertes irritaciones de las mucosas.

Continuación de la tabla LCXXI.

	Sustancia peligrosa misceláneas	Son materiales que no se encuentran incluidos en las clases anteriormente mencionadas y por tanto pueden ser transportados en condiciones que deben ser estudiadas de manera particular. Ej. asbesto, fibra de vidrio, sílice. Dentro de este grupo se han incluido las sustancias que ocasionan de manera especial, contaminación ambiental por bioacumulación o por toxicidad a la vida acuática (polutantes marinos) o terrestre (contaminante ambiental).
	Peligro para el medio ambiente	En el caso de ser liberado en el medio acuático y no acuático puede producirse un daño del ecosistema por cambio del equilibrio natural, inmediatamente o con posterioridad. Ciertas sustancias o sus productos de transformación pueden alterar simultáneamente diversos compartimentos.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla CLXXI se identifican las características de peligrosidad de los residuos sólidos de la planta comercial de *Prensa Libre*, parte 1.



Tabla CLXXII. Identificación de las características de peligrosidad de los residuos sólidos, parte 1

Estado	Residuo	Actividad generadora	Característica de peligrosidad							
										
Sólido	Repuestos usados	Mantenimiento				x				
	Aceites	Mantenimiento				x				
	Recipientes con residuos de tintas	Proceso de Impresión	x							
	Recipientes con limpiador	Proceso de Impresión	x			x		x		
	Recipientes con barniz	Proceso de Impresión	x					x		x
	Tóner	Proceso de Impresión				x				
	Espuma impregnada de tinta y solventes	Limpieza y aseo del proceso de impresión		x		x		x		
	Recipientes con Thiner	Mantenimiento		x		x		x		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla CLXXII se identifican las características de peligrosidad de los residuos sólidos de la planta comercial de *Prensa Libre*, parte 2.

Tabla CLXXIII. **Identificación de las características de peligrosidad de los residuos sólidos, parte 2**

Estado	Residuo	Actividad generadora	Característica de peligrosidad							
										
Sólido	Recipientes de lubricantes	Proceso de Impresión		x		x				
	Recipientes de solventes	Mantenimiento		x		x		x		
	Luminarias UV	Todos los procesos				x				
	Luminarias incandescentes	Proceso de impresión - SISO				x				
	Elementos de protección personal contaminados	Proceso de impresión offset		x						x
	Planchas reveladoras	Proceso de acabados mecánicos		x		x		x		
	Recipientes de pegante	Mantenimiento del Proceso de impresión Offset		x		x		x		
	Recipientes de alcohol isopropílico	Proceso de Impresión		x		x		x		
Estado	Residuo	Actividad generadora	Característica de peligrosidad							
Sólido	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Actividades administrativas y operacionales				x				
	Baterías	Actividades administrativas y operacionales				x		x		x

Fuente: elaboración propia.

5.1.1.1. Piezas en mal estado

Todas las piezas que sufren algún problema y no tienen reparación son cambiadas y estas pueden tomar dos caminos: se reciclan o se almacenan sí y solo sí alguna parte aún está en funcionamiento para próximas reparaciones.

- Reciclaje de piezas en mal estado

Para darle de baja a una pieza en mal estado y enviarla a reciclaje se debe seguir un procedimiento específico, el cual lo debe de autorizar el encargado de planta.

El procedimiento para darle salida a las piezas de la planta es el siguiente:

- Verificación del encargado de planta del mal funcionamiento de la pieza.
- Verificación del ID del repuesto para darle de baja en el sistema.
- El técnico encargado debe extraer cualquier líquido que contenga para evitar derrames en el traslado.
- Firmar autorización de la salida de la pieza para su reciclaje.
- Si el proveedor contratado para el retiro de las piezas a reciclar no llegará en la próxima semana, es almacenado en la bodega de piezas de repuesto para esperar la próxima visita del proveedor.

El proveedor tiene visitas programada a la planta si hay piezas una vez al trimestre.

- Almacenamiento de piezas para repuesto

Se cuenta con una bodega para almacenar piezas que se puedan utilizar para repuestos; esta bodega está ordenada por el tipo repuesto. Es de vital importancia esta bodega debido a que en cualquier momento una máquina de la planta central (zona 1) puedan necesitar el repuesto. Estos repuestos son registrados en una base de datos para que cualquier persona autorizada pueda verificar la existencia.

5.1.1.2. Placas de impresión

Las planchas de impresión en todos los métodos pueden contener sustancias químicas peligrosas o ser procesadas por medio de sustancias químicas.

Las plancha *offset* se generan tanto en la zona de preimpresión como en impresión (planchas usadas), tanto en forma de retales como de planchas erróneas y viejas. Igual que las películas, se trata de un residuo valorizable del que puede recuperarse el aluminio que contiene.

Las películas se generan únicamente en la zona de preimpresión, tanto en la filmación como en las operaciones de montaje y de desmontaje. A menudo, se gestionan juntamente con los residuos generales de la fábrica o bien pueden valorizarse para recuperar la plata que puedan contener.

5.1.2. Líquidos

En la planta de producción los desechos líquidos se generan en los procesos de preimpresión, impresión y postimpresión. A continuación, se presentan los líquidos que son desechados con proveedores autorizados según la etapa del proceso de impresión de los ejemplares:

- Preimpresión

Los residuos líquidos que se generan principalmente en esta etapa se generan en el procesamiento de las películas y las planchas:

- Químicos de revelado y fijado

Los químicos se agotan de la procesadora de placas (revelador y fijador), estos son soluciones líquidas en base agua. Este producto contiene soluciones fuertemente alcalinas y sustancias disueltas de la capa sensible solubilizada.

- Agua de lavado de película

El agua de lavado de la película durante su procesamiento se realiza con agua corriente, pero es preciso tener presente que esta película arrastra líquido fijador; por tanto, el agua puede contener restos de los productos químicos utilizados en la operación y, consecuentemente, también, restos de plata.

- Agua de lavado de planchas *offset*

Agua de lavado de las planchas *offset* durante su procesamiento: se produce durante el aclarado de la plancha y arrastra restos de los productos químicos utilizados y generados en el revelado.

- Impresión

Son los residuos generados por la utilización de la solución de remojo en la impresión *offset* y por los restos de tintas y barnices y la limpieza de la unidad impresora.

- Solución de remojo

Las soluciones de remojo contienen restos de tintas y solventes, alcohol isopropílico u otros reductores de la tensión superficial del agua y productos como alguicidas, fungicidas, etc.

- Restos de tintas y barnices *offset*

Los restos de tintas y barnices *offset* son sobrantes y restos de tirajes que se vacían de los tinteros una vez finalizada una tarea o cuando hay que cambiar de color.

- Postimpresión

En las operaciones de limpieza y mantenimiento algunos de los solventes habitualmente utilizados son acetato de etilo, etanol, n-propanol, isopropanol, tolueno, metiletilcetona (MEK), metilisobutilcetona (MIBK), isopropoxietanol, ciclohexanona o xilol.

- Líquidos de limpieza y mantenimiento

Son solventes orgánicos bastante volátiles que se evaporan durante las operaciones de limpieza de las máquinas, en gran parte por una mala









manipulación de los utensilios de limpieza: bidones abiertos, trapos que contienen disolvente, etc.

La unidad impresora genera líquidos en la limpieza de rodillos de remojo, baterías entintadoras y tinteros, cauchos, planchas y rasquetas para la manipulación de las tintas, etc.

Se han identificado los residuos líquidos y sus fuentes generadoras; se clasificaron los residuos de acuerdo con sus características de peligrosidad. Se realizó la identificación tomando la peligrosidad más representativa como parámetro para la clasificación, según el Decreto 4741 de 2005 de la Onu.

En la tabla CLXXI se identifican las características de peligrosidad de los residuos líquidos de la planta comercial de *Prensa Libre*.

Tabla CLXXIV. **Identificación de las características de peligrosidad de los residuos líquidos**

Estado	Residuo	Actividad generadora	Característica de peligrosidad							
										
Líquidos	Solución en la fuente	Limpieza y aseo del proceso de impresión <i>offset</i>		x		x		x		
	Residuo de tinta digital	Proceso de impresión digital		x						
	Residuo de tinta <i>offset</i>	Proceso de impresión digital		x						
	Residuo de reveladores	Proceso de impresión digital		x				x		

Fuente: elaboración propia.

5.1.2.1. Químicos filmadora de placas (CTP)

Los químicos de la filmadora de placas son una solución que hace visible la imagen latente de un material fotográfico expuesto.

Es el agente revelador que reduce los haluros de plata expuestos dejando en la emulsión plata metálica negra; la solución suele contener un acelerador, por lo general un álcali, como el carbonato sódico, el hidróxido sódico o el bórax, que activa la acción del revelador, y un preservador, como el metabisulfito potásico, por lo general bromuro potásico, que actúa como controlador general de la actividad química y limita el nivel de velo.

Su conservación es en recipientes estancos donde la luz y, sobre todo, el aire no llegue al revelador, porque afecta a su efectividad, dado que al ser un reductor, tiende a oxidarse rápidamente.

La solución del revelador fotográfico, en su calidad de corrosivo, es un residuo peligroso, pero solo si su pH excede el límite de 12,5 o más. La película y el papel fotográficos contienen plata lixiviable en sus emulsiones. Una vez procesada, la plata no lixiviará del papel ni de la película.

Los químicos reveladores son usados hasta dos veces, posterior a eso son consumidos o enviados con el proveedor para el reciclaje del mismo.

5.1.2.2. Aceite de máquinas

Se considera aceite usado todo aquel de motor, de transmisión o hidráulico, con base mineral o sintética generado a partir del momento en que deja de cumplir la función inicial para la cual fue creado.

Los aceites se contaminan con su utilización mediante el contacto con productos orgánicos de oxidación, materiales como carbón, productos que se generan con el desgaste de los metales y con otros sólidos.

Cuando los aditivos se degradan con las horas de uso el aceite pierde las propiedades principales; los cuales para ser desechados deben ser almacenados, transportados, reciclados, reprocesados todo esto con el fin de evitar la contaminación del ambiente. Cualquier tipo de aceite es formado por los siguientes compuestos químicos:

- Metales pesados
 - Cromo
 - Cadmio
 - Arsénico
 - Plomo

- Hidrocarburos aromáticos polinucleares
- Benceno

Estos compuestos químicos producen un efecto directo sobre la salud humana y varios de estos productos son cancerígenos.

Los aceites usados y materiales contaminados que son eliminados en los rellenos sanitarios o en los botaderos a cielo abierto se convierte en lixiviados y termina en las aguas subterráneas; hace que esta no sea apta para el consumo humano.

El aceite lubricante usado que se elimina bajo el proceso de quema en condiciones no controladas emite tantas partículas de plomo al aire como cualquier otra fuente industrial. El plomo es una toxina que envenena el sistema nervioso central y detiene el desarrollo en los niños.

La planta comercial de *Prensa Libre* reutiliza ciertos aceites de la siguiente manera:

- Como combustible para uso industrial

Estos aceites son usados para la planta de emergencia de energía eléctrica que, está diseñada para quemar dichos componentes sin afectar el medio ambiente.

- Regeneración de bases lubricante

En ciertos dispositivos mecánicos de las máquinas se pueden usar los aceites de desecho, estos son usados por es una mínima cantidad la que se reutiliza.

La planta almacena cantidades de aceite para su desecho, pero para almacenar el aceite se tienen procedimientos definidos, los cuales se presentan a continuación.

- Bodega temporal

La actividad de almacenamiento temporal se realiza en una bodega, de manera segura ambientalmente y físicamente para los trabajadores; es de fácil ingreso para el proveedor que retira los aceites.

La bodega está claramente identificada, tiene pisos de material sólido e impermeable para evitar la contaminación del suelo y de las fuentes de agua subterránea. Este piso está bajo mantenimientos constantes para no presentar grietas u otros defectos que impidan la fácil limpieza de las grasas o aceites. De la misma manera, esta bodega no posee ninguna conexión con el alcantarillado

La ventilación es una principal fuente de seguridad en la bodega, esta tiene un sistema de ventilación donde tiene un ingreso de aire en la parte inferior de las paredes y una salida de aire en la parte superior.

- Proceso de drenaje

En el proceso de drenaje del aceite de los motores se debe garantizar el traslado seguro del aceite hasta el recipiente de recibo primario, por medio de una manguera por gravedad o bombeo para almacenarlo en la bodega mencionada anteriormente.

El proceso de drenaje está diseñado de manera para evitar derrames, goteos o fugas de aceites lubricantes usados en la zona de trabajo.

- Recipiente de recibo

El recipiente primario permite trasladar el aceite usado removido, desde el lugar de servicio del motor o equipo hasta la zona para almacenamiento. Está elaborado en materiales resistentes a la acción de hidrocarburos.

- Elementos de protección personal

Los elementos de seguridad industrial que usan los colaboradores son los siguientes:

- Overol o ropa de trabajo
- Botas o zapatos antideslizantes
- Guantes resistentes a la acción de hidrocarburos
- Gafas de seguridad

- Tanques superficiales

Los tanques superficiales deben garantizar en todo momento la confinación total del aceite lubricante usado almacenado.

Están elaborados en materiales resistentes a la acción de hidrocarburos y la corrosión. Permitirán el traslado por bombeo del aceite lubricante usado, desde el recipiente de recibo primario y hacia el sistema de transporte a ser utilizado; garantiza que no se presenten derrames, goteos o fugas de aceite lubricante usado.

Dichos tanques están rotulados con las palabras aceite usado en letra y tamaño legible, las cuales deberán estar a la vista en todo momento, en un rótulo de mínimo 20 cm x 30 cm.

- Ubicación del vehículo del proveedor

En la planta, el vehículo del proveedor para retirar el aceite debe localizarse en el espacio definido junto a la bodega de almacenamiento

temporal, donde no cause interferencia de tal forma que quede en posición de salida rápida.

- Preparación para el bombeo

Antes de iniciar el bombeo de aceites usados del sistema de almacenamiento al vehículo, se deben realizar las siguientes actividades:

- Ubicar un extintor cerca del carro donde se va a realizar el bombeo.
- Ubicar vallas o conos para bloquear el tráfico, cerrando el área circundante a la zona.
- Verificar que no haya fuentes de ignición en los alrededores.
- Colocar elementos debajo de las conexiones realizadas para la operación de manera que se controlen posibles goteos, fugas o derrames.
- Verificar que las mangueras queden totalmente drenadas luego de finalizar la operación.

5.2. Estudio de impacto ambiental

Un estudio de impacto ambiental se considera a toda aquella alteración positiva o negativa, que se observa en el medio ambiente de la planta productiva por la intervención humana que surge de un proceso y su interacción sobre cualquier factor ambiental.

Todos los procesos para la obtención de algún producto o servicio tienen impacto sobre el ambiente, el cual puede ocurrir en alguna o todas las etapas del ciclo de vida del proceso. Estos impactos pueden ser regionales, locales o globales y con variación de los niveles de significancia.

En la industria litográfica se presentan diversos tipos de impactos ambientales debido al uso de una gran diversidad de tecnologías y materias primas en toda la planta productiva; se ha determinado se debe a las emisiones por compuestos orgánicos volátiles, las aguas residuales y los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.

Para la identificación de los impactos que se presentan en la planta comercial de *Prensa Libre* es necesario entender cómo interactúa con el ambiente a través de sus procesos.

Las etapas que integran el proceso de productivo en la planta comercial son las siguientes:

- Preimpresión

Son todos los trabajos necesarios para obtener las planchas de impresión para usarlas en las unidades Uniset 70.

- Producción

Es todo el proceso del enhebrado de las bandas de papel, impresión en la banda de papel, secado de la banda de papel a altas temperaturas y corte de los ejemplares en el folder dos.

- Despacho

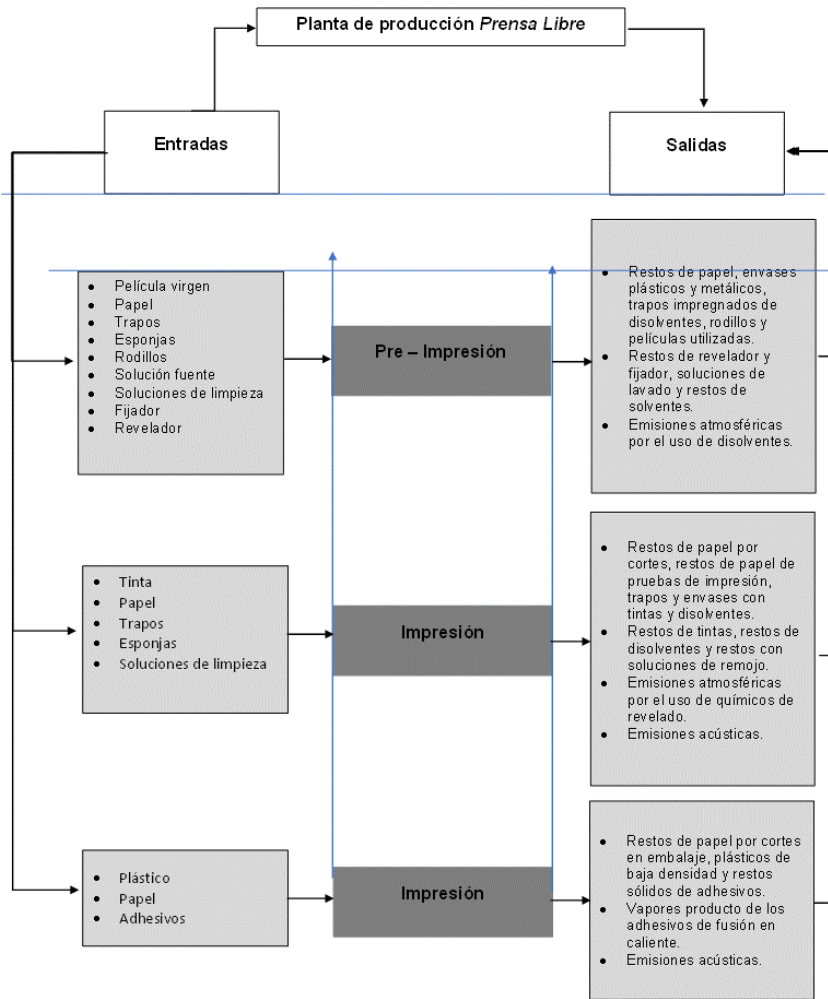
Proceso por el cual se engrapan los ejemplares, se cuentan y se coloca un fleje alrededor para apilarlos.

En las tres, las etapas se implican distintos cambios, debido a las entradas y salidas requeridas.

El esquema del proceso de impresión con sus entradas y salidas, junto al análisis situacional; concede una visión general sobre los efectos y, por lo tanto, los impactos de las distintas actividades que se realizan.

La figura 81 contiene el proceso de entrada y salidas de la materia prima de la planta comercial de *Prensa Libre*.

Figura 81. **Proceso de entradas y salidas de materia prima en la planta comercial de *Prensa Libre***



Fuente: elaboración propia.

5.2.1. Plan de impacto ambiental

Para determinar los impactos ambientales de mayor relevancia que se presentan en la planta comercial *Prensa Libre*, se ha tomado en consideración las acciones, la agrupación de factores ambientales del área de influencia y el

manejo de operaciones. El análisis de hará con base en la operación o funcionamiento, ya que la planta se encuentra en operaciones.

Como punto de partida es necesario nombrar los medios y sus componentes ambientales involucrados:

La tabla CLXXIV presenta los medios que tienen impacto ambiental en la planta comercial de *Prensa Libre*.

Tabla CLXXV. **Identificación de los medios en el estudio de impacto ambiental**

Medios	Físico Biológico Social
--------	-------------------------------

Fuente: elaboración propia.

La tabla CLXXV presenta los componentes ambientales que tienen un impacto ambiental.

Tabla CLXXVI. **Identificación de los componentes ambientales en el estudio de impacto ambiental**

Componentes ambientales	Recurso hídrico	Aguas superficiales Aguas residuales
	Recurso atmosférico	Calidad del aire Partículas en suspensión Olores
	Sonoro	Ruido
	Suelo	-
	Amenazas naturales	Amenazas sísmicas Derrumbes
	Componentes biológicos	Vegetación Paisaje
	Componente sociocultural	Salud Seguridad Nivel de aceptación Factor psicosocial
	Componente socioeconómico	Empleo
	Residuos	Sólidos Líquidos

Fuente: elaboración propia.

Las amenazas son condiciones procedentes de la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural o no intencional, que puede causar daño a los bienes, la infraestructura, el ambiente o el personal.

En la tabla CLXXVI se establecen las principales amenazas para la planta comercial de *Prensa Libre*.

Tabla CLXXVII. **Identificación de las principales amenazas de la planta comercial de *Presa Libre***

Naturales	Involuntarias	Ambientales
Movimientos sísmicos	Incendio	Vertimientos de líquidos
Eventos atmosféricos	Explosiones	Emisiones atmosféricas
Inundaciones	Derrames aceite	Residuos sólidos
Movimientos en masa	Fugas de aceite	Ruido
-	Fallas en sistemas	-

Fuente: elaboración propia.

Un análisis de vulnerabilidad está relacionado a un elemento o grupo de elementos expuestos a ciertas amenazas; para este análisis, se consideran aspectos como el personal, los recursos y los procesos de la planta comercial de *Presa Libre*.

Se realizó un análisis cualitativo como punto de comparación, se establece una escala generalizada con niveles de riesgo o potencial de daño bajo, medio o alto.

La tabla CLXXVII se presenta el análisis de vulnerabilidad en la planta comercial de *Presa Libre*.

Tabla CLXXVIII. **Análisis de vulnerabilidad en la planta comercial de Prensa Libre**

Pregunta	Sí	No	Medio	Observaciones	Riesgo de daño		
					Bajo	Medio	Alto
¿Existen instrumentos para la identificación de condiciones inseguras que puedan generar emergencias?		x		Riesgo eléctrico, exposición prolongada a químicos, ruido, etc.		x	
¿Se cuenta con suministros básicos como botiquín, equipo de protección personal, entre otros?			x	Operarios desprotegidos al realizar su tareas, no existe un sistema para disminuir las emisiones y residuos al ambiente.		x	
¿Se cuenta con un programa de respuesta ante emergencias para todos los miembros de la unidad?		x		Al momento de existir una emergencia, no todo los colaboradores están protegidos.			x
¿Es el tipo de construcción resistente a un sismo?	x			Edificio nuevo con estructuras reforzadas	x		
¿Están bien definidas las rutas de evacuación y salidas de emergencia?	x			Se encuentran rotuladas las salidas, y los caminos para evacuar la planta			x
¿Están las instalaciones debidamente señalizadas y con iluminación alterna?			x	No se cuenta con una iluminación alterna, una emergencia de noche sería el peor escenario		x	
¿Se tiene bien asegurada la estantería o maquinaria que pueda caer?	x			Todas las estanterías se encuentran correctamente aseguradas	x		
¿Se cuenta con algún sistema de alarma en caso de emergencia?			x	El sistema de alarma no está en todos los niveles y áreas de la planta			x
¿Se cuenta con algún programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos y operaciones de emergencia?			x	Todas las máquinas y equipos no cuentan con un plan de mantenimientos preventivos		x	

Fuente: elaboración propia.

El análisis de vulnerabilidad muestra que existen diversos elementos en los que en una situación de peligro se generaría un daño irreparable al personal y el ambiente en general.

Un análisis de riesgos es más detallado en materia de impactos ambientales; al momento de tener detallados dichos impactos, se procede a establecer medidas preventivas o de mitigación con respecto a cada uno de los impactos negativos; aquellos provenientes de las problemáticas en la unidad o los que surgen de inadecuadas prácticas y falta de mejoras en los procesos y la tecnología.

Para completar el análisis de riesgos se procederá a describir puntualmente las variables evidentemente más impactantes sobre el ambiente y

el personal operativo. Estas son: la disposición de los desechos, calidad del aire, los olores, el ruido y algunos impactos indirectos.

- Calidad del aire

La calidad del aire se puede ver afectada por la mezcla y exposición a sustancias nocivas como humo de la emisión de las máquinas y equipos, aerosoles y vapores de adhesivos tipo *hotmelt*; esta evaporación puede ingresar al tracto respiratorio y causar irritación en todas las vías por las que pasan corrientes de oxígeno; estas tienen un efecto adverso debido a que contienen partículas de amoníaco, monóxido de carbono y se desprenden componentes tóxicos al llegar a cierta temperatura.

Por ser una planta industrial, esta cuenta con diversos niveles, lo que contribuye a que la limpieza de las paredes y techos sea complicada por las diversas alturas; existen partículas de material residual que son imperceptibles para el ojo humano y están en el aire, lo que es perjudicial, principalmente en el área del folder dos, debido a que al momento de realizar los cortes de la banda de papel se desprenden partículas que fácilmente ingresan a las vías respiratorias.

El polvo de las instalaciones puede ser orgánico y con compuestos químicos; el polvo orgánico queda atrapado en la nariz y ocasiona alergias y el polvo químico puede causar lesiones a los pulmones.

En el plan de mantenimientos preventivos existen diversos químicos usados; el principal problema es la emisión de fuertes olores; actualmente, no existe alguna regulación para el uso de mascarillas especiales. Este problema

debe de mitigarse. Los olores provienen de concentraciones de solventes y compuestos químicos dañinos.

La inhalación prolongada o sobreexposición a olores puede causar mareos, náuseas e irritación de las mucosas.

- Ruido

Una planta litográfica es causante de contaminación auditiva, para los colaboradores que se encuentran dentro de esta. El trabajo con maquinaria pesada sin equipo de protección personal aumenta el riesgo de accidentes y enfermedades a los colaboradores. Estas actividades combinadas con químicos ototóxicos como los agentes disolventes y metales pesados, aumentan el riesgo de daño auditivo y aumento de enfermedades del sentido del oído.

El impacto ambiental (causa) que genera la actividad litografía tiene un efecto adverso en el medio ambiente; se realizó un análisis de todos los factores ambientales que se deben de tomar en cuenta para el plan de impacto ambiental.

La tabla CLXXVIII presenta la relación de causa y efecto de la actividad productiva y los factores ambientales.

Tabla CLXXIX. **Relación causa y efecto de factores ambientales en la planta comercial de *Prensa Libre***

Impacto ambiental factor ambiental	Agua	Aire	Empleo	Ruido y vibración	Población humana	Saneamiento	Suelo	Trafico vehicular
Acumulación de material							X	
Aguas servidas	X				X	X		
Eliminación brusca	X	X						
Emissiones gaseosas		X			X			
Empleo			X		X			X
Olores		X		X	X			
Polvos y partículas		X			X	X	X	
Residuos sólidos	X				X	X	X	
Riesgo de incendio			X		X			
Riesgos de accidentes			X					
Ruido					X			
Transportes personales					X			X
Uso de agua	X		X			X		
Vibraciones				X	X			
Total	4	4	4	3	10	4	3	2

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Plan de mitigación de impacto ambiental

Los factores ambientales más perjudicados son la población humana y el saneamiento de recursos vitales. Esto indica que la población humana es la más vulnerable, entonces, se debe trabajar en un plan para disminuir la mayor cantidad de riesgos para los alrededores.

- **Recurso hídrico**

Los residuos con partículas de metales pesados que son vertidos sin tratamiento previo a la red de aguas residuales generan un efecto adverso en todas las comunidades.

En la etapa de preimpresión se revelan las placas de impresión y se vierten líquidos sin ningún cuidado en específico en las aguas residuales (procesamiento de planchas y películas); se sugiere tomar el siguiente plan:

- Diluir el revelador y el fijador con agua para aprovechar al máximo los insumos.
 - No enjuagar con agua potable las planchas de impresión.
 - Realizar un tratamiento previo a enviarlas al alcantarillado
 - Entregar a un proveedor los restos de aguas que contengan metales.
- Recurso atmosférico

En la planta comercial de *Prensa Libre* las emisiones atmosféricas son relativamente escasas; pero estas pueden destruir la capa de ozono y ser dañinas para la salud de los trabajadores cuando se trabaja con solventes con compuestos orgánicos volátiles.

Para minimizar las emisiones al ambiente se debe:

- Utilizar tintas con compuestos vegetales y con base de agua que no contengan bajas cantidades de disolventes y con un secado ultravioleta.
- Solicitar a los proveedores la lista de componentes químicos de todos los solventes para facilitar su uso y la seguridad de los operarios.
- Identificar los principales focos de emisión y sus componentes químicos.
- Utilizar recipientes o contenedores que minimicen la evaporación de los disolventes al momento de utilizarlos.

- Tener un cuidado al momento de recargar con tinta las unidades de impresión para reducir las proporciones de limpieza en estas, se recomienda no sobrecargar los niveles de tinta.
- Utilizar campanas de aspiración.
- Suelo

Los suelos son muy fáciles de contaminar, debido a un mal manejo de residuos, por malas prácticas de los desechos de los químicos o aceites. Al respecto se recomiendan medidas como:

- Colocar en los suelos materiales para impermeabilizar las áreas propensas a derrames y los alrededores de la planta.
- Se debe indicar a los colaboradores las indicaciones para los manejos de sustancias; además, se deben colocar letreros con indicaciones del manejo de sustancias químicas y residuos peligrosos que puedan contaminar el suelo directamente.
- Identificar las principales zonas de riesgos de contaminación de los suelos y aguas subterráneas.

En la tabla CLXXIX se presentan recomendaciones para la optimización de recursos para evitar desperdicio de materiales y evitar un impacto ambiental negativo.

Tabla CLXXX. **Recomendaciones para la optimización de recursos**

Recursos	Plan para optimización de recursos
Disolventes y emisiones atmosféricas	Disminuir el desperdicio de los disolventes al momento de realizar mantenimientos preventivos.
	Tapar bien los recipientes.
	Reutilizar los envases de los disolventes.
Placas de impresión	Reducir la cantidad de derrames de químicos, reveladores y fijadores.
	Ejecutar trabajos simultáneamente para reducir el volumen de residuo.
Tinta	Reciclar las tintas para hacer nuevas.
	Aislar las tintas contaminadas.
	Limpiar las fuentes de tinta sólo cuando se necesite cambiar de color.
	Tapar los contenedores después de su uso.
	Estimar las cantidades a utilizar.
	Planificar los trabajos en función de colores similares.
	Vaciar los contenedores de tinta.
Papel	Prevenir los errores para evitar el consumo de papel durante la preparación para un tiraje.
	Reciclar todos los restos de papel.

Fuente: elaboración propia.

5.2.3. Reciclaje

El reciclaje en la planta comercial de *Prensa Libre* es un proceso que se tiene bajo control, debido a que se cuentan con un proveedor autorizado para el reciclaje de todos los desechos de papel y se cuentan con botes de basura en cada nivel de la planta con sus respectivos rótulos para facilitar el reciclaje. La planta cuenta con un plan de reciclaje.

Los residuos son clasificados y colocados en recipientes distintos según el tipo de residuo: papel, plásticos, químicos; que luego, son recolectados por los

proveedores autorizados. Los residuos inorgánicos son identificados y separados en contenedores diferentes.

El papel es clasificado con un residuo no peligroso; en todos los niveles de la planta se existen basureros para su colocación; se tiene un punto central en el área de despacho, en donde son apilados para que el proveedor que los recoge tenga un fácil acceso a ellos. El papel que se recicla puede venir de diferentes procesos de la planta, se detallan a continuación:

- Calibración errónea de la banda de papel en el enhebrador de bandas.
- Colocación errónea en las planchas de impresión.
- Malos procedimientos en la colocación de las tintas en las unidades de impresión.
- Falta de tinta en las unidades de impresión.
- Calibración errónea de las mantillas impresoras.
- Quemaduras de papel en el horno ecotherm.
- Cortes erróneos en el folder dos.
- Atascos de papel en las unidades contadoras en despacho.
- Ejemplares sobrantes.

Todas las fuentes descritas cuentan con basureros especiales para la colocación de los restos de papel para ser trasladados al área de despacho para su almacenamiento.

Las placas usadas deberán ser acumuladas en los contenedores ubicados junto a las unidades impresoras para su reciclaje. Las placas dependiendo de su material tienen procesos diferentes; las placas metálicas tienen un procedimiento para la recuperación de plata contenidas en estas y las planchas de aluminio tienen un proceso para la recuperación de metal.

Se tienen clasificados como residuos peligrosos los restos de enjuague de revelador y fijador; una reveladora de placas que se tiene en el área de pre prensa cuenta con filtros para almacenar y finalmente retirar para su reciclaje. En la otra reveladora se tiene que colocar un recipiente para almacenar los restos para reciclarlos.











Los recipientes vacíos con restos de productos químicos y/o tintas residuales, que puedan sopesarse como peligrosos, deberán ser retirados de la planta por los proveedores autorizados.

Posterior a los mantenimientos preventivos se tienen diversos trapos sucios e impregnados con solventes, tintas, polvo, suciedad y aceite; estos se consideran peligrosos, por lo que son categorizados como residuos peligrosos, separados y colocados en recipientes con tapa.

El almacenamiento de restos clasificados como peligrosos está fuera del edificio principal; este se encuentra a 50 metros con una construcción de concreto con ventilación de aire, con separaciones según el residuo. Existen residuos que pueden estar cerca de otros sin ser peligrosos o volátiles; en la planta se tienen letreros de cómo se pueden almacenar.

La figura 82 presenta las sustancias que son compatibles entre sí para su almacenaje previo a la llegada de los proveedores.

Figura 82. **Sustancias compatibles para almacenaje**

					
	+	-	-	-	+
	-	+	-	-	-
	-	-	+	-	+
	-	-	-	+	0
	+	-	+	0	+

+	Se pueden almacenar juntos
0	Solamente podrán almacenarse juntos, adoptando ciertas medidas
-	No deben almacenarse juntos

Fuente: Sustancias compatibles. <http://www.sprl.upv.es/msbiotecnologia.htm>. Consulta: 29 de mayo de 2018.

5.2.3.1. Plan de reciclaje

Se tienen fechas definidas para la visita de los proveedores para la extracción de residuos a reciclar.

La tabla CLXXX presenta el plan de reciclaje de la planta de producción de *Prensa Libre*.

Tabla CLXXXI. **Plan de reciclaje en la planta comercia de *Prensa Libre***

Plan de reciclaje		
Residuo	Tarea	Frecuencia
Papel	Retirar restos de papel de basureros para apilarlos en area de despacho.	Diarios
	Visita del proveedor de reciclaje de papel.	Semanal
Enjuage Revelador y Fijador	Amacenamiento de residuos de maquina reveladora 1.	Diario
	Vaciado de residuos de maquina reveladora 2.	Semanal
	Traslado de residuos de maquina 1 al area de almacenamiento.	Diario
	Vaciado de residuos de maquina 2 al area de almacenamiento.	Semanal
	Visita del proveedor para reciclaje de reveladores y fijadores.	Mensual
Aceites	Vaciado de restos de aceites de máquinas.	Cada mantenimiento preventivo
	Visista del proveedor para reciclaje de aceites.	Mensual

Fuente: elaboración propia.

5.2.4. Seguridad e higiene industrial

La seguridad industrial tiene el fin de dar lineamientos para mitigar y manejar los riesgos dentro de una planta industrial; esta debe de ser transferida de los patronos hacia los colaboradores. Todo colaborador debe ser protegido contra cualquier riesgo; se debe tener un ambiente saludable y seguro.

La seguridad industrial anticipa, conoce, evalúa y controla cualquier factor de riesgos que pueda ocasionar algún daño a cualquier trabajador. Estas son técnicas multidisciplinarias que identifican donde se puede ser vulnerable.

La seguridad industrial se enfoca en la protección de las extremidades, y la protección ocular de los trabajadores. Según estadísticas, el 25 % de los accidentes ocurren con las manos; y del total de accidentes el 90 % es por no usar el equipo de protección personal para su actividad.

El riesgo que se corre en una planta siempre estará, el problema es que los colaboradores no se dan cuenta del peligro que conlleva estar dentro de la planta; hasta tener algún tipo de accidente se dan cuenta de la magnitud del por qué existe la seguridad industrial.

La higiene industrial son todos los factores que pueden causar una enfermedad en los trabajadores por estar presentes a ciertas sustancias químicas; pueden ser algunas tóxicas. También, puede estar enfocado en las plantas alimenticias, en donde el producto debe estar libre de cualquier bacteria.

El objetivo de la seguridad e higiene industrial es evitar accidentes laborales. La planta comercial de *Prensa Libre* debe satisfacer las necesidades de los colaboradores en todo sentido, manteniendo su salud dentro de la planta.

Un accidente es cualquier suceso que es provocado por cualquier máquina o equipo por una acción violenta y repentina, que da lugar a una lesión corporal.

Se han definido recomendaciones y reglas dentro de la planta comercial de *Prensa Libre*.

- Incendio y explosión

La tabla CLXXXI presenta las recomendaciones y reglas que deben proceder ante cualquier incendio y explosión dentro de la planta:

Tabla CLXXXII. **Recomendaciones de incendio y explosión**

Incendio y explosión
Se prohíbe fumar dentro de cualquier área de la planta de producción.
Toda salida de emergencia debe encontrarse libre de cualquier obstáculo.
En cada máquina y equipo existe un extinguidor de acuerdo al tipo de combustión que pueda generar.
Capacitaciones sobre el uso de extintores.
Se realizaran constantemente evacuaciones preventivas y de capacitación en caso de cualquier emergencia.
Las campanas de extracción serán limpiadas mensualmente para evitar la concentración de polvo y resinas.
Toda instalación eléctrica debe de estar aislada y protegida.
En cualquier alarma de fuego cortara la energía eléctrica, evacua al personal y toman los extintores.
Todo colaborador debe de tener el conocimiento de la caja de flipones para cortar la energía eléctrica.

Fuente: elaboración propia.

- Lesiones y cortes

La tabla CLXXXII presenta las recomendaciones y reglas que deben proceder ante cualquier lesión y corte

Tabla CLXXXIII. **Recomendaciones de lesiones y cortes**

Lesiones o cortes
La máquina herramienta que produjo el corte o lesión deberá ser manipulada para detenerla y proteger al resto de colaboradores.
La manipulación de cada máquina debe ser únicamente por personal capacitado.
Cada máquina y equipo debe tener un paro de emergencia para cortar la energía eléctrica inmediatamente.
Cada colaborador al ingresar a la planta debe de portar y usar el equipo de protección personal.
Se realizarán revisiones periódicas del cumplimiento de uso del equipo de protección personal.
En caso de cualquier accidente, se deberá de presionar la alarma para la llegada del médico residente.

Fuente: elaboración propia.

- **Caídas**

La tabla CLXXXIII presenta las recomendaciones y reglas que deben proceder ante cualquier caída de cualquier colaborador.

Tabla CLXXXIV. **Recomendaciones de caídas**

Caídas
No mover a la persona que ha sufrido la caída
Mantener la zona despejada y accionar alarma de emergencia
Eliminar los residuos de papel, polvo y aceite que puedan hacer tropezar.

Fuente: elaboración propia.

- Riesgo eléctrico

La tabla CLXXXIV presenta las recomendaciones y reglas que deben proceder ante cualquier riesgo eléctrico.

Tabla CLXXXV. **Recomendaciones de riesgo eléctrico**

Riesgo eléctrico
Todos los cables deberán de estar aislados y en buen estado. Se deberán verificar antes de empezar cualquier trabajo.
Solo personal autorizado podrá verificar el equipo mantenimiento y hacer cualquier reparación.
Comunicar al departamento de mantenimiento inmediatamente cualquier tipo de daño identificado.
Desconectar la maquina o equipo si se desean limpiar.
no manipular la máquina o el equipo por ningún motivo con las manos húmedas o mojadas.

Fuente: elaboración propia.

5.2.5. Seguridad ocupacional

La salud ocupacional es promover y mantener en lo más alto posible, el bienestar físico, psíquico y social de los trabajadores; prevenir todo daño causado a su salud por las condiciones de trabajo.

La seguridad ocupacional busca mitigar los riesgos resultantes de la presencia de agentes perjudiciales a la salud y mantener al trabajador en un empleo adecuado a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas.

En la planta comercial de *Prensa Libre* se han definido procedimientos para actuar en caso de cualquier accidente presentado:

- ¿Cómo actuar en caso de accidente?
 - No se deberá de mover a la persona accidentada a menos que sea alguien capacitado en la materia.
 - Si existiera algún riesgo físico en el lugar en donde se encuentre, movilizarlo a un lugar seguro mientras llega la ayuda médica.
 - Se deberá de hablar con el accidentado, no dejar que se duerma.

- ¿Dónde ha ocurrido el accidente?
 - Tipo de accidente (incendio, caídas, fracturas, etcétera).
 - Número de víctimas y estado en el que se encuentran (si sangran, si están inconscientes, si respiran o no).

- ¿Cómo actuar en caso de un sismo?

En caso de un sismo se debe mantener la calma y analizar la magnitud del mismo; se debe de reaccionar pronto.

- Las instalaciones de la planta comercial de *Prensa Libre* se consideran seguras para permanecer dentro mientras finaliza el mismo; al finalizar, se deben utilizar las rutas de evacuación definidas.

- Si no es posible salir se deberá moverse a las zonas seguras definidas, cerca de columnas principales y alejarse de lámparas, objetos colgantes y tuberías.
- Cuando termine el sismo, abandonar el edificio usando las rutas de evacuación.
- De ocurrir un incendio
 - En caso de un incendio se debe de actúe con rapidez.
 - Cortar la energía eléctrica y cerrar la llave principal de gas y tuberías de gas de la planta eléctrica.
 - Llamar a los cuerpos de socorro y solicitar auxilio.
 - Evacuar rápido del edificio, pegado a las paredes y no parar a recoger objetos importantes.
 - Si es un incendio menor, usar los extintores y combatirlo.
- Prestar los primeros auxilios que sean necesarios
 - Si algún colaborador tuviera alguna flama de fuego, tirarlo al suelo y cubrirlo con una manta o similar apretando el tejido sobre el cuerpo para reducir el oxígeno y mitigar las flamas.

5.2.6. Equipo de protección industrial

En la planta comercial de *Prensa Libre* se ha definido un equipo de protección personal de cada colaborador debe de usar, al momento de entrar a la planta. Existe un lugar de vestidores para almacenar el equipo al retirarse de la planta. Todo el equipo es responsabilidad de cada colaborador y *Prensa Libre* brinda todo el equipo. A continuación, se presenta el equipo necesario:

- Lentes contra líquidos, humos, vapores y gases

Estos anteojos proporcionan un cierre hermético para los ojos; evita cualquier contacto con el líquidos, humo, vapor o gas. Los materiales de fabricación son diversos y se caracterizan porque sus bordes van en contacto con la piel, lo que da la hermeticidad necesaria. La adversidad de estos lentes es la falta de ventilación, por lo que con la respiración o los humos fácilmente se empañan.

- Tapones de odios

Los tapones de oídos son elementos de diferentes materiales que se insertan en el conducto auditivo externo y permanecen fijos en los conductos sin ningún dispositivo especial de sujeción. Existen de diferentes formas y tamaños, que se deben utilizar de acuerdo al riesgo y características de las personas.

Los niveles de ruido en la planta de comercial de *Prensa Libre* son altos debido a la velocidad que se imprimen ejemplares. Los tapones y orejeras son los equipos de protección personal utilizados para evitarlos daños permanentes.

- Guantes de material sintético

Son los más usados en la planta y están compuestos por materiales de caucho, neoprene y PVC. Estos guantes son especiales para la manipulación de productos químicos tales como ácidos, aceites y solventes (reveladores).

- Cinturón simple de seguridad

Este cinturón es el usado para sostener a un técnico cuando se encuentra trabajando en una posición peligrosa y reducir las posibilidades de una caída. Está formado por una banda de cintura y una banda o cuerda salvavidas anclada a un punto seguro.

- Botas con punta de acero

Las botas con punta de acero se usan donde existen riesgos de objetos que caen, ruedan o vuelcan. Su uso es muy necesario en la cualquier industria, especialmente, cuando se está trabajando en conjunto con la máquina.

CONCLUSIONES

1. Se propone un plan de mantenimientos preventivos para el área de producción de la planta comercial de *Prensa Libre*, en donde se han detallado las actividades semanales, mensuales, trimestrales, anuales de todas las máquinas y equipos. El plan fue diseñado en base a los conocimientos del personal del departamento de mantenimiento, manuales de uso y en los resultados del estudio técnico. Con la implementación del plan de mantenimiento se prolongará la vida útil de todas las máquinas y los equipos del área de producción; a futuro se disminuirán los costos de mantenimientos correctivos y el tiempo de paro de las máquinas se reducirá, que aumentará la productividad por hora de la planta. En el estudio técnico se tomaron muestras de tres meses de las fallas que se generaron y los tiempos de paro de las máquinas, posterior al nuevo plan de mantenimientos se tomaron tres meses de fallas para comparar la mejora del plan de mantenimientos.
2. El nuevo plan de mantenimientos preventivos está diseñado para satisfacer las necesidades de las máquinas y los equipos, se han definido los tiempos de ejecución, se han definidos los insumos y la frecuencia de cada uno, para mantener un estándar en calidad y aumentar la vida útil de cada máquina y equipo.
3. Cada máquina y equipo del departamento de producción cuenta con un mantenimiento preventivo, diseñado con base en su funcionamiento, y manuales de uso. Se dividen los mantenimientos en mecánicos y eléctricos. Cada mantenimiento tiene su frecuencia de realización; se ha

propuesto un plan con el programa Microsoft Project para el control y ejecución de los mantenimientos, asignándoles el personal para realizarlo y los costos estimados de ejecución.

4. Para cada mantenimiento mecánico y eléctrico se ha enlistado una lista de insumos a utilizar, para tener un control de calidad en el funcionamiento de las máquinas y los equipos. Cada mantenimiento cuenta con una hoja técnica definida, en donde se detalla los insumos y herramientas.
5. En el estudio técnico se han tomado una serie de tiempos para definir el lapso de tiempo estimado para realizar cada mantenimiento preventivo. Se han tomado una serie de tres muestras para la realización de cada mantenimiento y se ha analizado y redondeado al máximo superior el tiempo de ejecución. Los mantenimientos anuales y semestrales solo cuentan con una toma del tiempo debido a que el estudio técnico fue de seis meses. Se ha definido un plan de seguridad industrial para todos los colaboradores dentro de la planta, para mitigar los riesgos con los colaboradores. Además, se ha propuesto un plan de reciclaje de todos los materiales sólidos y líquidos.

RECOMENDACIONES

1. El plan de mantenimientos ha sido diseñado para mantener un estándar de calidad dentro de todo el departamento de producción, este deberá ser supervisado por el jefe del departamento de mantenimiento. Se deberá de actualizar el plan de mantenimientos por lo menos una vez al año, cada máquina con el paso del tiempo tiene desgaste y se debe de validar que siga siendo efectivo el mantenimiento establecido. Además, siempre se puede mejorar cualquier proceso y se tendrá un ciclo de mejora continua.
2. El capital humano es el recurso principal de toda organización, por lo que se debe tomar en cuenta la opinión de los mismos, el personal de producción y mantenimientos tienen el conocimiento de cuál es el funcionamiento de la planta; por lo que se deberían de realizar reuniones periódicas para que ellos puedan retroalimentar cuál ha sido su experiencia con el plan de mantenimientos preventivos; si existiese alguna mejora válida, cambiarla inmediatamente.
3. Se debe tener una comunicación efectiva en todos los niveles jerárquicos, desde el personal operativo hasta los altos mandos. De esta manera se tendrá una mejor resolución de problemas y se evitarán atrasos en la producción, se tendrá una mejor percepción del clima laboral en cada unidad de trabajo y las competencias técnicas de cada puesto se entenderán de una mejor forma.

4. Todo colaborador debe registrarse por el plan de seguridad industrial que existe dentro de la planta comercial, se debe de utilizar el equipo de protección personal y estar informados de las rutas de evacuación y los planes de seguridad ocupacional.

5. Exigir a todo el departamento de mantenimientos que cumplan a cabalidad las tareas programadas en cada orden de trabajo, desde los tiempos de ejecución hasta los insumos; si se omiten las tareas definidas, se pueden tener problemas a futuro con las maquinas del área de producción. El jefe del departamento de mantenimientos debe llevar un control exacto de cuando toca cada mantenimiento para programar con el departamento de producción cuando se realizará el paro programado.

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁVILA SÁNCHEZ, Carlos Alejandro. *Análisis, estructuración organizacional e introducción de mantenimiento total productivo (TPM) para el departamento de troqueles de Litografía Zadik, S. A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 180 p.
2. CALLONI, James C. *Mantenimiento eléctrico y mecánico para pequeñas y medianas empresas.* Buenos Aires, Argentina : Nobuko, 2013. 320 p.
3. CHAVEZ GUTIÉRREZ, María Marcela. *Evaluación y propuesta de un programa de mantenimiento total productivo (tpm) para su implementación en una imprenta.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 25 p.
4. CREUS Solé, A. *Neumática e hidráulica.* Barcelona, España: Marcombo, 2015. 45 p.
5. *Diagrama causa y efecto.* [en línea]. <<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones/instrumentos/causaefecto.htm>>. [Consulta: 14 de julio de 2018].

6. DIXON, John. *Diseño en ingeniería inventiva*. México: Limusa, 1979. 398 p.
7. FERRER RUIZ, Julián & CHECA IBÁÑEZ, Gema. *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Madrid, España: Editex, 2010. 120 p.
8. HARRY CROUSE, William. *Mecánica del automóvil*, 3^a ed. Barcelona, España: Marcombo, S.A., 1993. 80 p.
9. MÁRQUEZ, Martín & HABA, Oliva. *Montaje y mantenimiento de equipos*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo S.A., 2011. 181 p.
10. PALENCIA GARCIA, Oliverio. *Gestión moderna del mantenimiento industrial*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U., 2012. 180 p.
11. RIVAS TOLEDO, Luis Alejandro. *Plan de mantenimiento para maquinaria de impresión*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 47 p.
12. SÁNCHEZ MARÍN Roberto; RODRÍGUEZ CERVANTES, Pablo. *Mantenimiento mecánico de máquinas*. Comunidad Valenciana, España: Book Print Digital. S.A. 2016. 130 p.

ANEXOS

Anexo 1. Orden de trabajo, mantenimiento mecánico 1

PRENSA LIBRE		Departamento de Mantenimientos V1:2016.06.20.15:40	
Planta Comercial Zona 12			
Orden de Trabajo: Mantenimiento Mecánico Semanal Folder Dos			
Responsable:		Tiempo de Ejecución:	40 minutos
Generó:		Fecha y Hora recepción de OT:	
Reviso:		Fecha y Hora devolución de OT:	
Autorizo:			
<u>Insumos para el mantenimiento:</u>			
<ul style="list-style-type: none">• Desarmador Hexagonal• Desarmador Phillips• Llave española 10• Llave española 12		<ul style="list-style-type: none">• Alcohol isopropílico• Desarmador Castigadera• Paños limpiadores• Aceite Tereso No. 32	
<u>Actividades Rutinarias: Cilindro colector y Plegador</u>			
Cilindro Colector Y Plegador			
1. Limpiar y realizar un control visual respecto a daños.			
2. Limpiar disco de levas.			
3. Revisar las agujas de punturas en las tres estaciones, si es necesario cambiarlas.			
4. Revisar las cuchillas plegadoras, si es necesario cambiarlas, realizar procedimiento de calibración.			
5. Revisar las cintas de transporte de papel hacia el cilindro de quijadas plegadoras, limpiarlas con alcohol isopropílico al 98%, Si es necesario cambiarlas.			
6. Revisar rodamientos de poleas y guías de cintas			
Cilindro De Quijadas Plegadoras			
1. Limpiar y realizar un control visual respecto a daños. Controlar las pinzas de sujeción de papel, si es necesario cambiar y realizar el procedimiento de calibración.			
2. Controlar el estado de las cuchillas plegadoras. Limpiarlas y dado el caso cambiarlas y realizar procedimiento de calibración			

Continuación del anexo 1.

Guía De Cintas De Salida
1. Limpiar lengüetas, controlarlas y en dado el caso ajustarlas.
2. Revisar las cintas transportadoras, dado el caso cambiarlas.
3. Revisar rueda de paletas, ajustar si es necesario
4. Revisar rueda de cadenciador, ajustar si es necesario
Perforación Longitudinal
1. Limpiar y revisar la cuchilla perforadora, dado el caso cambiarla y realizar el procedimiento de calibración
2. Limpiar hendidura de corte
3. Controlar las posiciones finales de la regulación.
Perforación Transversal
1. Limpiar la cuchilla perforada, si es necesario cambiarla. Realizar procedimiento de calibración si es necesario.
2. Limpiar listón de goma espuma, si es necesario cambiarlo.
3. Controlar posiciones finales de regulación
Cilindro De Cuchillas De Corte
1. Limpiar y realizar control visual respecto a daños
2. Revisar las dos cuchillas de corte, si es necesario cambiar y realizar procedimiento de calibración.
3. Revisar listones de goma espuma respecto a daños, si es necesario cambiarlos y lubricarlos.
4. Revisar tornillos hexagonales de fijación, si es necesario cambiarlos.
5. Los tornillos hexagonales de fijación deben de llevar 80 N/M de Torque

Fuente: *Prensa Libre*. <https://www.prensalibre.com/>. Consulta: 11 de octubre de 2017.

PRENSA LIBRE		Departamento de Mantenimientos V1:2016.06.20.15:40	
Planta Comercial Zona 12			
Orden de Trabajo: Mantenimiento Mecánico Mensual Folder Dos			
Responsable:		Tiempo de Ejecución:	40 minutos
Generó:		Fecha y Hora recepción de OT:	
Reviso:		Fecha y Hora devolución de OT:	
Autorizo:			
<u>Insumos para el mantenimiento:</u>			
<ul style="list-style-type: none"> • Desarmador Hexagonal • Desarmador Phillips • Llave española 10 • Keroseno 		<ul style="list-style-type: none"> • Alcohol isopropílico • Thinner • Paños limpiadores • Aceite 5W50 	
<u>Actividades Rutinarias: Guía de Cintas</u>			
Guía De Cintas			
1. Limpiar y revisar			
2. Limpiar cintas transportadoras con alcohol, isopropílico 99%.			
Cadenas Transportadoras De Salida			
1. Sacar cadenas.			
2. Introducir cadena en recipiente con Keroseno - Thinner (para sacar suciedad) durante 18 minutos.			
3. Limpiar restos de Keroseno – Thinner con aire a presión.			
4. Revisar estado de cadena (Eslabones y desgaste).			
5. Lubricar cadena con aceite, reposar la cadena en recipiente con aceite durante 18 minutos.			
6. Colocar y aplicar aerosol para cadenas.			
7. Colocar cadena.			

Fuente: *Prensa Libre*. <https://www.prensalibre.com/>. Consulta: 11 de octubre de 2017.

PRENSA LIBRE		Departamento de Mantenimientos V1:2016.06.20.15:40	
Planta Comercial Zona 12			
Orden de Trabajo: Mantenimiento Mecánico Semanal Folder Dos			
Responsable:		Tiempo de Ejecución:	40 minutos
Generó:		Fecha y Hora recepción de OT:	
Reviso:		Fecha y Hora devolución de OT:	
Autorizo:			

Insumos para el mantenimiento:

- Desarmador Phillips
- Llave española 10
- Keroseno
- Alcohol isopropílico
- Thinner
- Paños limpiadores
- Aceite 5W50

Actividades Rutinarias: Rodilletes de Leva

Rodilletes de Leva: Cilindro Colector Y Plegador
1. Lubricar el cojinete del husillo.
2. Lubricar los lubricadores en los discos laterales y en el portador de las cuchillas plegadoras "SLI" y "SLLI"
3. Limpiar los discos de leva y lubricarlos
4. Limpiar los discos de leva en SLI del polvo de papel.
5. Lubricar los Rodilletes de leva.
6. Lubricar el lubricador en la palanca de rodillete SL. (6 palancas de rodillete en SL)

Continuación del anexo 3.

PRENSA LIBRE	Departamento de Mantenimientos V1:2016.06.20.15:40
<u>Actividades Rutinarias: Rodilletes de Leva</u>	
Rodilletes de Leva: Cilindro De Quijadas Plegadoras	
1. Lubricación del cojinete del husillo de quijadas plegadoras	
2. Lubricar ambos discos laterales en los lubricadores "SLI y SLL" (cada vez 1 lubricador).	
3. Limpieza y lubricación de disco de leva	
4. Limpiar el polvo de papel de discos de leva y leva de cubierta "SLI" y "SLLI".	
5. Limpiar la superficie de deslizamiento entre los portadores de levas y la leva de cubierta y tratarla con aerosol MoS2	
6. Lubricación los rodilletes de leva	
7. Lubricar el lubricador en la palanca de rodillete SL. (3 palancas de rodillete en SL y 3 palancas en SLL)	
Cilindro Plegador De Pinzas	
1. Lubricación del cojinete de husillo	
2. Lubricar los lubricadores en discos laterales "SL" y "SLL"	
3. Limpieza y lubricación del disco de leva	
4. Limpiar polvo de papel de discos de leva SLLI/SLLI y lubricarlos	
5. Lubricación de Rodilletes de leva	
6. Lubricar el lubricador en la palanca de rodillete SL/LL. (2 palancas de rodillete en SL y 2 palancas de rodillete en SLL)	

Fuente: *Prensa Libre*. <https://www.prensalibre.com/>. Consulta: 11 de octubre de 2017.

PRENSA LIBRE

Departamento de Mantenimientos V1:2016.06.20.15:40

Planta Comercial Zona 12**Orden de Trabajo: Mantenimiento Mecánico Mensual Folder Dos**

Responsable:		Tiempo de Ejecución:	40 minutos
Generó:		Fecha y Hora recepción de OT:	
Reviso:		Fecha y Hora devolución de OT:	
Autorizo:			

Insumos para el mantenimiento:

- Desarmador Phillips
- Llave española 10
- Aceite Tereso No. 30
- Alcohol isopropílico
- Aceite 20W40
- Aceite 5W50

Actividades Rutinarias: Cojinetes SI

Cojinetes Si (Regleta Central)	
1.	Lubricar: Cilindro de cuchillas
2.	Lubricar: Cilindro colector y plegadora
3.	Lubricar: Cilindro de quijadas plegadoras
4.	Lubricar: Cilindro plegador de pinzas
5.	Lubricar: Perforación transversal
Engranajes Reguladores (Regleta Central)	
1.	Lubricar: Cilindro colector y plegadora
Regulación De Diámetro (Regleta Central)	
2.	Lubricar: Cilindro colector y plegadora
Cojinete De Husillo Discos De Leva	
1.	Lubricar: Cilindro colector y plegadora
2.	Lubricar: Cilindro de quijadas plegadoras
3.	Lubricar: Cilindro plegador de pinzas

Continuación del anexo 4.

PRENSA LIBRE	Departamento de Mantenimientos V1:2016.06.20.15:40
Discos De Leva	
1. Lubricar: Cilindro colector y plegadora	
2. Lubricar: Cilindro de quijadas plegadoras	
3. Lubricar: Cilindro plegador de pinzas	
Rueda De Cadencia	
1. Lubricar: Guía de cintas/salida	
Accionamiento De Salida	
1. Lubricar: Guía de cintas/salida	

Fuente: *Prensa Libre*. <https://www.prensalibre.com/>. Consulta: 11 de octubre de 2017.

PRENSA LIBRE		Departamento de Mantenimientos V1:2016.06.20.15:40	
Planta Comercial Zona 12			
Orden de Trabajo: Mantenimiento Mecánico Semestral Folder Dos			
Responsable:		Tiempo de Ejecución:	40 minutos
Generó:		Fecha y Hora recepción de OT:	
Reviso:		Fecha y Hora devolución de OT:	
Autorizo:			

Insumos para el mantenimiento:

- Desarmador Hexagonal
- Desarmador Phillips
- Llave española 10
- Desarmador Castigadera
- Thinner
- Paños limpiadores

Actividades Rutinarias: Correa dentada de los rodillos plegadores

Correa dentada de los rodillos plegadores
1. Desmontar el revestimiento. Desmontar la correa dentada del tambor de plegado a los rodillos plegadores
2. Aflojar el tornillo 1 x M12. Extraer el aro angular de fijación axial
3. Cambiar / poner la correa dentada. Montar el aro angular de fijación axial con el pasador entallado. Apretar el tornillo
4. Aflojar los tornillos 2 x M5. Desmontar el aro angular de fijación axial
5. Cambiar / poner la correa dentada. Montar el aro angular de fijación axial
6. Apretar los tornillos. Montar la correa del tambor de plegado a los rodillos plegadores

Fuente: *Prensa Libre*. <https://www.prensalibre.com/>. Consulta: 11 de octubre de 2017.

Anexo 6.

Instrumento 1, encuesta departamento de producción y mantenimiento

PRENSA LIBRE	Encuesta Plan de Mantenimientos V1:2016.06.20.15:40
PLANTA COMERCIAL ZONA 12 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN INSTRUMENTO 1	
Instrucciones: complete cada una de las siguientes preguntas, marcando con una "X" la opción que es verdadera para su caso en específico.	
Objetivo de la encuesta: Comprender las debilidades del Plan de Mantenimientos actual, para poder mejorar el Plan de mantenimientos y reducir los paros no programados.	
1. ¿Existe un plan de mantenimientos preventivos?	
Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
2. ¿Se lleva a cabo el plan de mantenimiento preventivos?	
Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
3. ¿Son objetivos los mantenimientos preventivos definidos?	
Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
4. ¿El personal está debidamente capacitado para realizar el mantenimiento?	
Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
5. ¿Los mantenimientos están siendo realizados según las especificaciones del fabricante	
Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>

Continuación del anexo 6.

6. ¿Todas las máquinas y equipo cuentan con mantenimientos preventivos descritos?
Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
7. ¿Está definido el periodo de tiempo para mantenimientos preventivos eléctrico?
Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
8. ¿Está definido el periodo de tiempo para mantenimientos preventivos mecánicos?
Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
9. ¿Existe presupuesto necesario o designado para realizar los mantenimientos preventivos?
Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
10. ¿Está definida la lista de insumos requeridos para realizar los mantenimientos?
Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Fuente: *Prensa Libre*. <https://www.prensalibre.com/>. Consulta: 11 de octubre de 2017.