



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

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD PARA LA MAQUINARIA FLEXOGRÁFICA Y LITOGRÁFICA DE LA
EMPRESA CENTRAL DE EMPAQUES, S.A.**

Starling Ely Cano Velásquez

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD PARA LA MAQUINARIA FLEXOGRÁFICA Y LITOGRÁFICA
DE LA EMPRESA CENTRAL DE EMPAQUES, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

STARLING ELY CANO VELÁSQUEZ

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

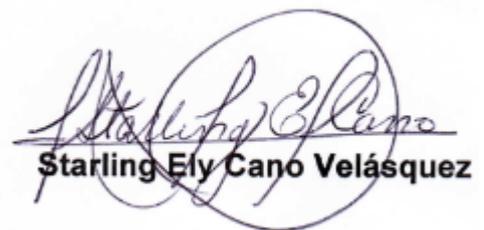
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortíz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA MAQUINARIA FLEXOGRÁFICA Y LITOGRÁFICA DE LA EMPRESA CENTRAL DE EMPAQUES, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 17 de febrero de 2016.



Starling Ely Cano Velásquez



Guatemala, 17 de mayo de 2017
REF.EPS.DOC.143.05.17.

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

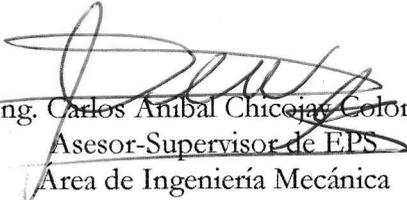
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Starling Ely Cano** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200880036, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA MAQUINARIA FLEXOGRÁFICA Y LITOGRÁFICA DE LA EMPRESA CENTRAL DE EMPAQUES, S.A.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

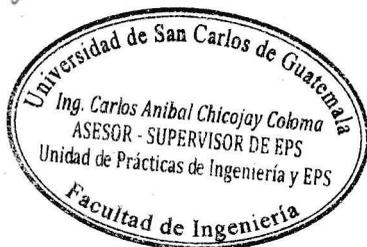
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Carlos Anibal Chicojaj Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Area de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
CACC/ra





Guatemala, 17 de mayo de 2017
REF.EPS.D.142.05.17

Ing. Roberto Guzmán
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Guzmán:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA MAQUINARIA FLEXOGRÁFICA Y LITOGRÁFICA DE LA EMPRESA CENTRAL DE EMPAQUES, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Starling Ely Cano** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.209.2017

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA MAQUINARIA FLEXOGRÁFICA Y LITOGRÁFICA DE LA EMPRESA CENTRAL DE EMPAQUES, S.A.**, desarrollado por el estudiante **Starling Ely Cano Velásquez**, CUI **2628781431701**, Registro Académico **200880036** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"

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



Guatemala, julio 2017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA MAQUINARIA FLEXOGRÁFICA Y LITOGRAFICA DE LA EMPRESA CENTRAL DE EMPAQUES, S.A.** del estudiante **Starling Ely Cano Velásquez, CUI 2628781431701, Reg. Académico No. 200880036** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

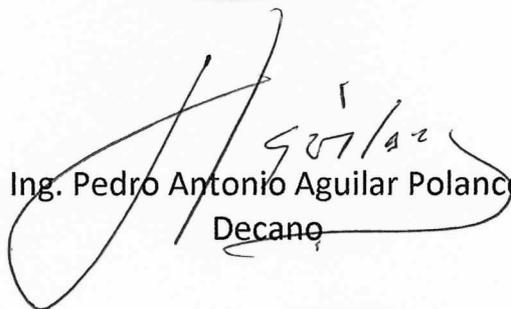


Guatemala, octubre de 2017
/aej



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA MAQUINARIA FLEXOGRÁFICA Y LITOGRAFICA DE LA EMPRESA CENTRAL DE EMPAQUES, S. A.,** presentado por el estudiante universitario: **Starling Ely Cano Velásquez** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme permitido llegar hasta este momento, guiándome por el buen camino; por la salud y sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.
- Mi padre** Werner Cano, por su apoyo incondicional durante estos años, por sus consejos, comprensión; pero más que nada por su amor.
- Mi madre** Emelda Cano, por el apoyo incondicional que siempre me ha dado, por haberme formado como un hombre de bien y por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla.
- Mi compañera de vida** Dorlyn Velásquez, por su cariño y apoyo, por estar junto a mí día a día en los momentos más difíciles de nuestras carreras.
- Mis hermanos** Fabiola, Marconi, Luz, Werner, Anita y Jessica Cano, por el apoyo que me brindaron en todo momento.
- Mis primos** Byron Lemus y Roció Ordoñez, por sus palabras de aliento, por su motivación y por los buenos momentos que hemos pasado.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haberme aceptado ser parte de ella y abierto sus puertas a mi formación como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por haberme provisto de excelentes maestros, quienes me brindaron su conocimiento en el transcurso de mis estudios.
Central de Empaques, S.A.	Por aceptarme y brindarme la oportunidad de llevar a cabo esta investigación dentro de sus instalaciones.
Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma	Por su apoyo incondicional durante el proceso de la elaboración de este documento.
Mis amigos	Gracias a mis demás familiares, profesores y amigos que directa o indirectamente han aportado a mi formación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Nombre de la empresa	1
1.1.2. Ubicación	1
1.1.3. Reseña histórica de la empresa	2
1.1.4. Misión	3
1.1.5. Visión.....	3
1.1.6. Política de gestión de mejora	3
1.2. Marco teórico	4
1.2.1. Generalidades de mantenimiento.....	4
1.2.1.1. Definición de mantenimiento.....	4
1.2.1.2. Objetivo de mantenimiento	4
1.2.1.3. Planes de mantenimiento	5
1.2.2. Tipos de mantenimiento	5
1.2.2.1. Mantenimiento correctivo.....	5
1.2.2.2. Mantenimiento preventivo.....	5
1.2.2.3. Mantenimiento predictivo.....	7
1.2.3. Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)	8

1.2.3.1.	Antecedentes del MCC.....	8
1.2.3.2.	Definición del MCC	11
1.2.3.3.	Objetivos del MCC.....	11
1.2.3.4.	Ventajas y beneficios del MCC	11
1.2.3.5.	Las siete preguntas básicas del MCC.....	12
1.2.3.6.	Fases del MCC	13
1.2.3.7.	Confiabilidad operacional (CO)	14
1.2.3.8.	Mantenibilidad.....	14
1.2.3.9.	Confiabilidad.....	15
1.2.3.10.	Disponibilidad.....	15
1.2.3.11.	Análisis de modo y efecto de falla (AMEF).....	15
1.2.3.12.	Falla funcional.....	16
1.2.3.13.	Modo de falla	16
1.2.3.14.	Efecto de falla	17
1.2.3.15.	Análisis de criticidad.....	17
1.2.3.16.	Frecuencia de fallas ocurridas	17
1.2.3.17.	Tiempo promedio fuera de servicio (TPFS)	17
2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	19
2.1.	Desarrollo del proyecto	19
2.1.1.	Mantenimiento centrado en confiabilidad	19
2.1.2.	Definición de los sistemas y subsistemas	21
2.1.3.	Listado de funciones y especificaciones del sistema y subsistemas	24
2.1.4.	Determinación de fallas funcionales.....	25

2.1.5.	Determinación de los modos de fallo (causa primaria de un fallo)	26
2.1.6.	Categorización de los modos de fallo	44
2.1.6.1.	Análisis de los modos de fallo	45
2.1.6.1.1.	Consecuencias para la seguridad	45
2.1.6.1.2.	Consecuencias para el medio ambiente	46
2.1.6.1.3.	Consecuencias operativas del servicio	46
2.1.6.1.4.	Consecuencias del mantenimiento	47
2.1.7.	Evaluación de riesgo	48
2.1.7.1.	Niveles de severidad.....	49
2.1.7.2.	Probabilidad de ocurrencia	50
2.1.7.3.	Matriz de evaluación	50
2.1.8.	Codificación de los sistemas, subsistemas y modos de fallo	52
2.1.9.	Determinación de medidas preventivas (selección de tareas)	74
2.1.10.	Determinación de la frecuencia de las tareas de mantenimiento	75
2.2.	Propuesta de mejora	100
2.2.1.	Introducción	100
2.2.2.	¿Qué es eficiencia energética?	100
2.2.3.	¿Por qué es importante ahorrar energía?.....	101
2.2.2.	Ventajas de ahorrar energía	101
2.2.4.1.	En cuanto al medio ambiente	101

2.2.4.2.	En cuanto al lado económico	102
2.2.5.	Introducción a la iluminación	102
2.2.6.	Ahorro energético en la iluminación	102
2.2.7.	Tecnología led.....	103
2.1.7.1.	Principio de funcionamiento	103
2.1.7.2.	Características de los led	104
2.1.7.3.	Partes de los led.....	105
2.1.7.4.	Ventajas de la iluminación led.....	106
2.2.8.	Propuesta en el cambio de lámparas fluorescentes por tecnología led.....	106
2.2.8.1.	Tipo de luminarias utilizadas actualmente en el taller de mantenimiento	107
2.2.8.2.	Cálculo del consumo actual de kW hora del taller de mantenimiento.....	107
2.2.8.3.	Costo de la iluminación del taller de mantenimiento	108
2.2.8.4.	Propuesta de cambio de lámparas ...	108
2.2.8.5.	Cálculo teórico, del consumo de kW hora del taller de mantenimiento con la tecnología propuesta	109
2.2.8.6.	Costo teórico de la iluminación del taller de mantenimiento con la tecnología propuesta	110
2.2.8.7.	Análisis financiero.....	110
2.2.8.8.	Costo aproximado de inversión de la propuesta	111
2.2.8.9.	Periodo de recuperación de la Inversión (PR).....	112

3.	FASE DE DOCENCIA	115
3.1.	Seguimiento de la propuesta.....	115
3.1.1.	Capacitación del personal.....	115
3.1.1.1.	Beneficios de la capacitación para las empresas	116
3.1.1.2.	Beneficios de la capacitación para los empleados	116
3.1.2.	Motivación.....	117
3.1.2.1.	Importancia de la motivación	117
3.1.2.2.	Beneficios de la motivación	117
3.1.2.3.	Formas de la motivación.....	118
	CONCLUSIONES	121
	RECOMENDACIONES	123
	BIBLIOGRAFÍA	125

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	1
2.	Modelo de aplicación del MCC.....	20
3.	Convertidora C.A.	22
4.	Troquel S.	23
5.	Pegadora.....	24
6.	Codificación de los sistemas, subsistemas y modos de fallo para la convertidora C.A, troquel S. y pegadora	56
7.	Lámparas led	103
8.	Partes de un led	105

TABLAS

I.	Hoja de información describiendo funciones.....	25
II.	Hoja de información describiendo funciones y fallas funcionales.....	26
III.	Hoja de información describiendo funciones, fallas funcionales, modo de falla y efecto de falla.....	27
IV.	AMEF para el sistema desbobinador	28
V.	AMEF para el sistema de corte (cuerpo de la máquina)	29
VI.	AMEF para el sistema pila de salida	30
VII.	AMEF para el motor eléctrico principal.....	31
VIII.	AMEF para el motor de cuchilla y fajas transportadoras.....	31
IX.	AMEF para el motor pila de salida y emparejadores	32
X.	AMEF para las cajas reductoras.....	32

XI.	AMEF para el subsistema cabezal de aspiración	33
XII.	AMEF para el subsistema pila de entrada.....	34
XIII.	AMEF para el sistema mesa ingreso de material	34
XIV.	AMEF para el sistema mesa de troquel.....	35
XV.	AMEF para el sistema unidad de limpieza	35
XVI.	AMEF para el sistema pila de salida (pila secundaria)	36
XVII.	AMEF para el motor eléctrico (motor principal)	36
XVIII.	AMEF para el motor eléctrico (pila de entrada y pila de salida).....	37
XIX.	AMEF para el motor eléctrico de la bomba de vacío	38
XX.	AMEF para la bomba de vacío.....	38
XXI.	AMEF para el sistema de alimentación	39
XXII.	AMEF para el sistema de predoblado	39
XXIII.	AMEF para el sistema de doblado	40
XXIV.	AMEF para el sistema de entrega	41
XXV.	AMEF para el sistema de encolado.....	41
XXVI.	AMEF para el motor principal/ventilador auxiliar	43
XXVII.	Calificación de los fallos para la seguridad.....	45
XXVIII.	Calificación de los fallos para el medio ambiente	46
XXIX.	Calificación de los fallos para la producción.....	47
XXX.	Calificación de los fallos para el mantenimiento	47
XXXI.	Categorización de los modos de fallo.....	48
XXXII.	Resumen de categorización de modos de falla	49
XXXIII.	Probabilidad de ocurrencia de los fallos	50
XXXIV.	Matriz de evaluación de los fallos.....	51
XXXV.	Gravedad, probabilidad de ocurrencia y evaluación final de las fallas...	52
XXXVI.	Codificación de los sistemas, subsistemas y modos de fallo de la convertidora C.A.	53
XXXVII.	Codificación de los sistemas, subsistemas y modos de fallo del troquel S.....	54

XXXVIII.	Codificación de los sistemas, subsistemas y modos de fallo de la pegadora.	55
XXXIX.	Gravedad, probabilidad de ocurrencia y evaluación final de las fallas de la convertidora C.A.	57
XL.	Agrupación de fallas según su criticidad final	60
XLI.	Gravedad, probabilidad de ocurrencia y evaluación final de las fallas del troquel S.	63
XLII.	Agrupación de fallas según su criticidad final	67
XLIII.	Gravedad, probabilidad de ocurrencia y evaluación final de las fallas de la pegadora	69
XLIV.	Agrupación de fallas según su criticidad final	72
XLV.	Tareas para cada 3 000 horas de funcionamiento.....	76
XLVI.	Tareas para cada 6 000 horas de funcionamiento.....	78
XLVII.	Tareas para cada 9 000 horas de funcionamiento.....	80
XLVIII.	Tareas para cada 500 horas de funcionamiento.....	82
XLIX.	Tareas para cada 3 000 horas de funcionamiento.....	84
L.	Tareas para cada 6 000 horas de funcionamiento.....	87
LI.	Tareas para cada inicio de turno	89
LII.	Tareas para cada final de turno	91
LIII.	Tareas para cada 250 horas de funcionamiento.....	92
LIV.	Tareas para cada 500 horas de funcionamiento.....	94
LV.	Tareas para cada 3 000 horas de funcionamiento.....	96
LVI.	Tareas para cada 6 000 horas de funcionamiento.....	98
LVII.	Cálculo del consumo actual de kW hora del taller de mantenimiento .	107
LVIII.	Costo de la iluminación del taller de mantenimiento	108
LIX.	Cálculo teórico, del consumo de kW hora del taller de mantenimiento con la tecnología propuesta	109
LX.	Costo teórico de la iluminación del taller de mantenimiento con la tecnología propuesta	110

LXI.	Análisis financiero	111
LXII.	Costo aproximado de las lámparas F96 led	111
LXIII.	Costo aproximado de mano de obra	112
LXIV.	Costo total estimado de la inversión de la propuesta	112
LXV.	Plan de capacitaciones al personal de mantenimiento	119

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
kW	Kilowatts
kWh	Kilowatts hora
%	Porcentaje
W	watts

GLOSARIO

Activo	Un bien que la empresa posee y que puede convertirse en dinero u otros medios líquidos equivalentes.
AMEF	Análisis de Modos y Efectos de Falla.
CEMSA	Central de Empaques, S. A.
Confiabilidad	La probabilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado periodo de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.
Contexto operacional	Factores que influyen en el entorno donde funciona un equipo.
Efecto de falla	Descripción de lo que pasa en cada modo de falla.
Falla funcional	Incapacidad total o parcial que tiene un equipo para llevar a cabo las funciones para las cuales ha sido adquirido.
Horómetro	Dispositivo que registra el número en horas que un motor o un equipo, generalmente eléctrico o mecánico, ha funcionado desde la última vez que se

ha iniciado el dispositivo. Estos dispositivos son utilizados para controlar las intervenciones de mantenimiento preventivo de los equipos.

MCC

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Modo de falla

La causa de cada falla funcional o la razón que provoca la pérdida de la función total o parcial de un equipo.

Vida útil

La duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado. Normalmente se calcula en horas de duración.

RESUMEN

El objetivo principal de este proyecto, es implementar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, que se ajuste a la necesidad de la empresa Central de Empaques, S.A. (CEMSA) con el fin de mejorar las técnicas de mantenimiento, ya sea preventivo, predictivo o correctivo. La metodología del MCC fue implementada a 3 equipos críticos de la empresa, los cuales son:

- Convertidora C.A.
- Troquel S.
- Pegadora

Para el logro de este objetivo, fue necesario cumplir con las siguientes fases:

- Definición de los sistemas y subsistemas
- Listado de funciones y especificaciones del sistema y subsistema
- Determinación de fallos funcionales
- Determinación de los modos de fallo (causas de fallo)
- Categorización de los modos de fallo
- Evaluación de riesgo
- Determinación de medidas preventivas (selección de tareas)

En función de todos los resultados obtenidos, se diseñó el plan de mantenimiento, permitiendo elaborar estrategias y frecuencias con las cuales se disminuirá la ocurrencia de fallas, los costos por mantenimiento correctivo y el tiempo de indisponibilidad de los equipos.

OBJETIVOS

General

Implementar un sistema de mantenimiento, centrado en confiabilidad para la maquinaria flexográfica y litográfica de la empresa, Central de Empaques, S.A

Específicos

1. Aplicar la metodología del mantenimiento, centrado en confiabilidad (MCC) al equipo operativo.
2. Reducir paros innecesarios del equipo por fallas que pueden ser detectadas a tiempo.
3. Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas de la empresa.
4. Elaborar un plan de mantenimiento que mejore la confiabilidad, efectividad y disponibilidad de los equipos con base en los resultados obtenidos en el MCC.

INTRODUCCIÓN

Central de Empaques, S.A. ha sido el proveedor de empaques más confiables desde 1974. La empresa tiene como visión, ser el proveedor más confiable e innovador de empaques; pero, para garantizar esta confiabilidad, la empresa debe garantizar el máximo nivel de calidad de los productos. Para mantener la calidad de sus productos y un desempeño de alto nivel de producción, la empresa ha visto la necesidad de mejorar la planificación y ejecución de las labores de mantenimiento.

Los programas de mantenimiento centrados en confiabilidad constituyen la base fundamental de las empresas para la conservación y buen funcionamiento de sus equipos durante periodos de tiempo estipulados, garantizando que cumplan con la acción de producir o la de funcionar según el requerimiento de la empresa; es por eso que la empresa, Central de Empaques, S.A. ha decidido mejorar sus tareas de mantenimiento con el fin de mejorar las condiciones de trabajo de los equipos y, por ende, aumentar su eficiencia y confiabilidad.

La implementación del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad permitirá a la empresa asegurar el funcionamiento de los equipos al máximo rendimiento, ahorro en costos de producción, mayor calidad en los productos manufacturados y principalmente el correcto y continuo funcionamiento de los equipos y la extensión de la vida útil de los mismos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Generalidades

1.1.1. Nombre de la empresa

Central de Empaques, S. A. (CEMSA).

1.1.2. Ubicación

Central de Empaques S.A. se encuentra ubicada en la diagonal 19, avenida Petapa 7-35 zona 21, ciudad de Guatemala

Figura 1. **Ubicación de la empresa**



Fuente: httpwww.ingenieriaplastica.comEntrevistasentre_Ecc_07.html

Consulta: mayo de 2016.

1.1.3. Reseña histórica de la empresa

Central de Empaques S.A es una empresa sólida, con más de 30 años de estar suministrando soluciones de empaques de alto desempeño para el mercado centroamericano y del Caribe.

En 1974 un grupo de visionarios, empresarios guatemaltecos, detectó la necesidad de proveer soluciones de empaque a diversos sectores de la industria, instalando una de las primeras plantas de inyección de plásticos en la región centroamericana. Con el paso de los años, se ha convertido en el grupo de empaques más importantes de Centroamérica, con ventas en más de 10 países.

Actualmente produce empaques flexibles para la industria alimenticia, agrícola y farmacéutica. Sus productos incluyen empaques impresos en papel y cartón como etiquetas, cajas plegadizas, afiches y una amplia gama de productos para el hogar. Se cuenta con un *staff* técnico altamente capacitado y entrenado con el fin de poder dar el soporte que requiere cualquier necesidad de empaques. Como un importante soporte en el servicio al cliente, se cuenta con una sección de diseño creativo y pre prensa digital para asesorar al cliente en el desarrollo de sus empaques y garantizar una alta calidad en los procesos de impresión *offset* y flexográfico.

Central de Empaques, S.A. cuenta hoy con tres plantas de producción en Guatemala, con más de 30 años de experiencia en la industria, se ha posicionado como uno de los grupos líderes más confiables en empaques de la región centroamericana.

1.1.4. Misión

Central de Empaques, S.A. tiene la siguiente misión:

“Proveemos soluciones de empaque a nivel regional, mediante tecnología de punta y un equipo humano competente y comprometido, generando beneficios para nuestros clientes, inversionistas y colaboradores.”

1.1.5. Visión

La visión de Central de Empaques, S.A. es:

“Ser el proveedor más confiable e innovador de empaques.”

1.1.6. Política de gestión de mejora

La política de gestión de mejora es:

“Debemos buscar continuamente la excelencia en el negocio de empaques. Utilizando sistemas de gestión eficaces de calidad, inocuidad, salud y seguridad ocupacional, medio ambiente y responsabilidad social, con recurso humano altamente competente y comunicación efectiva, para obtener la confianza y la satisfacción de nuestros clientes y de las partes interesadas, respetando el marco legal y cumpliendo los compromisos acordados.”

1.2. Marco teórico

1.2.1. Generalidades de mantenimiento

1.2.1.1. Definición de mantenimiento

Mantenimiento es el conjunto de actividades que permiten mantener o preservar un equipo, sistema o instalación, en condición operativa, de tal forma que cumpla las funciones para las cuales fueron diseñados y asignados o restablecer dicha condición cuando esta se pierde.

1.2.1.2. Objetivo de mantenimiento

El objetivo del mantenimiento es el de conseguir el más alto nivel de operatividad en la producción, mediante los incrementos de indicadores como lo son: disponibilidad, efectividad y confiabilidad, en condiciones de calidad exigible, al mínimo costo, con el máximo nivel de seguridad para el personal que lo utiliza y lo mantiene, como también una mínima degradación del medio ambiente.

Tiene como finalidad, conservar la planta industrial con los equipos, los servicios, la estructura y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectada con la calidad y capacidad específica, pudiendo ser utilizada en condiciones de seguridad y economía, de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de usos definidos por los requerimientos de producción. Entre sus funciones principales se pueden mencionar:

- Planificar, programar y ejecutar las actividades de mantenimiento
- Instalar y controlar equipos y sistemas

- Registrar, controlar y evaluar sus actividades y fallas
- Desarrollar nuevas tecnologías de mantenimiento
- Asesorar al departamento de adquisición de materiales y repuestos
- Formación y adiestramiento de su personal
- Garantizar la seguridad y eficiencia operacional de los equipos al costo más bajo

1.2.1.3. Planes de mantenimiento

Es el conjunto de tareas de mantenimiento seleccionadas y dirigidas a proteger la función de un activo, estableciendo una frecuencia de ejecución de las mismas y el personal destinado a realizarlas.

1.2.2. Tipos de mantenimiento

1.2.2.1. Mantenimiento correctivo

Conjunto de acciones, no programadas, con el objetivo de restaurar la función de un activo, una vez producido un paro imprevisto.

1.2.2.2. Mantenimiento preventivo

Todas las actividades sistemáticamente predefinidas y repetitivas de mantenimiento, responsables de la continuidad del servicio de un equipo, englobando inspecciones, ajustes, conservación y eliminación de defectos.

El objetivo principal del mantenimiento preventivo es prevenir el fallo en los equipos, mejorar la confiabilidad de los equipos y la calidad de producción. El más empleado es el mantenimiento planificado (PPM, *Planed Preventive*

Maintenance), basado en una sustitución de piezas periódica. Normalmente la sustitución se realiza independientemente del estado de la pieza, donde se tiene en cuenta el número de ciclos o tiempo trabajado.

La elección de los intervalos de sustitución es la parte fundamental en este mantenimiento. La ventaja de este método frente al anterior, es la planificación del mantenimiento, ya que es menos compleja al no haber tantos imprevistos y paradas no programadas. Además, tampoco tendremos la necesidad de tener repuestos almacenados, porque estos serán adquiridos en los periodos planificados.

Pero por otro lado también se encuentran ciertas desventajas como:

- Si las piezas no agotan su vida útil puede resultar económicamente inviable. Esto es causado por una incorrecta planificación de los periodos de sustitución.
- La sustitución de los elementos puede provocar nuevos fallos en la máquina que no se producirían sin esta intervención.
- Hay máquinas que no funcionan de forma continua, de manera que han de controlarse mediante contadores para conocer los periodos de intervención.
- Las paradas para realizar la sustitución de piezas afectan a la producción, de manera que pueden incrementar los costos. Para solucionar este problema, en ciertos casos, se aprovechan las paradas de producción por motivos técnicos, para realizar las tareas de mantenimiento.

1.2.2.3. Mantenimiento predictivo

Este método corrige las desventajas del mantenimiento preventivo, ya que cambia las sustituciones por inspecciones. De forma que, en vez de cambiar las piezas cada cierto tiempo, se inspeccionan periódicamente. Cada pieza inspeccionada deberá cumplir una clase de parámetros y, en caso de no cumplirlos, se deberá intervenir mediante una operación correctiva (reparación o sustitución).

Para realizar estas inspecciones no se requiere la detención de la máquina, de este modo no interrumpimos la producción. La medida de los parámetros (ruido, vibraciones, temperatura, lubricante) puede realizarse de forma periódica o continua. El parámetro más utilizado en el mantenimiento es el de las vibraciones, al ser el que detecta con más fiabilidad los fallos de las máquinas.

El mantenimiento predictivo se aplica generalmente a máquinas donde un fallo causa un problema de seguridad, fallo catastrófico de la máquina o provoca una parada de la producción.

Las ventajas que presenta este método son:

- La vida útil de las piezas se puede agotar al máximo, disminuyendo el número de intervenciones y evitando fallos inesperados.
- No hay necesidad de tener un *stock* de piezas, ya que las nuevas piezas se obtienen cuando se detecta un incorrecto funcionamiento de algún elemento.
- Si se usan las técnicas adecuadas se puede detectar la causa de los fallos de la máquina, sin detener su funcionamiento.

- Incremento de la seguridad de la planta, ya que se reduce la posibilidad de accidentes por fallos imprevistos.

La aplicación de este método de mantenimiento también incorpora ciertas desventajas como:

- El personal debe estar más formado para la aplicación de las diferentes técnicas de inspección. Ya que una mala interpretación de los datos podría suponer una parada innecesaria.
- Falta de conocimiento sobre, a partir de qué valor supone un riesgo para la máquina. Especialmente esto ocurre en las etapas iniciales donde todavía hay dudas sobre cuándo hacer la parada para la reparación.
- El aburrimiento de los trabajadores después de tomar datos repetitivos, sin que se produzcan cambios antes de una situación donde han de actuar.
- La inversión que supone la compra de equipos de medida.

1.2.3. Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)

1.2.3.1. Antecedentes del MCC

Al final de 1950, la aviación comercial mundial estaba sufriendo más de 60 accidentes por millón de despegues. Si actualmente se estuviera presentando la misma tasa de accidentes, se estaría oyendo sobre dos accidentes aéreos diariamente en algún sitio del mundo (involucrando aviones de 100 pasajeros o más). Dos tercios de los accidentes ocurridos al final de los 1950's eran causados por fallas en los equipos.

El hecho de que una tasa tan alta de accidentes fuera causada por fallas en los equipos, implicaba que, al menos inicialmente, el principal enfoque tenía que hacerse en la seguridad de los equipos.

Todos esperaban que los motores y otras partes importantes se gastaran después de cierto tiempo. Esto los condujo a creer que las reparaciones periódicas retendrían las piezas antes de que se gastaran y así prevenir fallas. En esos días, mantenimiento significaba una cosa: reparaciones periódicas.

Cuando la idea parecía no estar funcionando, cada uno asumía que ellos estaban realizando muy tardíamente las reparaciones, después de que el desgaste se había iniciado. Naturalmente, el esfuerzo inicial era para acortar el tiempo entre reparaciones. Cuando hacían las reparaciones, los gerentes de mantenimiento de las aerolíneas hallaban que en la mayoría de los casos los porcentajes de falla no se reducían y por el contrario se incrementaban.

De esta manera, el MCC tiene sus inicios a principios de 1960. El trabajo del desarrollo inicial fue hecho por la Industria de la Aviación Civil Norteamericana. Y se hizo realidad cuando las aerolíneas comprendieron que muchas de sus filosofías de mantenimiento eran no sólo costosas sino también altamente peligrosas. Ello inspiró a la industria a aunar una serie de "Grupos de Dirección de Mantenimiento" (*Maintenance Steering Groups - MSG*) para reexaminar todo lo que ellos estaban haciendo para mantener sus aeronaves operando. Estos grupos estaban formados por representantes de los fabricantes de aeronaves, las aerolíneas y la FAA (Fuerza Área Americana).

La historia de la transformación del mantenimiento en la aviación comercial ha pasado por un cúmulo de supuestos y tradiciones hasta llegar a un

proceso analítico y sistemático que hizo de la aviación comercial “La forma más segura para viajar” es la historia del MCC.

Actualmente, es aceptado que la aviación comercial es la forma más segura para viajar. Las aerolíneas comerciales sufren menos de dos accidentes por millón de despegues. Esto corresponde a un accidente cada 3 ó 4 semanas en el mundo. De éstos, cerca de 1/6 son causados por fallas en los equipos.

El MCC es uno de los procesos desarrollados durante 1960 y 1970, con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas. De éstos procesos, el MCC es el más efectivo.

A mediados de 1970, el gobierno de los Estados Unidos de América quiso saber más acerca de la filosofía moderna en materia de mantenimiento de aeronaves, y solicitaron un reporte sobre este a la industria aérea. Dicho reporte fue escrito por Stanley Nowlan y Howard Heap de *United Airlines*. Ellos lo titularon *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD), fue publicado en 1978, y aún sigue siendo uno de los documentos más importantes en la historia del manejo de los activos físicos.

El reporte de Nowlan y Heap ha sido desde entonces usado como base para varios modelos de MCC de tipo militar, y para aquellas actividades no relacionadas con la aviación.

1.2.3.2. Definición del MCC

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.

La idea central del MCC es que los esfuerzos de mantenimiento deben ser dirigidos a mantener la función que realizan los equipos, más que los equipos mismos. Es la función desempeñada por una máquina lo que interesa desde el punto de vista productivo. Esto implica que no se debe buscar tener los equipos como si fueran nuevos, si no, en condiciones suficientes para realizar bien su función.

1.2.3.3. Objetivo del mantenimiento centrado en confiabilidad

El objetivo fundamental de la implantación de un mantenimiento centrado en confiabilidad, es aumentar la fiabilidad de la instalación, es decir, disminuir el tiempo de parada de la planta por averías imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción. Los objetivos secundarios, pero igualmente importantes, son aumentar la disponibilidad, es decir, la proporción del tiempo que la planta está en disposición de producir, y disminuir al mismo tiempo los costos de mantenimiento.

1.2.3.4. Ventajas y beneficios del MCC

Cuando el MCC es aplicado correctamente produce los siguientes beneficios:

- Detección de fallas antes de que ocurran
- Mayor seguridad y protección del entorno
- Mejores rendimientos operativos
- Mayor control de los costos del mantenimiento
- Mayor aprovechamiento de la vida útil de los equipos

1.2.3.5. Las siete preguntas básicas del MCC

MCC se basa en la puesta de manifiesto de todos los fallos potenciales que puede tener una instalación, en la identificación de las causas que los provocan y en la determinación de una serie de medidas preventivas que eviten esos fallos, acorde con la importancia de cada uno de ellos. A lo largo del proceso se plantean una serie de preguntas clave que deben quedar resueltas:

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
- ¿En qué sentido es importante cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

La solución a estas preguntas para cada uno de los sistemas que componen una instalación industrial conduce a la determinación de los fallos potenciales, las causas de estos y las medidas preventivas que tendrán que adoptarse.

1.2.3.6. Fases del MCC

El proceso de análisis de fallos e implantación de medidas preventivas atraviesa una serie de fases para cada uno de los sistemas en que puede descomponerse una planta industrial:

- Fase 1: definición clara de lo que se pretende implantando RCM. Determinación de indicadores, y valoración de estos antes de iniciar el proceso.
- Fase 2: codificación y listado de todos los sistemas, subsistemas y equipos que componen la planta. Para ello es necesario recopilar esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos.
- Fase 3: estudio detallado del funcionamiento del sistema. Determinación de las especificaciones del sistema. Listado de funciones primarias y secundarias del sistema en su conjunto. Listado de funciones principales y secundarias de cada subsistema.
- Fase 4: determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos.
- Fase 5: determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior.
- Fase 6: estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, significativos, tolerables o insignificantes en función de esas consecuencias.

- Fase 7: determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos.
- Fase 8: agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías: elaboración del plan de mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación, procedimientos de operación y de mantenimiento, lista de repuesto que debe permanecer en stock y medidas provisionales a adoptar en caso de fallo.
- Fase 9: puesta en marcha de las medidas preventivas.
- Fase 10: evaluación de las medidas adoptadas mediante la valoración de los indicadores seleccionados en la fase 1.

1.2.3.7. Confiabilidad operacional (CO)

Es la capacidad que posee una instalación (infraestructura, persona, tecnología), para cumplir su función, o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico y, en caso de que falle, lo haga del modo menos dañino posible.

1.2.3.8. Mantenibilidad

Mantenibilidad es la facilidad de un equipo en ser mantenido o restablecido, en un tiempo dado, en condiciones de ejecutar sus funciones normalmente requeridas, cuando las operaciones de mantenimiento se realizan con los medios dados, siguiendo un programa determinado.

1.2.3.9. Confiabilidad

La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un *ítem* pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas.

1.2.3.10. Disponibilidad

La disponibilidad de un equipo o ativo es la probabilidad de que dicho equipo funcione normalmente en cualquier momento del tiempo, cuando es operado bajo condiciones específicas.

1.2.3.11. Análisis de modo y efecto de falla (AMEF)

Es un proceso ordenado para la identificación de las fallas de un producto, máquina, sistema o proceso de manufactura antes de que estas ocurran o en su defecto detectarlas. El AMEF puede ser considerado como un método analítico que tiene como objetivos principales: Identificar los modos por los cuales los sistemas pueden dejar de cumplir sus funciones (fallas funcionales), identificar las causas (modos de fallas) que provocan las fallas funcionales, evaluar los modos de fallas y las causas asociadas a ellas, determinar las consecuencias de las fallas en el desempeño del sistema e identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.

1.2.3.12. Falla funcional

La falla funcional es la incapacidad que tiene un equipo en llevar a cabo sus funciones por las cuales ha sido adquirido. Las fallas funcionales únicamente describen la incapacidad de lograr la función deseada, pero no se extiende más allá de esto, ya que ni explica ni detalla las causas de la falla.

Las fallas dependen del contexto operacional; el estado de un elemento puede no considerarse como falla en ciertas ocasiones y sí en otras. Además, al definir las fallas se han de seguir una serie de criterios de funcionamiento que han de estar perfectamente definidos, de otra forma podría ocasionarse cierta confusión según desde el punto de vista con que se analice. En ocasiones el personal de mantenimiento puede considerar como fallo, algo que el personal de productividad no lo considere. Por esta razón se han de definir claramente los criterios dentro del contexto operacional, para que de esta forma se actúe de la manera correcta.

1.2.3.13. Modo de falla

Una vez identificada la falla, el siguiente paso es intentar identificar los hechos que la han podido causar. Estos hechos son los denominados modos de falla, y son los encargados de definir la razón por la cual ha fallado.

Dentro de una sola instalación puede haber una gran lista de modos de falla, pero de esta enorme lista solo han de registrarse los que puedan ocurrir en mayor probabilidad. La decisión de incluir o no un modo de avería en la lista se han de tomar con cautela, ya que un modo de avería puede ser no muy probable, pero en cambio sus consecuencias son grandes como para tenerlo en cuenta.

1.2.3.14. Efecto de falla

Los efectos de falla describen lo que sucede al producirse cada falla. Estos efectos han de incluir la información necesaria con la cual es posible determinar el nivel de mantenimiento que se debe aplicar.

1.2.3.15. Análisis de criticidad

Es un estudio que permite identificar las áreas sobre las cuales se tendrá una mayor atención del mantenimiento en función del proceso que se realiza.

El análisis de criticidad permite establecer niveles jerárquicos en procesos, sistemas, equipos y componentes, en función del impacto global que se generan, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones. También es el análisis de confiabilidad que establece un orden de prioridades de mantenimiento sobre una serie de instalaciones y equipos, otorgándole un valor numérico o *estatus*, en función de ciertos factores a tomar en cuenta.

1.2.3.16. Frecuencia de fallas ocurridas

Son las cantidades de falla que se pueden presentar en un equipo durante un tiempo determinado.

1.2.3.17. Tiempo promedio fuera de servicio (TPFS)

Son los tiempos en que el equipo no se encuentra operando por causa de falla o problema de funcionamiento.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Desarrollo del proyecto

2.1.1. Mantenimiento centrado en confiabilidad

El mantenimiento centrado en confiabilidad plantea la necesidad de eliminar todas las averías de consecuencias no tolerables que puedan originarse en una instalación. Busca analizar todos los fallos potenciales, estudiar sus consecuencias y determinar qué debe hacerse para minimizar las consecuencias de dichos fallos. Esta metodología fue implementada a 3 equipos críticos de la empresa, los cuales son:

- Convertidora C.A.
- Troquel S.
- Pegadora

A continuación, se presentan las etapas llevadas a cabo para cumplir los objetivos propuestos. Es importante mencionar que estas actividades se realizaron con la ayuda del departamento de mantenimiento de CEMSA.

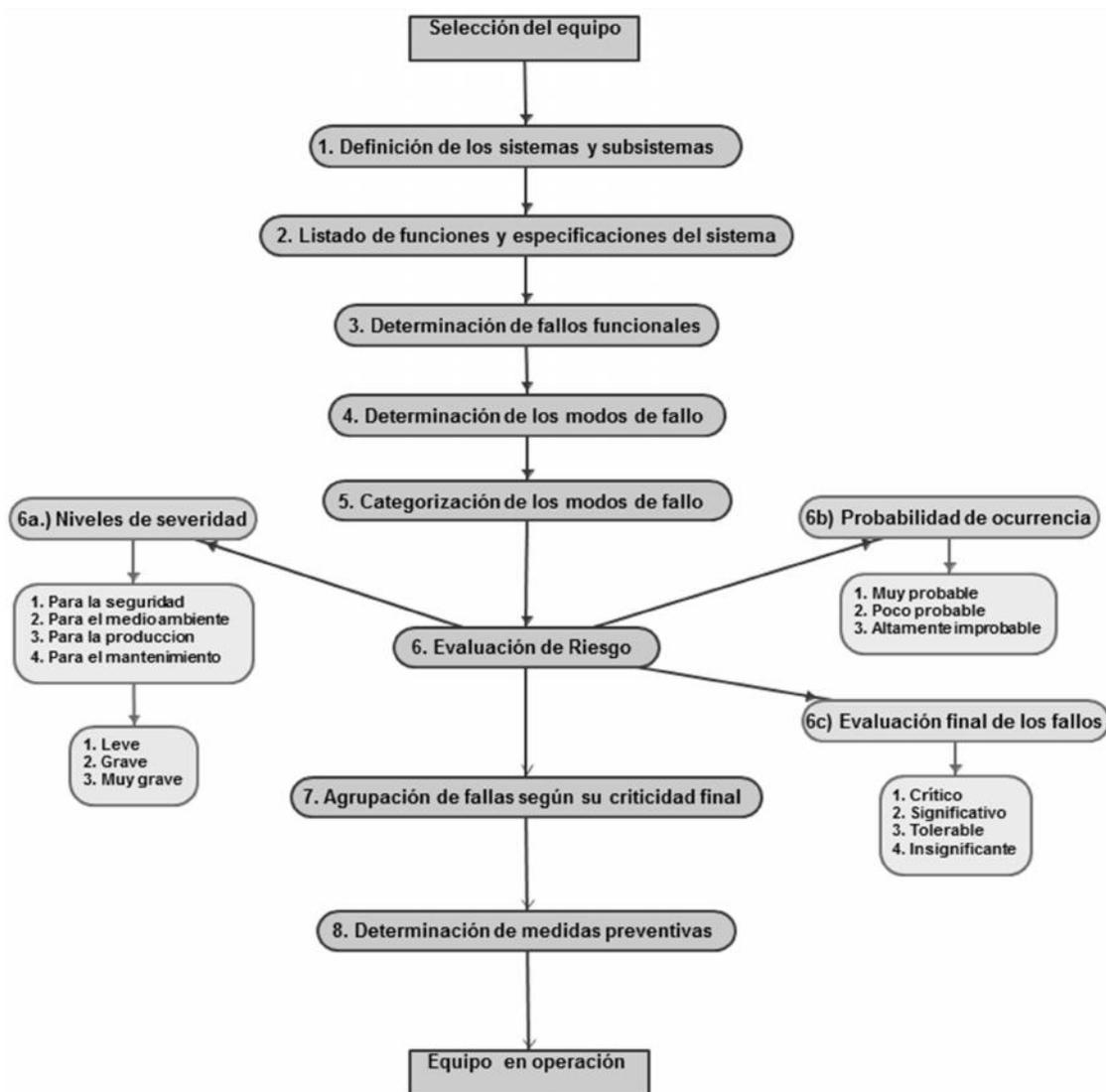
Estas etapas son:

- Definición de los sistemas y subsistemas
- Listado de funciones y especificaciones del sistema y subsistema
- Determinación de fallos funcionales
- Determinación de los modos de fallo (causas de fallo)
- Categorización de los modos de fallo
- Evaluación de riesgo

- Agrupación de fallas según su criticidad final
- Determinación de medidas preventivas. (selección de tareas)

El modelo de aplicación del MCC se puede resumir en la siguiente figura.

Figura 2. **Modelo de aplicación del MCC**



Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Definición de los sistemas y subsistemas

El primer paso en la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad, comenzó en definir el alcance; es decir, identificar a qué equipos, sistemas y subsistemas se aplicaría la metodología.

Los equipos a estudiar juntamente con sus sistemas y subsistemas son los siguientes:

La convertidora C.A. está formado por:

- Sistema desbobinador
- Sistema de corte
 - Subsistema motor de cuchilla y fajas transportadoras
 - Subsistema cajas reductoras
- Sistema pila de salida
 - Subsistema motor pila de salida y emparejadores
- Sistema motor principal

El troquel S. está formado por:

- Sistema unidad de alimentación
 - Subsistema cabezal de aspiración
 - Subsistema pila de entrada
 - Subsistema bomba de vacío
- Sistema mesa de ingreso de material
- Sistema mesa de troquel
 - Subsistema motor eléctrico (motor principal)
- Sistema unidad de limpieza
- Sistema pila de salida (pila secundaria)
 - Subsistema motor eléctrico

- Subsistema motor eléctrico (bomba de vacío)

La pegadora está formado por:

- Sistema de alimentación
- Sistema de predoblado
- Sistema de doblado
- Sistema de entrega
- Sistema de encolado
- Subsistema motor principal / ventilación auxiliar

A continuación se presentan imágenes de las máquinas a las cuales les fue aplicado el MCC.

Figura 3. **Convertidora C.A.**



Fuente: CEMSA.

Figura 4. Troquel S.



Fuente: CEMSA.

Figura 5. **Pegadora**



Fuente: CEMSA.

2.1.3. Listado de funciones y especificaciones del sistema y subsistemas

En esta fase se definieron las funciones de cada sistema en estudio, cuantificando cuando sea posible como se lleva a cabo esa función.

Para que el sistema cumpla su función, cada uno de los subsistemas en que se subdivide deben cumplir la suya. Para ello, fue necesario listar también las funciones de cada uno de los subsistemas.

Por último, se detallaron también las funciones de los equipos significativos que componen los subsistemas. Obtuvimos tres listados de funciones:

- Las funciones del sistema en su conjunto.
- Las funciones de cada uno de los subsistemas que lo componen.
- Las funciones de cada uno de los equipos significativos de cada subsistema.

Tabla I. **Hoja de información describiendo funciones**

	Máquina: Nombre de la máquina
	Sistema: Nombre del Sistema
	Sub-sistema/equipo: Nombre del sub-sistema/equipo
Función	
Descripción de la función del sistema, subsistema o equipo en estudio.	

Fuente: elaboración propia.

2.1.4. **Determinación de fallas funcionales**

Recordemos que un fallo es la incapacidad de un *ítem* para cumplir alguna de sus funciones. Por ello, si se realiza correctamente la fase anterior, la identificación de las funciones, es muy fácil determinar los fallos. Un fallo es pues la antifunción, la falta de cumplimiento de una especificación técnica o de una de sus funciones generales.

El objetivo principal en esta tarea fue la determinación de aquellos fallos que impiden el sistema, subsistema o equipo cumplir su función primaria.

Tabla II. **Hoja de información describiendo funciones y fallas funcionales**

Máquina: Nombre de la máquina	
Sistema: Nombre del sistema	
Sub-sistema/equipo: Nombre del sub-sistema/equipo	
Función	Falla Funcional
Descripción de la función del sistema, subsistema o equipo en estudio.	Determinación de los fallos que impiden el sistema, subsistema o equipo cumplir su función primaria.

Fuente: elaboración propia.

2.1.5. **Determinación de los modos de fallo (causas primarias de un fallo)**

El próximo paso fue identificar los modos de fallo. Los modos de fallo no son otra cosa que las diversas causas que generan los fallos.

Recordemos que los fallos son una consecuencia. Lo importante del MCC no es identificar la consecuencia, que es el fallo, sino sus causas, para analizar posteriormente la gravedad de esta consecuencia, la probabilidad de que se produzca y la facilidad para su detección, y de acuerdo con ello, adoptar medidas preventivas que eviten las causas que provocan los fallos.

Al final, la tabla utilizada para describir funciones, fallas funcionales, modo de falla y efecto de falla fue la siguiente: Esta fue la utilizada para el análisis de modo y efecto de falla (AMEF) para cada una de las máquinas en estudio.

Tabla III. **Hoja de información describiendo funciones, fallas funcionales, modo de falla y efecto de falla**

Máquina: Nombre de la máquina			
Sistema: Nombre del sistema			
Sub-sistema/equipo: Nombre del subsistema/equipo			
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Descripción de la función del sistema, subsistema o equipo en estudio.	Determinación de los fallos que impiden el sistema, subsistema o equipo cumplir su función primaria.	Lista de las diversas causas que generan los fallos.	Consecuencia que causarían el fallo

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta el análisis de modo y efecto de falla (AMEF) para cada una de las máquinas en estudio.

Análisis de modo y efecto de falla (AMEF) para la Convertidora C.A.

Tabla IV. **AMEF para el sistema desbobinador**

Máquina: Convertidora C.A.			
Sistema: Desbobinador			
Sub-sistema:			
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Alimentar la máquina con los rollos de papel/cartón para luego ser cortados en pliegos.	No poder alimentar la máquina.	1.) Cilindros hidráulicos no funcionan correctamente	Incapaz de poder montar/desmontar la bobina de papel/cartón en el desbobinador.
		2.) Mangueras hidráulicas en mal estado. (desgastadas, flojas etc.)	
		3.) Bajo nivel de aceite hidráulico	
		4.) Guías de porta bobinas en mal estado	Desalineamientos en el recorrido del porta bobinas
		5.) Freno del porta bobinas en mal estado	La bobina de papel no mantiene la presión necesaria para evitar un desenrollado.
		6.) El sujeta bobinas no mantiene sujeta la bobina correctamente	La bobina de papel no se mantiene en una posición fija causando que el papel ingrese de manera incorrecta.
		7.) Conexiones del panel eléctrico en mal estado.	Máquina sin funcionamiento. (total paro de la máquina)
		8.) Electroválvulas no funcionan correctamente	Cilindros no presionan o no contraen la bobina correctamente

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. AMEF para el sistema de corte (cuerpo de la máquina)

Máquina: Convertidora C.A.			
Sistema: sistema de corte (cuerpo de la máquina.)			
Sub-sistema:			
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Realizar el corte al rollo de papel/cartón convirtiéndolos en pliegos.	Incapaz de realizar el corte	1.) Rodillos de presión en mal estado.	Pliegos de papel/cartón aún con mucho curling/colochamiento o con daños.
		2.) Chumaceras en mal estado	Falta de movimiento en los rodillos causando daños en el pliego de papel/cartón
		3.) Mangueras neumáticas de la cuchilla en mal estado	El corte de la cuchilla no se efectúa con precisión. (fallos en el corte)
		4.) Cadenas y sprockets sin movimientos	Rodillos sin movimiento que pueden causar que la máquina pare totalmente
		5.) Contador de pliegos no cuenta	No se puede llevar un conteo de los pliegos de papel/cartón.
		6.) Panel eléctrico principal en mal estado	Máquina sin funcionamiento. (total paro de la máquina)
		7.) Fajas transportadoras en mal estado (desgastadas, rotas etc.)	Los pliegos de papel/cartón no son transportados correctamente
		8.) Sistema de seguridad de la máquina sin funcionamiento. (Guardas, paros de emergencia, sensores)	Riesgo de lesiones al personal
		9.) Motor Eléctrico	Analizado por separado

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **AMEF para el sistema pila de salida**

Máquina: Convertidora C.A.				
Sistema: pila de salida				
Sub-sistema:				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Apilar, uniformemente, los pliegos de cartón/papel	Incapaz de apilar los pliegos	1.)	Freno de la pila de salida sin funcionamiento	Pila de salida no se estaciona en el lugar correcto. (puede causar paro total de la máquina)
		2.)	Cadenas de la pila de salida en mal estado	Pila de salida con dificultad para moverse. (puede causar paro total de la máquina)
		3.)	Emparejadores en mal estado/sin funcionamiento	Pliegos de papel/cartón no son apilados uniformemente.
		4.)	El <i>microswitch</i> de fin de carrera sin funcionamiento	Pila de salida no se estaciona en el lugar correcto. (puede causar paro total de la máquina)
		5.)	Fallas en el sensor de protección	Sensor de protección sin funcionamiento que pueden causar daños/lesiones en el personal.
		6.)	Motor Eléctrico	Analizado por separado

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **AMEF para el motor eléctrico principal**

Máquina: Convertidora C.A.				
Equipo: motor eléctrico principal				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Convertir la energía eléctrica en energía mecánica para iniciar el movimiento en los rodillos e ingreso del material al cuerpo de la máquina	Incapaz de generar movimiento	1.)	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Rodamiento demasiado caliente. Ruidos en el rodamiento
		2.)	Ventilación Insuficiente	Motor demasiado caliente
		3.)	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Motor sin funcionamiento
		4.)	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Motor demasiado caliente. Fuerte caída del núm. de revoluciones

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **AMEF para el motor de cuchilla y fajas transportadoras**

Máquina: Convertidora C.A.				
Equipo: motor de cuchilla y fajas transportadoras				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Convertir la energía eléctrica en mecánica para darle movimiento a la cuchilla y a las fajas transportadoras.	Incapaz de generar movimiento	1.)	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Rodamiento demasiado caliente. Ruidos en el rodamiento
		2.)	Ventilación Insuficiente	Motor demasiado caliente
		3.)	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Motor sin funcionamiento
		4.)	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Motor demasiado caliente. Fuerte caída del núm. de revoluciones

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **AMEF para el motor pila de salida y emparejadores**

Máquina: Convertidora C.A.				
Equipo: motor pila de salida y emparejadores				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Convertir la energía eléctrica en mecánica para realizar el movimiento en la pila de salida y en los emparejadores de pliegos.	Incapaz de generar movimiento	1.)	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Rodamiento demasiado caliente. Ruidos en el rodamiento
		2.)	Ventilación Insuficiente	Motor demasiado caliente
		3.)	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Motor sin funcionamiento
		4.)	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Motor demasiado caliente. Fuerte caída del núm. de revoluciones

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **AMEF para las cajas reductoras**

Máquina: Convertidora C.A.				
Equipo: cajas reductoras (motor principal, emparejadores, pila de salida)				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Incrementar la potencia y fuerza mecánica al motor principal, motor de emparejadores y motor de la pila de salida	Incapaz de incrementar la potencia y fuerza mecánica	1.)	El mecanismo tornillo sin fin - engranaje no funcionan correctamente	Falta de movimiento en los rodillos, emparejadores o pila de salida. (causa parada total de la máquina)
		2.)	Fugas en el mecanismo	
		3.)	Falta/exceso de Lubricación al mecanismo	

Fuente: elaboración propia.

Análisis de modo y efecto de falla (AMEF) para el troquel

Tabla XI. **AMEF para el sub sistema cabezal de aspiración**

Máquina: Troquel S.			
Sistema: unidad de alimentación			
Sub-sistema: cabezal de aspiración			
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Alimentar, con pliegos de cartón, la máquina para iniciar el troquelado	Incapaz de poder alimentar los pliegos de cartón	1.) Fallo en la válvula rotativo de aire	No hay distribución de aire comprimido y vacío al cabezal. (máquina para totalmente)
		2.) Problemas de ventosas por mal estado	Incapaz de arrastrar los pliegos a la entrada de la máquina. (máquina para totalmente)
		3.) Daños en sistema de transmisión de movimiento. (cojinetes, engranajes. etc.	
		4.) Daños en mangueras de suministro de vacío y aire comprimido (mangueras con fuga, dañadas)	Deshabilita el cabezal por falta de alimentación de aire comprimido y vacío. (máquina para totalmente)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. AMEF para el subsistema pila de entrada

Máquina: Troquel S.				
Sistema: unidad de alimentación				
Sub-sistema: pila de entrada				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Eleva la pila de pliegos a una altura adecuada para que el cabezal alimentador recoja los pliegos y los suministre a la máquina	Incapaz de poder elevar la pila a la altura adecuada.	1.)	Daños en cadenas de transmisión	No hay movimiento en la pila que causa la falta de alimentación de pliegos. (máquina para totalmente)
		2.)	Problemas en guías de cadena. (se rompen o se arruinan)	
		3.)	Daños en sistema eléctrico de protección (límites de carrera)	
		4.)	Daños en motor eléctrico	Motor analizado por separado.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. AMEF para el sistema mesa de ingreso de material

Máquina: Troquel S.				
Sistema: mesa de ingreso de material				
Sub-sistema:				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Guiar, uniformemente, el pliego de papel al ingreso del troquel	Incapaz de poder alinear los pliegos uniformemente.	1.)	Problemas en las fajas de transmisión (se rompen o están dañadas)	No hay alimentación de pliegos en la máquina. (máquina para totalmente)
		2.)	Los rodillos no aplican la presión necesaria para guiar los pliegos	Pliegos desalineados, doble pliegos. (máquina para totalmente)
		3.)	Problemas en sensores fotoeléctricos de sistema de guiado	Pliegos no entran paralelos e impresión sale desalineada. (máquina para totalmente)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **AMEF para el sistema mesa de troquel**

Máquina: Troquel S.			
Sistema: mesa de troquel			
Sub-sistema:			
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Troquelar el pliego impreso de acuerdo al molde pre-establecido.	Incapaz de troquelar los pliegos	1.) Fallas en las cadenas de transmisión	Fallos de movimiento en el sistema de troquelado (máquina para totalmente y no troquela)
		2.) Mal funcionamiento de las levas en el mecanismo de troquelado	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **AMEF para el sistema unidad de limpieza**

Máquina: Troquel S.			
Sistema: unidad de limpieza			
Sub-sistema:			
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Retirar el material que queda de exceso después del troquelado	Incapaz de realizar el retirado del material	1.) Fallos en los detectores. (final de carrera, sensor fotoeléctrico)	Fallos de movimiento en el sistema de Limpieza (máquina para totalmente y no realiza limpieza)
		2.) Fallas en levas de transmisión de movimiento	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **AMEF para el sistema pila de salida (pila secundaria)**

Máquina: Troquel S.				
Sistema: pila de salida (pila secundaria)				
Sub-sistema:				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Apilar los pliegos de cartón ya troquelados	Incapaz de apilar los pliegos ya troquelados	1.)	Daños en las cadenas de transmisión.	No hay movimiento en la pila que causa la falta de alimentación de pliegos. (máquina para totalmente)
		2.)	Problemas en guías de cadena (se rompen o se arruinan)	
		3.)	Fallas en sensores de posicionamiento de pilas	Pila no posicionada en lugar correcto y pliegos desordenados
		4.)	Alineador de papel no alineado	Los pliegos de cartón no son alineados correctamente
		5.)	Motor eléctrico	Motor analizado por separado

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **AMEF para el motor eléctrico (motor principal)**

Máquina: Troquel S.				
Sub Sistema: mesa de troquel				
Equipo: motor eléctrico (motor principal)				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Transformar energía eléctrica en mecánica para generar movimiento en la mesa de troquel	Incapaz de generar movimiento	1.)	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Rodamiento demasiado caliente. Ruidos en el rodamiento
		2.)	Ventilación Insuficiente	Motor demasiado caliente

Continuación de tabla XVII.

		3.)	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Motor sin funcionamiento
		4.)	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Motor demasiado caliente. Fuerte caída del núm. de revoluciones

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **AMEF para el motor eléctrico (pila de entrada y pila de salida)**

Máquina: Troquel S.				
Sistema: pila de entrada y pila de salida				
Equipo: motor eléctrico				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Transformar energía eléctrica en mecánica para generar movimiento en la pila de entrada y pila de salida	Incapaz de generar movimiento	1.)	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Rodamiento demasiado caliente. Ruidos en el rodamiento
		2.)	Ventilación Insuficiente	Motor demasiado caliente
		3.)	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Motor sin funcionamiento
		4.)	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Motor demasiado caliente. Fuerte caída del núm. de revoluciones

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **AMEF para el motor eléctrico de la bomba de vacío**

Máquina: Troquel S.				
Sub Sistema: bomba de vacío				
Equipo: motor eléctrico				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Convertir energía eléctrica en mecánica para generar movimiento en la bomba de vacío	Incapaz de generar movimiento	1.)	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Rodamiento demasiado caliente. Ruidos en el rodamiento
		2.)	Ventilación Insuficiente	Motor demasiado caliente
		3.)	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Motor sin funcionamiento
		4.)	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Motor demasiado caliente. Fuerte caída del núm. de revoluciones

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **AMEF para la bomba de vacío**

Máquina: Troquel S.				
Sistema: unidad de alimentación				
Equipo: bomba de vacío				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Suministrar presión negativa para el mecanismo de suministro de pliegos en el ingreso de la prensa	Incapaz de poder suministrar presión negativa.	1.)	Las paletas de carbón se quiebran o se gastan	No hay vacío
		2.)	Rodamientos fallan y causan daños en bomba	Pérdida de suministro de vacío para el cabezal
		3.)	Motor eléctrico arruinado	Motor analizado por separado

Fuente: elaboración propia.

Análisis de modo y efecto de falla (AMEF) para la pegadora

Tabla XXI. **AMEF para el sistema de alimentación**

Máquina: Pegadora			
Sistema: sistema de alimentación			
Sub-sistema:			
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Alimentar la máquina con los pliegos de cartón para iniciar el doblado y pegado	Incapaz de alimentar la máquina con los pliegos de cartón	1.) Rodillos desgastados y no aplican la presión necesaria para el ingreso del material	Los pliegos ingresan desalineados y el doblado y pegado no se realizan en el lugar correcto (total paro de la máquina para reparación.)
		2.) Fajas desgastadas que causan que el material no se mueva con facilidad.	
		3.) Cadenas en mal estado e impiden el movimiento fácil del material	Máquina sin movimiento.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **AMEF para el sistema de predoblado**

Máquina: pegadora			
Sistema: sistema de predoblado			
Sub-sistema:			
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)	Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Realizar el primer doblado al pliego de cartón	No poder realizar el doblado adecuado	1.) Cadenas en mal estado e impiden el movimiento fácil del material	Máquina sin movimiento.
		2.) Transmisión principal sin movimiento	

Continuación de tabla XXII.

		3.)	Carro inferior y carro superior sin funcionamiento	Máquina sin movimiento.
		4.)	Fajas desgastadas que causan que el doblado no se efectúe correctamente	El doblado no se efectúa en el lugar correcto
		5.)	Guías no funcionan correctamente	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **AMEF para el sistema de doblado**

Máquina: pegadora				
Sub-sistema: sistema de doblado				
Sub-sistema:				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Realizar el doblado final al pliego de cartón	No poder realizar el doblado final	1.)	El carro portado sin poder generar movimiento al pliego de cartón	Pliegos no son acareados correctamente para iniciar el doblado (máquina para totalmente)
		2.)	Cadenas en mal estado e impiden el movimiento fácil del material	
		3.)	Tornillo sin fin en mal estado y sin funcionamiento	
		4.)	Transmisión sin movimiento	
		5.)	Sistema de encolado sin funcionamiento	Analizado por separado

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. AMEF para el sistema de entrega

Máquina: pegadora				
Sistema: sistema de entrega				
Sub-sistema:				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Recibir y apilar los pliegos ya doblados y pegados	Incapaz de poder recibir y apilar los pliegos	1.)	Transmisión Principal sin funcionamiento	Máquina sin movimiento
		2.)	Cadenas en mal estado y sin movimiento	Pliegos ya doblados y pegados no son apilados correctamente.
		3.)	Fajas en mal estado	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. AMEF para el sistema de encolado

Máquina: pegadora				
Equipo: sistema de encolado				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Portar goma en los pliegos de cartón	Incapaz de portar goma a los pliegos de cartón	1.)	Falta de goma en el recipiente	El sistema no portará goma a los pliegos y estos no podrán ser pegados
		2.)	Mangueras físicamente en mal estado	
		3.)	Mal estado de la goma	Los pliegos no saldrán pegados correctamente
		4.)	Fugas en la salida de la goma	
		5.)	Válvulas de aplicación en mal estado	

Continuación de tabla XXV.

		6.)	El regulador de presión sin funcionamiento	La goma no es aplicada con la presión requerida
		7.)	Válvula de seguridad en mal estado	La presión no puede ser controlada causando que el sistema pare totalmente
		8.)	Criba en el tubo de admisión en mal estado	La goma aplicada a los pliegos llevan muchas impurezas
		9.)	Impurezas/restos de goma dentro del sistema	
		10.)	Bajo nivel de aceite en la bomba del sistema	Falta de aceite puede causar paro en la bomba causando paro en total de sistema de encolado.
		11.)	Filtro del sistema en mal estado	La goma es aplicada con contaminaciones
		12.)	Tubo de aspiración en mal estado	incapaz de poder succionar la goma del recipiente y portarla a los pliegos de cartón
		13.)	Sensor de nivel sin funcionamiento	El sistema es incapaz de poder determinar el nivel de goma en el recipiente

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **AMEF para el motor principal/ventilación auxiliar**

Máquina: pegadora				
Equipo: motor principal / ventilación auxiliar				
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa de falla)		Efecto de falla (que sucede cuando falla)
Transformar energía eléctrica en mecánica para generar movimiento a todo el sistema	Incapaz de generar movimiento	1.)	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Rodamiento demasiado caliente. Ruidos en el rodamiento
		2.)	Ventilación Insuficiente	Motor demasiado caliente
		3.)	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Motor sin funcionamiento
		4.)	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Motor demasiado caliente. Fuerte caída del núm. de revoluciones

Fuente: elaboración propia.

2.1.6. Categorización de los modos de fallo

Con la lista de los posibles modos de fallo de cada uno de los fallos identificados anteriormente, estuvimos en disposición de abordar el siguiente punto: el estudio de las consecuencias de cada modo de fallo.

La pregunta a contestar en esta fase fue la siguiente: ¿qué consecuencias puedo tener si la falla ocurre? Contestada esta pregunta, estuvimos en condición de valorar sus consecuencias para la seguridad personal, el medio ambiente, la producción y para el mantenimiento. Los parámetros que se analizaron en cada modo de fallo fueron:

- Consecuencias de fallo en la seguridad
- Consecuencias de fallo en el impacto ambiental
- Consecuencias de fallo en la producción
- Consecuencia del fallo en los costos de mantenimiento

Se analizaron, entonces, las consecuencias para la seguridad, medio ambiente, producción y para el costo de mantenimiento (reparación). Las preguntas a responder fueron:

- ¿Cuáles pueden ser las consecuencias para la seguridad de las personas, en el peor de los casos?
- ¿Cuáles pueden ser las consecuencias para el medioambiente, en el peor de los casos?
- ¿Cuáles pueden ser las consecuencias para la producción, en el peor de los casos?
- ¿Cuáles es el coste de reparación, en el peor de los casos?

Una vez analizado la falla por cada uno de estos criterios se pudo decidir si el fallo es:

- Leve
- Grave
- Muy grave

Recordando que, al final, al fallo se le dará la categoría más alta después de haber analizado estos 3 criterios.

2.1.6.1. Análisis de los modos de fallo

2.1.6.1.1. Consecuencias para la seguridad

La pregunta a contestar en este paso fue:

¿Cuáles pueden ser las consecuencias para la seguridad de las personas, en el peor de los casos?

Definiremos que los fallos para la seguridad son:

Tabla XXVII. Calificación de los fallos para la seguridad

Calificación	Consecuencia
Leve	Sin probabilidad de daños personales
Grave	Daños personales leves
Muy grave	Daños personales de consideración

Fuente: GARCÍA, Santiago. *Plan de mantenimiento basado en RCM*. <http://rcm3.org/120>.

Consulta: febrero de 2016.

2.1.6.1.2. Consecuencias para el medio ambiente

La pregunta a contestar en este paso fue:

¿Cuáles pueden ser las consecuencias para el medio ambiente, en el peor de los casos?

Definiremos que los fallos para el medio ambiente son:

Tabla XXVIII. **Calificación de los fallos para el medio ambiente**

Calificación	Consecuencia
Leve	Sin posibilidad de daños al medio ambiente.
Grave	Daños medioambientales reparables con costes asumibles.
Muy grave	Daños irreversibles en el medioambiente, daños reparables con alto costo o violación de una normativa ambiental.

Fuente: GARCIA, Santiago. *Plan de mantenimiento basado en RCM*. <http://rcm3.org/120>.

Consulta: febrero de 2016.

2.1.6.1.3. Consecuencias operativas del servicio

La pregunta a contestar en este paso fue:

¿Cuáles son las consecuencias operativas para la producción, en el peor de los casos?

Definiremos que los fallos para la producción son:

Tabla XXIX. **Calificación de los fallos para la producción**

Calificación	Consecuencia
Leve	No interrumpe la producción.
Grave	Interrupción de la producción sea de corta duración.
Muy grave	Interrupción de la producción sea de larga duración.

Fuente: GARCÍA, Santiago. *Plan de mantenimiento basado en RCM*. <http://rcm3.org/120>.
Consulta: febrero de 2016.

2.1.6.1.4. Consecuencias del mantenimiento

La pregunta a contestar en este paso fue:

¿Cuáles son las consecuencias relacionadas con los activos, en el peor de los casos?

Definiremos que los fallos para el mantenimiento son:

Tabla XXX. **Calificación de los fallos para el mantenimiento**

Calificación	Consecuencia
Leve	Avería de bajo costo.
Grave	Avería repetitiva o de costo elevado.
Muy grave	Avería de muy alto costo.

Fuente: GARCIA, Santiago. *Plan de mantenimiento basado en RCM*. <http://rcm3.org/120>.
Consulta: febrero de 2016.

La tabla, hasta ahora, utilizada para ilustrar la información anterior es la siguiente:

Tabla XXXI. **Categorización de los modos de fallo**

Máquina: nombre de la máquina								
Sistemas/sub-sistemas/equipos	Modo de falla (causa de falla)	Gravedad de los modos de fallo						
		Para la seguridad	Para el medio ambiente	Para la producción	Para el mantenimiento	Gravedad Final		
Nombre del Sistemas/sub-sistemas/equipos								
Código de falla	Lista de las diversas causas que generan los fallos.	Gravedad de falla para la seguridad (leve, grave o muy grave)	Gravedad de falla para el medio ambiente. (leve, grave o muy grave)	Gravedad de falla para la producción. (leve, grave o muy grave)	Gravedad de falla para el mantenimiento. (leve, grave o muy grave)	gravedad más alta en el análisis		

Fuente: elaboración propia.

2.1.7. Evaluación de riesgo

Con los datos obtenidos del paso anterior, estamos listos para iniciar la evaluación de riesgo de los fallos.

Primeramente se determinaron los niveles de severidad de los fallos, después se determinó la probabilidad de ocurrencia y la combinación de estos dos, sometidos en una matriz de evaluación, se pudo determinar la criticidad final de cada fallo.

2.1.7.1. Niveles de severidad

Para cada modo de fallo se determinó su nivel de severidad. El nivel de severidad contesta la siguiente pregunta: ¿qué tan grave es cada modo de falla?

Los modos de fallos pueden ser: leves, graves o muy graves.

La siguiente tabla muestra un resumen de cómo se obtuvieron los niveles de severidad para cada modo de fallo.

Tabla XXXII. **Resumen de categorización de modos de falla**

Nivel de gravedad	Consecuencias para la seguridad de las personas	Consecuencias para el medio ambiente	Consecuencias para el servicio (producción)	Consecuencia para el mantenimiento
Muy grave	Daños personales de consideración para los trabajadores	Daños irreversibles para el medioambiente. Daños reparables con alto costo. Violación de una normativa ambiental	Interrupción de la producción de larga duración.	Avería de muy alto costo
Grave	Daños personales leves a los trabajadores	Daños medioambientales reparables con costes asumibles	Interrupción de la producción de corta duración	Avería repetitiva o de costo elevado
Leve	Sin posibilidad de daños a los trabajadores	Sin posibilidad de daños al medio ambiente.	No interrumpe la producción	Avería de bajo costo

Fuente: GARCÍA, Santiago. *Plan de mantenimiento basado en RCM*. <http://rcm3.org/120>.

Consulta: febrero de 2016.

2.1.7.2. Probabilidad de ocurrencia

El paso siguiente fue categorizar la probabilidad de que un fallo ocurra.

La probabilidad que ocurra un fallo se categorizo en:

- Muy probable
- Poco probable
- Altamente improbable

Se categorizaron los fallos según la siguiente condición:

Tabla XXXIII. **Probabilidad de ocurrencia de los fallos**

Calificación	Condición
Muy probable	si no se hace nada, es seguro que ocurra antes de 6 meses
Poco probable	si no se hace nada, es seguro que ocurra antes de 1 año
Altamente improbable	Si no se hace nada, no es seguro que ocurra

Fuente: GARCÍA, Santiago. *Plan de mantenimiento basado en RCM*. <http://rcm3.org/120>.

Consulta: febrero de 2016.

2.1.7.3. Matriz de evaluación

La valoración combinada de estos últimos dos aspectos, nivel de severidad y probabilidad de ocurrencia, permitió clasificar los fallos en cuatro categorías:

- Fallos Insignificantes
- Fallos Tolerables
- Fallos Significativos
- Fallos Críticos

Esta última clasificación fue la clave para determinar las medidas preventivas acordes con la importancia del fallo.

La matriz que se utilizó para relacionar la gravedad con la probabilidad de cada fallo fue la siguiente:

Tabla XXXIV. **Matriz de evaluación de los fallos**

	Leve	Grave	Muy grave
Altamente improbable	Insignificante	Tolerable	Significativo
Poco probable	Tolerable	Significativo	Crítico
Muy probable	Significativo	Crítico	Crítico

Fuente: GARCÍA, Santiago. *Plan de mantenimiento basado en RCM*. <http://rcm3.org/120>.

Consulta: febrero de 2016.

La tabla utilizada para determinar la criticidad final de cada fallo fue la siguiente:

Tabla XXXV. **Gravedad, probabilidad de ocurrencia y evaluación final de las fallas**

Máquina: Nombre de la máquina								
Sistemas/sub-sistemas/equipos	Modo de falla (causa de falla)	Gravedad de los modos de fallo					Probabilidad de ocurrencia de los fallos	Evaluación final de los fallos
		Para la seguridad	Para el medio ambiente	Para la producción	Para el mantenimiento	Gravedad final		
Nombre del Sistemas/sub-sistemas/equipos								
Código de falla	Lista de las diversas causas que generan los fallos.	Gravedad de falla para la seguridad (leve, grave o muy grave)	Gravedad de falla para el medio ambiente (leve, grave o muy grave)	Gravedad de falla para la producción. (leve, grave o muy grave)	Gravedad de falla para el mantenimiento. (leve, grave o muy grave)	Gravedad más alta en el análisis	Probabilidad de ocurrencia de cada fallo. (muy probable, poco probable o altamente improbable)	Evaluación final de los fallos (fallos insignificantes, tolerables, significantes o críticos)

Fuente: elaboración propia.

2.1.8. Codificación de los sistemas, subsistemas y modos de fallo

En las tablas de gravedad, probabilidad de ocurrencia y evaluación final de las fallas, se le asignaron códigos a cada modo de falla con la intención de facilitar la búsqueda de su tarea de mantenimiento en las hojas de tareas de mantenimiento.

Las codificaciones de los sistemas, subsistemas y equipos para la convertidora C.A. fueron de la siguiente manera.

Tabla XXXVI. **Codificación de los sistemas, subsistemas y modos de fallo de la convertidora C.A.**

Máquina	Código
Convertidora C.A.	601
Sistemas	
Desbobinador	1
Sistema de corte	2
Pila de salida	3
Motor principal	4
Subsistemas	
Sin subsistema	0
Motor de cuchilla y fajas transportadoras	1
Motor pila de salida y emparejadores	2
Cajas reductoras	3
# de Modo de falla	
Número Correlativo	
Criticidad de falla	
Crítico	C
Significativo	S
Tolerable	T
Insignificante	I

Fuente: elaboración propia.

Codificación de los sistemas, subsistemas y modos de fallo del troquel S

Las codificaciones de los sistemas, subsistemas y equipos para el troquel S. fueron de la siguiente manera.

Tabla XXXVII. **Codificación de los sistemas, subsistemas y modos de fallo del troquel S**

Máquina	Código
Troquel S.	602
Sistemas	
Sin sistema	0
Unidad de alimentación	1
Mesa de ingreso de material	2
Mesa de troquel	3
Unidad de limpieza	4
Pila de salida (pila secundaria)	5
Subsistemas	
Sin subsistema	0
Cabezal de aspiración	1
Pila de entrada	2
Motor eléctrico (motor principal)	3
Motor eléctrico	4
Motor eléctrico (bomba de vacío)	5
Bomba de vacío	6
# de Modo de falla	
Número correlativo	
Criticidad de falla	
Crítico	C
Significativo	S
Tolerable	T
Insignificante	I

Fuente: elaboración propia.

Codificación de los sistemas, subsistemas y modos de fallo de la pegadora

Las codificaciones de los sistemas, subsistemas y equipos para la pegadora fue de la siguiente manera.

Tabla XXXVIII. **Codificación de los sistemas, subsistemas y modos de fallo de la pegadora**

Máquina	Código
Pegadora	603
Sistemas	
Sin sistema	0
Sistema de alimentación	1
Sistema de predoblado	2
Sistema de doblado	3
Sistema de entrega	4
Sistema de encolado	5
Sub-sistemas	
Sin subsistema	0
Motor principal / ventilación auxiliar	1
# de Modo de Falla	
Número correlativo	
Criticidad de falla	
Crítico	C
Significativo	S
Tolerable	T
Insignificante	I

Fuente: elaboración propia.

Al final, la codificación de los modos de fallo para la convertidora C.A, troquel S. y pegadora fue de la siguiente manera.

Figura 6. **Codificación de los sistemas, subsistemas y modos de fallo para la convertidora C.A, troquel S. y pegadora**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta la gravedad, probabilidad de ocurrencia y evaluación final de las fallas para cada una de las máquinas en estudio seguidas por la agrupación de las fallas según su criticidad final la cual nos ayudará a determinar con facilidad aquellas fallas que son críticas, significativas, tolerantes e insignificantes.

Tabla XXXIX. Gravedad, probabilidad de ocurrencia y evaluación final de las fallas de la convertidora C.A.

Máquina: Convertidora C.A.								
Sistemas/sub-sistemas/equipos	Modo de falla (causa de falla)	Gravedad de los modos de fallo					Probabilidad de ocurrencia de los fallos	Evaluación final de los fallos
		Para la seguridad	Para el medio ambiente	Para la producción	Para el mantenimiento	Gravedad final		
Desbobinador								
601-01-00-01-T	Cilindros hidráulicos no funcionan correctamente	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
601-01-00-02-S	Mangueras hidráulicas en mal estado. (desgastadas, flojas etc.)	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Poco probable	Significativo
601-01-00-03-I	Bajo nivel de aceite hidráulico	Leve	Leve	Leve	Leve	Leve	Altamente improbable	Insignificante
601-01-00-04-T	Guías de porta bobinas en mal estado	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
601-01-00-05-T	Freno del porta bobinas en mal estado	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Altamente improbable	Tolerable
601-01-00-06-T	El sujeta bobinas no mantiene sujeta la bobina correctamente	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Altamente improbable	Tolerable
601-01-00-07-I	Conexiones del panel eléctrico en mal estado.	Leve	Leve	Leve	Leve	Leve	Altamente improbable	Insignificante
601-01-00-08-S	Electro válvulas no funcionan correctamente	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
Sistema de corte (cuerpo de la máquina.)								
601-02-00-01-S	Rodillos de presión en mal estado.	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
601-02-00-02-S	Chumaceras en mal estado	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Poco probable	Significativo
601-02-00-03-S	Mangueras neumáticas de la cuchilla en mal estado	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Poco probable	Significativo

Continuación de la tabla XXXIX.

601-02-00-04-S	Cadenas y <i>sprockets</i> sin movimientos	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
601-02-00-05-I	Contador de pliegos no cuenta	Leve	Leve	Leve	Leve	Leve	Altamente improbable	Insignificante
601-02-00-06-T	Panel eléctrico principal en mal estado	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Altamente improbable	Tolerable
601-02-00-07-T	Fajas transportadoras en mal estado (desgastadas, rotas)	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Altamente improbable	Tolerable
601-02-00-08-S	Sistema de seguridad de la máquina sin funcionamiento. (Guardas, paros de emergencia, sensores)	Grave	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
Pila de salida								
601-03-00-01-S	Freno de la pila de salida sin funcionamiento	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
601-03-00-02-S	Cadenas de la pila de salida en mal estado	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
601-03-00-03-T	Emparejadores en mal estado/sin funcionamiento	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Altamente improbable	Tolerable
601-03-00-04-T	El <i>microswitch</i> de fin de carrera sin funcionamiento	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Altamente improbable	Tolerable
601-03-00-05-S	Fallas en el sensor de protección	Grave	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
Motor eléctrico principal								
601-04-00-01-S	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
601-04-00-02-S	Ventilación Insuficiente	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
601-04-00-03-S	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
601-04-00-04-S	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo

Continuación de la tabla XXXIX

Motor de cuchilla y fajas transportadoras								
601-02-01-01-S	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Poco probable	Significativo
601-02-01-02-S	Ventilación Insuficiente	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
601-02-01-03-T	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Altamente improbable	Tolerable
601-02-01-04-T	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
Motor pila de salida y emparejadores								
601-03-02-01-S	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
601-03-02-02-S	Ventilación Insuficiente	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
601-03-02-03-S	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
601-03-02-04-S	Fallas distribuidas en red eléctrica	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
Cajas reductoras (motor principal, emparejadores, pila de salida)								
601-02-03-01-S	El mecanismo tornillo sin fin - engranaje no funcionan correctamente	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
601-02-03-02-T	Fugas en el mecanismo	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Altamente improbable	Tolerable
601-02-03-03-S	Falta/exceso de Lubricación al mecanismo	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Poco probable	Significativo

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Agrupación de fallas según su criticidad final**

Máquina: Convertidora C.A.			
Código	sistema/subsistema	Modo de falla (causa de falla)	Evaluación final de los fallos
601-01-00-02-S	Desbobinador	Mangueras hidráulicas en mal estado. (desgastadas, flojas etc.)	Significativo
601-01-00-08-S	Desbobinador	Electro válvulas no funcionan correctamente	Significativo
601-02-00-01-S	Sistema de corte (cuerpo de la máquina.)	Rodillos de presión en mal estado.	Significativo
601-02-00-02-S	Sistema de corte (cuerpo de la máquina.)	Chumaceras en mal estado	Significativo
601-02-00-03-S	Sistema de corte (cuerpo de la máquina.)	Mangueras neumáticas de la cuchilla en mal estado	Significativo
601-02-00-04-S	Sistema de corte (cuerpo de la máquina.)	Cadenas y <i>sprockets</i> sin movimientos	Significativo
601-02-00-08-S	Sistema de corte (cuerpo de la máquina.)	Sistema de seguridad de la máquina sin funcionamiento. (Guardas, paros de emergencia, sensores, etc.)	Significativo
601-03-00-01-S	Pila de salida	Freno de la pila de salida sin funcionamiento	Significativo
601-03-00-02-S	Pila de salida	Cadenas de la pila de salida en mal estado	Significativo
601-03-00-05-S	Pila de salida	Fallas en el sensor de protección	Significativo
601-04-00-01-S	Motor eléctrico principal	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Significativo
601-04-00-02-S	Motor eléctrico principal	Ventilación insuficiente	Significativo
601-04-00-03-S	Motor eléctrico principal	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Significativo
601-04-00-04-S	Motor eléctrico principal	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Significativo
601-02-01-01-S	Motor de cuchilla y fajas transportadoras	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Significativo

Continuación de la tabla XL.

601-02-01-02-S	Motor de cuchilla y fajas transportadoras	Ventilación insuficiente	Significativo
601-03-02-01-S	Motor pila de salida y emparejadores	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Significativo
601-03-02-02-S	Motor pila de salida y emparejadores	Ventilación insuficiente	Significativo
601-03-02-03-S	Motor pila de salida y emparejadores	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Significativo
601-03-02-04-S	Motor pila de salida y emparejadores	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Significativo
601-02-03-01-S	Cajas reductoras (motor principal, emparejadores, pila de salida)	El mecanismo tornillo sin fin - engranaje no funcionan correctamente	Significativo
601-02-03-03-S	Cajas reductoras (motor principal, emparejadores, pila de salida)	Falta/exceso de lubricación al mecanismo	Significativo

601-01-00-01-T	Desbobinador	Cilindros hidráulicos no funcionan correctamente	Tolerable
601-01-00-04-T	Desbobinador	Guías de porta bobinas en mal estado	Tolerable
601-01-00-05-T	Desbobinador	Freno del porta bobinas en mal estado	Tolerable
601-01-00-06-T	Desbobinador	El sujeta bobinas no mantiene sujeta la bobina correctamente	Tolerable
601-02-00-06-T	Sistema de corte (cuerpo de la máquina.)	Panel eléctrico principal en mal estado	Tolerable
601-02-00-07-T	Sistema de corte (cuerpo de la máquina.)	Fajas transportadoras en mal estado (desgastadas, rotas etc.)	Tolerable
601-03-00-03-T	Pila de salida	Emparejadores en mal estado/sin funcionamiento	Tolerable
601-03-00-04-T	Pila de salida	El <i>microswitch</i> de fin de carrera sin funcionamiento	Tolerable

Continuación de la tabla XL.

601-02-01-03-T	Motor de cuchilla y fajas transportadoras	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Tolerable
601-02-01-04-T	Motor de cuchilla y fajas transportadoras	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Tolerable
601-02-03-02-T	Cajas reductoras (motor principal, emparejadores, pila de salida)	Fugas en el mecanismo	Tolerable
601-01-00-03-I	Desbobinador	Bajo nivel de aceite hidráulico	Insignificante
601-01-00-07-I	Desbobinador	Conexiones del panel eléctrico en mal estado.	Insignificante
601-02-00-05-I	Sistema de corte (cuerpo de la máquina.)	Contador de pliegos no cuenta	Insignificante

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. Gravedad, probabilidad de ocurrencia y evaluación final de las fallas del troquel S

Máquina: Troquel S.								
Sistemas/sub-sistemas/equipos	Modo de falla (causa de falla)	Gravedad de los modos de fallo					Probabilidad de ocurrencia de los fallos	Evaluación final de los fallos
		Para la seguridad	Para el medio ambiente	Para la producción.	Para el mantenimiento	Gravedad final		
Cabezal de aspiración								
602-01-01-01-C	Fallo en la válvula rotativo de aire	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Muy probable	Crítico
602-01-01-02-C	Problemas de ventosas por mal estado	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Muy probable	Crítico
602-01-01-03-S	Danos en sistema de transmisión de movimiento. (cojinetes, engranajes. etc.	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Poco probable	Significativo
602-01-01-04-S	Daños en mangueras de suministro de vacío y aire comprimido (mangueras con fuga, dañadas)	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Poco probable	Significativo
Pila de entrada								
602-01-02-01-T	Daños en cadenas de transmisión	Leve	Leve	Leve	Leve	Leve	Poco probable	Tolerable
602-01-02-02-C	Problemas en guías de cadena. (se rompen o se arruinan)	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Muy probable	Crítico
602-01-02-03-S	Daños en sistema eléctrico de protección (límites de carrera)	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo

Continuación de la tabla XLI.

Mesa de ingreso de material									
602-02-00-01-C	Problemas en las fajas de transmisión (se rompen o están dañadas)	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Muy probable	Crítico	
602-02-00-02-C	Los rodillos no aplican la presión necesaria para guiar los pliegos	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Muy probable	Crítico	
602-02-00-03-S	Problemas en sensores fotoeléctricos de sistema de guiado	Leve	Leve	Leve	Grave	Grave	Poco probable	Significativo	
Mesa de troquel									
602-03-00-01-S	Fallas en las cadenas de transmisión	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo	
602-03-00-02-T	Mal funcionamiento de las levas en el mecanismo de troquelado	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable	
Unidad de limpieza									
602-04-00-01-S	Fallos en los detectores. (final de carrera, sensor fotoeléctrico)	Leve	Leve	Leve	Grave	Grave	Poco probable	Significativo	
602-04-00-02-T	Fallas en levas de transmisión de movimiento	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable	
Pila de salida (pila secundaria)									
602-05-00-01-T	Daños en las cadenas de transmisión.	Leve	Leve	Leve	Leve	Leve	Poco probable	Tolerable	
602-05-00-02-C	Problemas en guías de cadena (se rompen o se arruinan)	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Muy probable	Crítico	
602-05-00-03-S	Fallas en sensores de posicionamiento de pilas	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo	
602-05-00-04-S	Alineador de papel no alineado	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo	

Continuación de la tabla XLI.

Motor eléctrico principal								
602-03-03-01-T	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
602-03-03-02-S	Insuficiente ventilación	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
602-03-03-03-T	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
602-03-03-04-T	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
Motor eléctrico (pila de entrada y salida)								
602-05-04-01-T	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
602-05-04-02-S	Insuficiente Ventilación	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
602-05-04-03-T	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
602-05-04-04-T	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable

Continuación de la tabla XLI.

Motor eléctrico de la bomba de vacío								
602-00-05-01-T	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
602-00-05-02-S	Insuficiente ventilación	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
602-00-05-03-T	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
602-00-05-04-T	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
Bomba de vacío								
602-01-06-01-T	Las paletas de carbón se quiebran o se gastan	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
602-01-06-02-T	Rodamientos fallan y causan daños en bomba	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. Agrupación de fallas según su criticidad final

Máquina: troquel S.			
Código	Sistema/subsistema	Modo de falla (causa de falla)	Evaluación final de los fallos
602-01-01-01-C	Cabezal de aspiración	Fallo en la válvula rotativo de aire	Crítico
602-01-01-02-C	Cabezal de aspiración	Problemas de ventosas por mal estado	Crítico
602-01-02-02-C	Pila de entrada	Problemas en guías de cadena. (se rompen o se arruinan)	Crítico
602-02-00-01-C	Mesa de ingreso de material	Problemas en las fajas de transmisión (se rompen o están dañadas)	Crítico
602-02-00-02-C	Mesa de ingreso de material	Los rodillos no aplican la presión necesaria para guiar los pliegos	Crítico
602-05-00-02-C	Pila de salida (pila secundaria)	Problemas en guías de cadena (se rompen o se arruinan)	Crítico
602-01-01-03-S	Cabezal de aspiración	Danos en sistema de transmisión de movimiento. (cojinetes, engranajes)	Significativo
602-01-01-04-S	Cabezal de aspiración	Daños en mangueras de suministro de vacío y aire comprimido (mangueras con fuga, dañadas)	Significativo
602-01-02-03-S	Pila de entrada	Daños en sistema eléctrico de protección (límites de carrera)	Significativo
602-02-00-03-S	Mesa de ingreso de material	Problemas en sensores fotoeléctricos de sistema de guiado	Significativo
602-03-00-01-S	Mesa de troquel	Fallas en las cadenas de transmisión	Significativo
602-04-00-01-S	Unidad de limpieza	Fallos en los detectores. (final de carrera, sensor fotoeléctrico)	Significativo
602-05-00-03-S	Pila de salida (pila secundaria)	Fallas en sensores de posicionamiento de pilas	Significativo

Continuación de tabla XLII.

602-05-00-04-S	Pila de salida (pila secundaria)	Alineador de papel no alineado	Significativo
602-03-03-02-S	Motor Eléctrico Principal	Insuficiente ventilación	Significativo
602-05-04-02-S	Motor Eléctrico (Pila de entrada y salida)	Insuficiente ventilación	Significativo
602-00-05-01-T	Motor Eléctrico de la bomba de vacío	Insuficiente ventilación	Significativo

602-01-02-01-T	Pila de entrada	Daños en cadenas de transmisión	Tolerable
602-03-00-02-T	Mesa de troquel	Mal funcionamiento de las levas en el mecanismo de troquelado	Tolerable
602-04-00-02-T	Unidad de limpieza	Fallas en levas de transmisión de movimiento	Tolerable
602-05-00-01-T	Pila de salida (pila secundaria)	Daños en las cadenas de transmisión.	Tolerable
602-03-03-01-T	Motor eléctrico principal	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Tolerable
602-03-03-03-T	Motor eléctrico principal	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Tolerable
602-03-03-04-T	Motor eléctrico principal	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Tolerable
602-05-04-01-T	Motor eléctrico (pila de entrada y salida)	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Tolerable
602-05-04-03-T	Motor eléctrico (pila de entrada y salida)	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Tolerable
602-05-04-04-T	Motor eléctrico (pila de entrada y salida)	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Tolerable
602-00-05-01-T	Motor eléctrico de la bomba de vacío	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Tolerable
602-00-05-03-T	Motor eléctrico de la bomba de vacío	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Tolerable
602-00-05-04-T	Motor eléctrico de la bomba de vacío	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Tolerable
602-01-06-01-T	Bomba de vacío	Las paletas de carbón se quiebran o se gastan	Tolerable
602-01-06-02-T	Bomba de vacío	Rodamientos fallan y causan daños en bomba	Tolerable

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. Gravedad, probabilidad de ocurrencia y evaluación final de las fallas de la pegadora

Máquina: pegadora								
Sistemas/sub-sistemas/ equipos	Modo de falla (causa de falla)	Gravedad de los modos de fallo					Probabilidad de ocurrencia de los fallos	Evaluación final de los fallos
		Para la seguridad	Para el medio ambiente	Para la producción.	Para el mantenimiento	Gravedad final		
Sistema de alimentación								
603-01-00-01-S	Rodillos desgastados y no aplican la presión necesaria para el ingreso del material	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Poco probable	Significativo
603-01-00-02-S	Fajas desgastadas que causan que el material no se mueva con facilidad.	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
603-01-00-03-S	Cadenas en mal estado e impiden el movimiento fácil del material	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
Sistema de predoblado								
603-02-00-01-S	Cadenas en mal estado e impiden el movimiento fácil del material	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
603-02-00-02-T	Transmisión principal sin movimiento	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
603-02-00-03-T	Carro inferior y carro superior sin funcionamiento	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
603-02-00-04-S	Fajas desgastadas que causan que el doblé no se efectúe correctamente	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
603-02-00-05-S	Guías no funcionan correctamente	Leve	Leve	Grave	Leve	Grave	Poco probable	Significativo

Continuación de tabla XLIII.

Sistema de doblado									
603-03-00-01-T	El carro portado sin poder generar movimiento al pliego de cartón	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable	
603-03-00-02-S	Cadenas en mal estado e impiden el movimiento fácil del material	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo	
603-03-00-03-T	Tornillo sin fin en mal estado y sin funcionamiento	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable	
603-03-00-04-T	Transmisión sin movimiento	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable	
Sistema de entrega									
603-04-00-01-T	Transmisión Principal sin funcionamiento	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable	
603-04-00-02-S	Cadenas en mal estado y sin movimiento	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo	
603-04-00-03-S	Fajas en mal estado	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo	
Sistema de encolado									
603-05-00-01-C	Falta de goma en el recipiente	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Muy probable	Crítico	
603-05-00-02-S	Mangueras físicamente en mal estado	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo	
603-05-00-03-C	Mal estado de la goma	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Muy probable	Crítico	

Continuación de tabla XLIII.

603-05-00-04-C	Fugas en la salida de la goma	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Muy probable	Crítico
603-05-00-05-C	Válvulas de aplicación en mal estado	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Muy probable	Crítico
603-05-00-06-S	El regulador de presión sin funcionamiento	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
603-05-00-07-S	Válvula de seguridad en mal estado	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
603-05-00-08-C	Criba en el tubo de admisión en mal estado	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Muy probable	Crítico
603-05-00-09-S	Impurezas/restos de goma dentro del sistema	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
603-05-00-10-T	Bajo nivel de aceite en la bomba del sistema	Leve	Leve	Leve	Leve	Leve	Poco probable	Tolerable
603-05-00-11-T	Filtro del sistema en mal estado	Leve	Leve	Leve	Leve	Grave	Altamente improbable	Tolerable
603-05-00-12-T	Tubo de aspiración en mal estado	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
603-05-00-13-T	Sensor de nivel sin funcionamiento	Leve	Leve	Leve	Leve	Leve	Poco probable	Tolerable
Equipo: motor principal/motor auxiliar								
603-00-00-01-T	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
603-00-00-02-S	Ventilación Insuficiente	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Poco probable	Significativo
603-00-00-03-T	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable
603-00-00-04-T	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Leve	Leve	Grave	Grave	Grave	Altamente improbable	Tolerable

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. Agrupación de fallas según su criticidad final

Máquina: pegadora			
Código	sistema/subsistema	Modo de falla (causa de falla)	Evaluación final de los fallos
603-05-00-01-C	Sistema de encolado	Falta de goma en el recipiente	Crítico
603-05-00-03-C	Sistema de encolado	Mal estado de la goma	Crítico
603-05-00-04-C	Sistema de encolado	Fugas en la salida de la goma	Crítico
603-05-00-05-C	Sistema de encolado	Válvulas de aplicación en mal estado	Crítico
603-05-00-08-C	Sistema de encolado	Criba en el tubo de admisión en mal estado	Crítico

603-01-00-01-S	Sistema de alimentación	Rodillos desgastados y no aplican la presión necesaria para el ingreso del material	Significativo
603-01-00-02-S	Sistema de alimentación	Fajas desgastadas que causan que el material no se mueva con facilidad.	Significativo
603-01-00-03-S	Sistema de alimentación	Cadenas en mal estado e impiden el movimiento fácil del material	Significativo
603-02-00-01-S	Sistema de predoblado	Cadenas en mal estado e impiden el movimiento fácil del material	Significativo
603-02-00-04-S	Sistema de predoblado	Fajas desgastadas que causan que el doblado no se efectúe correctamente	Significativo
603-02-00-05-S	Sistema de predoblado	Guías no funcionan correctamente	Significativo
603-03-00-02-S	Sistema de doblado	Cadenas en mal estado e impiden el movimiento fácil del material	Significativo
603-04-00-02-S	Sistema de entrega	Cadenas en mal estado y sin movimiento	Significativo
603-04-00-03-S	Sistema de entrega	Fajas en mal estado	Significativo
603-05-00-02-S	Sistema de encolado	Mangueras físicamente en mal estado	Significativo

Continuación de tabla XLIV.

603-05-00-06-S	Sistema de encolado	El regulador de presión sin funcionamiento	Significativo
603-05-00-07-S	Sistema de encolado	Válvula de seguridad en mal estado	Significativo
603-05-00-09-S	Sistema de encolado	Impurezas/restos de goma dentro del sistema	Significativo
603-00-00-02-S	Equipo: motor principal/motor auxiliar	Ventilación insuficiente	Significativo

603-02-00-02-T	Sistema de predoblado	Transmisión principal sin movimiento	Tolerable
603-02-00-03-T	Sistema de predoblado	Carro inferior y carro superior sin funcionamiento	Tolerable
603-03-00-01-T	Sistema de doblado	El carro portado sin poder generar movimiento al pliego de cartón	Tolerable
603-03-00-03-T	Sistema de doblado	Tornillo sin fin en mal estado y sin funcionamiento	Tolerable
603-03-00-04-T	Sistema de doblado	Transmisión sin movimiento	Tolerable
603-04-00-01-T	Sistema de entrega	Transmisión principal sin funcionamiento	Tolerable
603-05-00-10-T	Sistema de encolado	Bajo nivel de aceite en la bomba del sistema	Tolerable
603-05-00-11-T	Sistema de encolado	Filtro del sistema en mal estado	Tolerable
603-05-00-12-T	Sistema de encolado	Tubo de aspiración en mal estado	Tolerable
603-05-00-13-T	Sistema de encolado	Sensor de nivel sin funcionamiento	Tolerable
603-00-00-01-T	Equipo: motor principal/motor auxiliar	Falta/demasiada grasa en los rodamientos	Tolerable
603-00-00-03-T	Equipo: motor principal/motor auxiliar	Conexiones eléctricas dañadas o sueltas	Tolerable
603-00-00-04-T	Equipo: motor principal/motor auxiliar	Fallas distribuidas en red eléctrica (bajo voltaje, sobre voltaje, pérdida de fases, sobre corriente)	Tolerable

Fuente: elaboración propia.

2.1.9. Determinación de medidas preventivas (selección de tareas)

Una vez determinados y categorizados los modos de fallo, la fase siguiente fue la determinación de las medidas preventivas a adoptar para evitar los diversos fallos o bien minimizar sus efectos. La selección de las tareas se realizó de acuerdo a la criticidad y consecuencias de cada fallo.

Al seleccionar las tareas, se tomó en consideración las siguientes recomendaciones:

- La efectividad de la tarea debe evitar o minimizar los efectos de un fallo.
- El costo/beneficio de realizar la tarea (costo de producción, repuesto, personal y seguridad) debe ser óptimo.
- La tarea debe tener disponibilidad de los recursos humanos y equipos para realizarla.
- La tarea debe ser fácil y ejecutable.

Las tareas de mantenimiento seleccionadas se basaron en las rutinas de mantenimiento propuesto por el fabricante. También se tomó en cuenta las rutinas de mantenimiento establecidas por CEMSA en base a la experiencia del Departamento de mantenimiento.

Para consultar las tareas de mantenimiento ver tablas XLV-LVI.

2.1.10. Determinación de la frecuencia de las tareas de mantenimiento

Una vez determinadas las tareas, fue necesario determinar con qué frecuencia deberían ser realizadas.

Tomando en cuenta que el MCC no determina frecuencias, estas fueron determinadas en base a:

- Datos históricos.
- Opinión de expertos
- Recomendación por el fabricante

Los datos históricos permitieron conocer la frecuencia con la que se produce un fallo. Esto permitió determinar cada cuánto tiempo se produce el fallo si no actuamos sobre el equipo. Con este dato pudimos determinar la frecuencia de ciertas tareas a realizar anticipando la falla antes que esta ocurra.

Tareas de mantenimiento para la convertidora C.A

Tabla XLV. Tareas para cada 3 000 horas de funcionamiento

CENTRAL DE EMPAQUES S. A. CONVERTIDORA C.A. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 3 000 HORAS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
INSTRUCCIONES: Marque en el cuadro con un SÍ , en cada tarea realizada, y escriba su código o nombre. En caso de que no se realicen marque NO , y justifique.		Horómetro: _____
Cod. Falla	TAREAS A REALIZAR	CÓDIGO EMPLEADO
1) DESBOBINADOR		
601-01-00-01-T	1.1) Revisión y limpieza de los cilindros Hidráulicos.	<input type="checkbox"/>
601-01-00-02-S	1.2) Revisión y limpieza de las mangueras del cilindro Hidráulico.	<input type="checkbox"/>
601-01-00-02-S	1.3) Apretar <i>fiting</i> de cada manguera. Verificar que no existan fugas de aceite.	<input type="checkbox"/>
601-01-00-03-I	1.4) Verificación del nivel de Aceite Hidráulico.	<input type="checkbox"/>
601-01-00-04-T	1.5) Lubricación de guías de porta - bobinas.	<input type="checkbox"/>
601-01-00-04-T	1.6) Apretar los tornillos del guía porta-bobinas.	<input type="checkbox"/>
601-01-00-05-T	1.7) Revisión de las pastillas de Frenos.	<input type="checkbox"/>
601-01-00-06-T	1.8) Revisión de sujeta-bobinas.	<input type="checkbox"/>
601-01-00-07-I	1.9) Revisión del panel eléctrico del desbobinador. Apretar bornes y revisar conexiones.	<input type="checkbox"/>
601-01-00-08-S	1.10) Revisión de cables eléctricos de conexión de electro válvulas.	<input type="checkbox"/>
2) CUERPO DE LA MÁQUINA		
601-02-00-01-S	2.1) Revisión de rodillos de presión en la entrada de material.	<input type="checkbox"/>
601-02-00-02-S	2.2) Lubricación de chumaceras de rodillos de entrada de material.	<input type="checkbox"/>
601-02-00-03-S	2.3) Revisión de mangueras neumáticas y cilindros de presión de la cuchilla.	<input type="checkbox"/>
601-02-00-04-S	2.4) Revisión y lubricación de cadenas y <i>sproket</i> de la máquina.	<input type="checkbox"/>
601-02-00-05-I	2.5) Revisión de cables de conexión de sensores de contador de pliegos.	<input type="checkbox"/>
601-02-00-06-T	2.6) Limpieza de panel eléctrico principal.	<input type="checkbox"/>
601-02-00-06-T	2.7) Revisión y apreté de bornes de conexión de panel eléctrico principal.	<input type="checkbox"/>
601-02-00-07-T	2.8) Revisión de fajas elásticas transportadoras de material.	<input type="checkbox"/>
601-02-00-08-S	2.9) Revisión de sistema de seguridad de la máquina. (Guardas, paros de emergencia, sensores, etc.)	<input type="checkbox"/>
601-04-00-01-S	2.10) Revisión de fajas de tracción de motor eléctrico.	<input type="checkbox"/>
601-02-02-01-S	2.11) Revisión de nivel de aceite de cajas reductoras de motor principal.	<input type="checkbox"/>
	2.12) Revisión de ventiladores de motor eléctrico.	<input type="checkbox"/>

Continuación de la tabla XLV.

3) PILA DE SALIDA			
601-03-00-01-S	3.1) Revisión y limpieza de Freno de pila de salida.		
601-03-00-02-S	3.2) Revisión y lubricación de cadenas de pila de salida.		
601-03-00-03-T	3.3) Revisión y lubricación de tornillos sin fin de emparejadores.		
601-03-00-04-T	3.4) Revisión de <i>microswitch</i> fin de carrera.		
601-03-00-05-S	3.5) Revisión de sensor de protección.		
	3.6) Revisión de fajas de motor de emparejadores.		
601-02-02-02-T	3.7) Revisión de nivel de aceite de caja reductora de motor eléctrico de pila de salida.		

RESUMEN DE TAREAS	
Total de tareas	29
Realizadas	0
NO Realizadas	0
% Realizadas	0,0 %
% NO Realizadas	0,0 %

INOCUIDAD			
		SÍ	NO
*	MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE <i>WIPE</i>		
*	REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO		
*	MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS		
*	MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS		
*	EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.		

Codificación de fallas	
###(A) - ##(B) - ##(C) - ##(D) - X	
Máquina (A)	Código
Convertidora C.A.	601
Sistemas (B)	
Desbobinador	1
Sistema de Corte	2
Pila de Salida	3
Motor Principal	4
Subsistemas (C)	
Sin subsistema	0
Motor de Cuchilla y Fajas Transportadoras	1
Motor Pila de Salida y Emparejadores	2
Cajas Reductoras	3
# de Modo de Falla (D)	
Número Correlativo	
Criticidad de falla (X)	
Crítico	C
Significativo	S
Tolerable	T
Insignificante	I

_____ NOMBRE Y FIRMA DE OPERADOR.	_____ NOMBRE Y FIRMA DE TÉCNICO MANTO.
_____ NOMBRE Y FIRMA DE SUP. PRODUCCIÓN	_____ NOMBRE Y FIRMA DE SUP. MANTENIMIENTO.
HORA/FECHA DE INICIO: _____	HORA/FECHA DE FINALIZACIÓN: _____

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. Tareas para cada 6 000 horas de funcionamiento

CENTRAL DE EMPAQUES S. A. CONVERTIDORA C.A. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 6 000 HORAS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																
INSTRUCCIONES: Marque en el cuadro con un SÍ , en cada tarea realizada, y escriba su código o nombre. En caso de que no se realicen marque NO , y justifique.		Horómetro: _____														
Cod. Falla	TAREAS A REALIZAR	CÓDIGO EMPLEADO														
1) DESBOBINADOR																
601-01-00-02-S	1.1) Cambio de mangueras de sistema hidráulico del des bobinador.	<input type="checkbox"/>														
601-01-00-03-I	1.2) Cambio de Aceite Hidráulico de bomba de sistema hidráulico.	<input type="checkbox"/>														
601-01-00-05-T	1.3) Revisión y/o cambio de pastillas de Frenos.	<input type="checkbox"/>														
2) CUERPO DE LA MÁQUINA																
601-02-03-01-S	2.1) Revisar el estado del aceite de las cajas reductoras y sustituirlo si fuese necesario.	<input type="checkbox"/>														
	2.2) Mantenimiento a motor eléctrico de cuchilla.	<input type="checkbox"/>														
601-02-01-(01-04)-S	2.3) Mantenimiento a motor eléctrico de fajas transportadoras	<input type="checkbox"/>														
	2.4) Revisión de fajas de motores eléctricos de cuchilla y fajas trasportadoras.	<input type="checkbox"/>														
3) PILA DE SALIDA																
601-03-02-(01-04)-S	3.1) Mantenimiento a motores eléctricos de emparejadores.	<input type="checkbox"/>														
	3.2) Mantenimiento a motor eléctrico de pila de salida.	<input type="checkbox"/>														
601-02-03-(01-03)-S	3.3) Revisar el estado del aceite a caja reductora de motor eléctrico de pila de salida.	<input type="checkbox"/>														
	3.4) Revisar el estado del aceite a cajas reductoras de motor eléctrico de emparejadores.	<input type="checkbox"/>														
601-03-00-02-S	3.5) Revisión y/o cambio de cadenas de pila de salida.	<input type="checkbox"/>														
Codificación de fallas																
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> ###(A) - ##(B) - ##(C) - ##(D) - X </div>																
RESUMEN DE TAREAS																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Total de tareas</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td>Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>% Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> <tr> <td>% NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> </table>			Total de tareas	12	Realizadas	0	NO Realizadas	0	% Realizadas	0,0 %	% NO Realizadas	0,0 %				
Total de tareas	12															
Realizadas	0															
NO Realizadas	0															
% Realizadas	0,0 %															
% NO Realizadas	0,0 %															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Máquina (A)</th> <th style="text-align: center;">Código</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Convertidora C.A.</td> <td style="text-align: center;">601</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Sistemas (B)</th> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Desbobinador</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sistema de Corte</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pila de Salida</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Motor Principal</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </tbody> </table>			Máquina (A)	Código	Convertidora C.A.	601	Sistemas (B)		Desbobinador	1	Sistema de Corte	2	Pila de Salida	3	Motor Principal	4
Máquina (A)	Código															
Convertidora C.A.	601															
Sistemas (B)																
Desbobinador	1															
Sistema de Corte	2															
Pila de Salida	3															
Motor Principal	4															

Continuación de tabla XLVI.

INOCUIDAD		SÍ	NO	Sub-sistemas (C)	
*	MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIFE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sin subsistema	0
*	REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Motor de Cuchilla y Fajas Transportadoras	1
*	MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Motor Pila de Salida y Emparejadores	2
*	MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cajas Reductororas	3
*	EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	# de Modo de Falla (D)	
				Número Correlativo	
				Criticidad de falla (X)	
				Crítico	C
				Significativo	S
				Tolerable	T
				Insignificante	I
OBSERVACIONES:					

_____			_____		
NOMBRE Y FIRMA DE OPERADOR.			NOMBRE Y FIRMA DE TÉCNICO MANTO.		
_____			_____		
NOMBRE Y FIRMA DE SUP. PRODUCCIÓN			NOMBRE Y FIRMA DE SUP. MANTENIMIENTO.		
HORA/FECHA DE INICIO: _____			HORA/FECHA DE FINALIZACIÓN: _____		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. Tareas para cada 9 000 horas de funcionamiento

CENTRAL DE EMPAQUES S. A. CONVERTIDORA C.A. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 9 000 HORAS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																								
INSTRUCCIONES: Marque en el cuadro con un SÍ , en cada tarea realizada, y escriba su código o nombre. En caso de que no se realicen marque NO , y justifique.		Horómetro: _____																																						
Cod. Falla	TAREAS A REALIZAR	CÓDIGO EMPLEADO																																						
1) CUERPO DE LA MÁQUINA																																								
601-02-03-01-S	1.1) Cambio de aceite de cajas reductoras de motores eléctricos.	<input type="checkbox"/>																																						
601-02-01-(01-04)-S	1.2) Mantenimiento a motor eléctrico de cuchilla.	<input type="checkbox"/>																																						
	1.3) Mantenimiento a motor eléctrico de fajas transportadoras.	<input type="checkbox"/>																																						
RESUMEN DE TAREAS		Codificación de fallas																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Total de tareas</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>% Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> <tr> <td>% NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> </table>		Total de tareas	3	Realizadas	0	NO Realizadas	0	% Realizadas	0,0 %	% NO Realizadas	0,0 %	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> ###(A) - ##(B) - ##(C) - ##(D) - X </div>																												
Total de tareas	3																																							
Realizadas	0																																							
NO Realizadas	0																																							
% Realizadas	0,0 %																																							
% NO Realizadas	0,0 %																																							
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Máquina (A)</th> <th style="text-align: left;">Código</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Convertidora C.A.</td> <td>601</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Sistemas (B)</td> </tr> <tr> <td>Desbobinador</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Corte</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Pila de Salida</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Motor Principal</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Subsistemas (C)</td> </tr> <tr> <td>Sin subsistema</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Motor de Cuchilla y Fajas Transportadoras</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Motor Pila de Salida y Emparejadores</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Cajas Reductoras</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td colspan="2"># de Modo de Falla (D)</td> </tr> <tr> <td>Número Correlativo</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Criticidad de falla (X)</td> </tr> <tr> <td>Crítico</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Significativo</td> <td>S</td> </tr> <tr> <td>Tolerable</td> <td>T</td> </tr> <tr> <td>Insignificante</td> <td>I</td> </tr> </tbody> </table>	Máquina (A)	Código	Convertidora C.A.	601	Sistemas (B)		Desbobinador	1	Sistema de Corte	2	Pila de Salida	3	Motor Principal	4	Subsistemas (C)		Sin subsistema	0	Motor de Cuchilla y Fajas Transportadoras	1	Motor Pila de Salida y Emparejadores	2	Cajas Reductoras	3	# de Modo de Falla (D)		Número Correlativo		Criticidad de falla (X)		Crítico	C	Significativo	S	Tolerable	T	Insignificante	I
Máquina (A)	Código																																							
Convertidora C.A.	601																																							
Sistemas (B)																																								
Desbobinador	1																																							
Sistema de Corte	2																																							
Pila de Salida	3																																							
Motor Principal	4																																							
Subsistemas (C)																																								
Sin subsistema	0																																							
Motor de Cuchilla y Fajas Transportadoras	1																																							
Motor Pila de Salida y Emparejadores	2																																							
Cajas Reductoras	3																																							
# de Modo de Falla (D)																																								
Número Correlativo																																								
Criticidad de falla (X)																																								
Crítico	C																																							
Significativo	S																																							
Tolerable	T																																							
Insignificante	I																																							
INOCUIDAD																																								
*	MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE	<table border="1" style="width: 50px; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 25px; text-align: center;">SÍ</td> <td style="width: 25px; text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	SÍ	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
SÍ	NO																																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																							
*	REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<table border="1" style="width: 50px; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 25px; text-align: center;">SÍ</td> <td style="width: 25px; text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	SÍ	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
SÍ	NO																																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																							
*	MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS	<table border="1" style="width: 50px; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 25px; text-align: center;">SÍ</td> <td style="width: 25px; text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	SÍ	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
SÍ	NO																																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																							
*	MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<table border="1" style="width: 50px; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 25px; text-align: center;">SÍ</td> <td style="width: 25px; text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	SÍ	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
SÍ	NO																																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																							
*	EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<table border="1" style="width: 50px; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 25px; text-align: center;">SÍ</td> <td style="width: 25px; text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	SÍ	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
SÍ	NO																																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																							

Continuación de tabla XLVII.

OBSERVACIONES:	

_____	_____
NOMBRE Y FIRMA DE OPERADOR.	NOMBRE Y FIRMA DE TÉCNICO MANTO.
_____	_____
NOMBRE Y FIRMA DE SUP. PRODUCCIÓN	NOMBRE Y FIRMA DE SUP. MANTENIMIENTO.
HORA/FECHA DE INICIO: _____	HORA/FECHA DE FINALIZACIÓN: _____

Fuente: elaboración propia.

Tareas de mantenimiento para el troquel S

Tabla XLVIII. Tareas para cada 500 horas de funcionamiento

CENTRAL DE EMPAQUES S. A.																				
TROQUEL S.																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 500 HORAS																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																				
INSTRUCCIONES: Marque en el cuadro con un SÍ , en cada tarea realizada, y escriba su código o nombre. En caso de que no se realicen marque NO , y justifique.		Horómetro: _____																		
Cod. Falla	TAREAS A REALIZAR	CÓDIGO EMPLEADO																		
1.) DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD																				
	1.1) Verificar el funcionamiento de los dispositivos de seguridad/paros de emergencia.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>																		
2.) UNIDAD DE ALIMENTACIÓN.																				
602-01-01-01-C	2.1) Revisar el estado y lubricar la válvula rotativa de aire.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>																		
602-01-01-02-C	2.2) Revisar el estado de las ventosas y sustituirlas si fuese necesario.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>																		
602-01-02-02-C	2.3) Revisar el estado de las guías de cadena y lubricarlas.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>																		
3.) MESA DE INGRESO DE MATERIAL																				
602-02-00-01-C	3.1) Revisar el desgaste y la tensión de la faja de la banda alimentadora.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>																		
602-02-00-02-C	3.2) Revisar el estado de los rodillos y calibrarlos si fuese necesario.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>																		
4.) PILA DE SALIDA																				
602-05-00-02-C	4.1) Revisar el estado de las guías de cadena y lubricarlas.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>																		
Codificación de fallas																				
###(A) - ##(B) - ##(C) - ##(D) - X																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">Máquina (A)</th> <th style="width: 20%;">Código</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Troquel S.</td> <td style="text-align: center;">602</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Sistemas (B)</td> </tr> <tr> <td>Sin sistema</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Unidad de Alimentación</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Mesa de ingreso de material</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Mesa de Troquel</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Unidad de limpieza</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Pila de Salida (pila secundaria)</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> </tbody> </table>			Máquina (A)	Código	Troquel S.	602	Sistemas (B)		Sin sistema	0	Unidad de Alimentación	1	Mesa de ingreso de material	2	Mesa de Troquel	3	Unidad de limpieza	4	Pila de Salida (pila secundaria)	5
Máquina (A)	Código																			
Troquel S.	602																			
Sistemas (B)																				
Sin sistema	0																			
Unidad de Alimentación	1																			
Mesa de ingreso de material	2																			
Mesa de Troquel	3																			
Unidad de limpieza	4																			
Pila de Salida (pila secundaria)	5																			
RESUMEN DE TAREAS																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 60%;">Total de tareas</td> <td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td>Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> <tr> <td>% NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> </tbody> </table>			Total de tareas	7	Realizadas	0	NO Realizadas	0	 		% Realizadas	0,0 %	% NO Realizadas	0,0 %						
Total de tareas	7																			
Realizadas	0																			
NO Realizadas	0																			
% Realizadas	0,0 %																			
% NO Realizadas	0,0 %																			

Continuación de tabla XLVIII.

INOCUIDAD	Sí NO		Sub-sistemas (C)	
	* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIFE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sin sub-sistema
* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cabezal de Aspiración	1
* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pila de Entrada	2
* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Motor Eléctrico (motor principal)	3
* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Motor Eléctrico	4
			Motor Eléctrico (bomba de Vacío)	5
			Bomba de Vacío	6
			# de Modo de Falla (D)	
			Numero Correlativo	
			Criticidad de falla (E)	
			Crítico	C
			Significativo	S
			Tolerable	T
			Insignificante	I
OBSERVACIONES:				

_____		_____		
NOMBRE Y FIRMA DE OPERADOR.		NOMBRE Y FIRMA DE TÉCNICO MANTO.		
_____		_____		
NOMBRE Y FIRMA DE SUP. PRODUCCIÓN		NOMBRE Y FIRMA DE SUP. MANTENIMIENTO.		
_____		_____		
HORA/FECHA DE INICIO: _____		HORA/FECHA DE FINALIZACIÓN: _____		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. Tareas para cada 3 000 horas de funcionamiento

CENTRAL DE EMPAQUES S. A. TROQUEL S. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 3 000 HORAS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
INSTRUCCIONES: Marque en el cuadro con un SÍ , en cada tarea realizada, y escriba su código o nombre. En caso de que no se realicen marque NO , y justifique.		Horómetro: _____
Cod. Falla	TAREAS A REALIZAR	CÓDIGO EMPLEADO
1.) UNIDAD DE ALIMENTACIÓN. (manual 11-1) (referirse a unidad 6: unidad de alimentación)		
	1.1) Revisar que no haiga sonidos ni vibraciones anormales.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
602-01-01-04-S	1.2) Revisar el estado de todas las mangueras de suministro de vacío y aire comprimido.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
602-01-02-01-T	1.3) Revisar el estado y la tensión de la cadena.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
602-01-02-01-T	1.4) Lubricar la cadena y engranajes.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
602-01-02-03-S	1.5) Revisar el estado de los detectores (límite de carrera, lámpara, indicadores de presión/manómetros)	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	1.6) Revisar que todos los tornillos y tuercas estén apretados.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	1.7) Revisar el estado de los interruptores, lámparas y alarmas en cada panel de operación.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
2.) MESA DE INGRESO DE MATERIAL		
602-02-00-03-S	2.1) Revisar el estado de los sensores fotoeléctricos de sistema de guiado.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	2.2) Revisar que el lugar este limpio (sin polvo de papel, ni aceite, etc.)	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	2.3) Revisar que todos los tornillos y tuercas estén apretados.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
3.) UNIDAD DE TROQUELADO (manual 11-1) (referirse a unidad 8: unidad de troquelado)		
	3.1) Revisar que no haiga sonidos ni vibraciones anormales.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
602-03-00-01-S	3.2) Revisar el estado y la tensión de la cadena.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
602-03-00-01-S	3.3) Lubricar la cadena, levas, pinzas de cadenas y en el interior de la máquina	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
602-03-00-02-T	3.4) Revisar el estado de las levas del mecanismo de troquelado.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	3.5) Revisar que todos los tornillos y tuercas estén apretados.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	3.6) Revisar que el lugar este limpio, especialmente el bloque superior y bloque móvil.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	3.7) Revisar que no entre aceite, grasa, etc. en el <i>clutch</i> y freno.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	3.8) Revisar el estado de los interruptores, lámparas y alarmas en cada punto de operación.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	3.9) Revisar las condiciones de operación de los detectores. (final de carrera)	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>

Continuación de tabla XLIX.

4.) UNIDAD DE LIMPIEZA (manual 11-1)																					
(referirse a unidad 9: unidad de limpieza)																					
	4.1) Revisar que no halla sonidos ni vibraciones anormales.																				
	4.2) Revisar el estado de los interruptores, lámparas y alarmas en cada panel de operación.																				
602-04-00-01-S	4.3) Revisar el estado de los detectores. (final de carrera, sensor fotoeléctrico)																				
602-04-00-02-T	4.4) Lubricar los rodamientos, leva y seguidor de leva.																				
	4.5) Revisar que el lugar este limpio.																				
	4.6) Revisar que todos los tornillos y tuercas estén apretados (montaje de los pasadores superiores e inferiores, y la barra de acoplamiento)																				
5.) UNIDAD DE SALIDA (manual 11-2)																					
(referirse a unidad 10: unidad de salida)																					
	5.1) Revisar que no halla sonidos ni vibraciones anormales.																				
602-05-00-01-T	5.2) Revisar el estado y la tensión de la cadena.																				
602-05-00-01-T	5.3) Lubricar la cadena y engranajes.																				
602-05-00-03-S	5.4) Revisar el estado e indicación de los detectores (límite de carrera, sensor fotoeléctrico, etc.)																				
602-05-00-04-S	5.5) Revisar el estado del alineador de papel. (parte frontal, trasera, y lateral.)																				
	5.6) Revisar que el lugar este limpio (sin polvo de papel, ni aceite, etc.)																				
	5.7) Revisar que todos los tornillos y tuercas estén apretados.																				
	5.8) Revisar el estado de los interruptores, lámparas y alarmas en cada sección de operación.																				
RESUMEN DE TAREAS		Codificación de fallas																			
<table border="1"> <tr> <td>Total de tareas</td> <td style="text-align: center;">33</td> </tr> <tr> <td>Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> <tr> <td>% NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> </table>		Total de tareas	33	Realizadas	0	NO Realizadas	0	 		% Realizadas	0,0 %	% NO Realizadas	0,0 %	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> ###(A) - ##(B) - ##(C) - ##(D) - X </div>							
Total de tareas	33																				
Realizadas	0																				
NO Realizadas	0																				
% Realizadas	0,0 %																				
% NO Realizadas	0,0 %																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Máquina (A)</th> <th style="text-align: left;">Código</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Troquel S.</td> <td>602</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Sistemas (B)</td> </tr> <tr> <td>Sin sistema</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Unidad de Alimentación</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Mesa de ingreso de material</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Mesa de Troquel</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Unidad de limpieza</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Pila de Salida (pila secundaria)</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		Máquina (A)	Código	Troquel S.	602	Sistemas (B)		Sin sistema	0	Unidad de Alimentación	1	Mesa de ingreso de material	2	Mesa de Troquel	3	Unidad de limpieza	4	Pila de Salida (pila secundaria)	5
Máquina (A)	Código																				
Troquel S.	602																				
Sistemas (B)																					
Sin sistema	0																				
Unidad de Alimentación	1																				
Mesa de ingreso de material	2																				
Mesa de Troquel	3																				
Unidad de limpieza	4																				
Pila de Salida (pila secundaria)	5																				

Continuación de tabla XLIX.

INOCUIDAD	Si NO		Sub-sistemas (C)	
	* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sin subsistema
* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cabezal de Aspiración	1
* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pila de Entrada	2
* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Motor Eléctrico (motor principal)	3
* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Motor Eléctrico	4
			Motor Eléctrico (bomba de Vacío)	5
			Bomba de Vacío	6
			# de Modo de Falla (D)	
			Numero Correlativo	
			Criticidad de falla (E)	
			Crítico	C
			Significativo	S
			Tolerable	T
			Insignificante	I
OBSERVACIONES:				

_____		_____		
NOMBRE Y FIRMA DE OPERADOR.		NOMBRE Y FIRMA DE TÉCNICO MANTO.		
_____		_____		
NOMBRE Y FIRMA DE SUP. PRODUCCIÓN		NOMBRE Y FIRMA DE SUP. MANTENIMIENTO.		
HORA/FECHA DE INICIO: _____		HORA/FECHA DE FINALIZACIÓN: _____		

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. Tareas para cada 6 000 horas de funcionamiento

CENTRAL DE EMPAQUES S. A. TROQUEL S. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 6 000 HORAS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																				
INSTRUCCIONES: Marque en el cuadro con un SÍ , en cada tarea realizada, y escriba su código o nombre. En caso de que no se realicen marque NO , y justifique.		Horómetro: _____																																		
Cod. Falla	TAREAS A REALIZAR	CÓDIGO EMPLEADO																																		
1.) UNIDAD DE ALIMENTACIÓN. (manual 11-1)																																				
602-03-03-(01-04)-T	1.) Mantenimiento a Motor Principal.	<input type="checkbox"/>																																		
	2.) Mantenimiento a motor de pila de entrada.	<input type="checkbox"/>																																		
602-05-04-(01-04)-T	3.) Mantenimiento a motor de pila de salida.	<input type="checkbox"/>																																		
602-00-05-(01-04)-T	4.) Mantenimiento a motor de Bomba de Vacío.	<input type="checkbox"/>																																		
602-01-06-(01-02)-T	5.) Mantenimiento general a bomba de vacío.	<input type="checkbox"/>																																		
	6.) Lubricación General.	<input type="checkbox"/>																																		
Codificación de fallas <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> ###(A) - ##(B) - ##(C) - ##(D) - X </div>																																				
RESUMEN DE TAREAS																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Total de tareas</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> <tr> <td>% NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> </table>			Total de tareas	6	Realizadas	0	NO Realizadas	0	 		% Realizadas	0,0 %	% NO Realizadas	0,0 %																						
Total de tareas	6																																			
Realizadas	0																																			
NO Realizadas	0																																			
% Realizadas	0,0 %																																			
% NO Realizadas	0,0 %																																			
INOCUIDAD																																				
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%; text-align: center;">SÍ NO</td> </tr> <tr> <td>* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		SÍ NO	* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																						
	SÍ NO																																			
* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																																			
* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																																			
* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																																			
* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																																			
* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">Máquina (A)</th> <th style="width: 20%;">Código</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Troquel S.</td> <td style="text-align: center;">602</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Sistemas (B)</td> </tr> <tr> <td>Sin sistema</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Unidad de Alimentación</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Mesa de ingreso de material</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Mesa de Troquel</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Unidad de limpieza</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Pila de Salida (pila secundaria)</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Sub-sistemas (C)</td> </tr> <tr> <td>Sin sub-sistema</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Cabezal de Aspiración</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Pila de Entrada</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Motor Eléctrico (motor principal)</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Motor Eléctrico</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Motor Eléctrico (bomba de Vacío)</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Bomba de Vacío</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> </tbody> </table>			Máquina (A)	Código	Troquel S.	602	Sistemas (B)		Sin sistema	0	Unidad de Alimentación	1	Mesa de ingreso de material	2	Mesa de Troquel	3	Unidad de limpieza	4	Pila de Salida (pila secundaria)	5	Sub-sistemas (C)		Sin sub-sistema	0	Cabezal de Aspiración	1	Pila de Entrada	2	Motor Eléctrico (motor principal)	3	Motor Eléctrico	4	Motor Eléctrico (bomba de Vacío)	5	Bomba de Vacío	6
Máquina (A)	Código																																			
Troquel S.	602																																			
Sistemas (B)																																				
Sin sistema	0																																			
Unidad de Alimentación	1																																			
Mesa de ingreso de material	2																																			
Mesa de Troquel	3																																			
Unidad de limpieza	4																																			
Pila de Salida (pila secundaria)	5																																			
Sub-sistemas (C)																																				
Sin sub-sistema	0																																			
Cabezal de Aspiración	1																																			
Pila de Entrada	2																																			
Motor Eléctrico (motor principal)	3																																			
Motor Eléctrico	4																																			
Motor Eléctrico (bomba de Vacío)	5																																			
Bomba de Vacío	6																																			

Continuación de tabla L.

OBSERVACIONES:	# de Modo de Falla (D)	
	Numero Correlativo	
	Criticidad de falla (E)	
	Crítico	C
	Significativo	S
	Tolerable	T
	Insignificante	I
<hr/> <hr/> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 200px; margin: 0 auto;"/> <p>NOMBRE Y FIRMA DE OPERADOR.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 200px; margin: 0 auto;"/> <p>NOMBRE Y FIRMA DE TÉCNICO MANTO.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 200px; margin: 0 auto;"/> <p>NOMBRE Y FIRMA DE SUP. PRODUCCIÓN</p> </div> <div style="text-align: center;"> <hr style="width: 200px; margin: 0 auto;"/> <p>NOMBRE Y FIRMA DE SUP. MANTENIMIENTO.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>HORA/FECHA DE INICIO: _____</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>HORA/FECHA DE FINALIZACIÓN: _____</p> </div> </div>		

Fuente: elaboración propia.

Tareas de mantenimiento para la pegadora

Tabla LI. Tareas para cada inicio de turno

CENTRAL DE EMPAQUES S. A.																				
PEGADORA																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: INICIO DE TURNO																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																				
INSTRUCCIONES: Marque en el cuadro con un SÍ , en cada tarea realizada, y escriba su código o nombre. En caso de que no se realicen marque NO , y justifique.		Horómetro: _____																		
Cod. Falla	TAREAS A REALIZAR	CÓDIGO EMPLEADO																		
1.) Sistema de Encolado																				
Revisiones Generales (manual sistema de encolado pág. 61)																				
603-05-00-01-C	1.1) Revisar el nivel de goma y rellenar si fuese necesario. (ver imagen pág. 62-63)	<input type="checkbox"/>																		
603-05-00-02-S	1.2) Revisar el estado de los cables eléctricos, mangueras de aire, y las mangueras del gomero.	<input type="checkbox"/>																		
603-05-00-03-C	1.3) Revisar el estado de la goma y cambiarla si fuese necesario (manual sistema de encolado pág. 16)	<input type="checkbox"/>																		
603-05-00-04-C	1.4) Revisar por fugas en la salida de la goma.	<input type="checkbox"/>																		
603-05-00-05-C	1.5) Revisar el estado y buen funcionamiento de la válvula de aplicación. (manual sistema de encolado pág. 145)	<input type="checkbox"/>																		
603-05-00-06-S	1.6) Revisar el estado del regulador de presión de la bomba de alimentación. (manual sistema de encolado pág. 89)	<input type="checkbox"/>																		
603-05-00-07-S	1.7) Revisar el estado y buen funcionamiento de la válvula de seguridad	<input type="checkbox"/>																		
2.) Limpieza General																				
603-05-00-08-C	2.1) Limpiar la criba en el tubo de admisión, (imagen en pág. 67)	<input type="checkbox"/>																		
Codificación de fallas																				
###(A) - ##(B) - ##(C) - ##(D) - X																				
RESUMEN DE TAREAS																				
Total de tareas	8																			
Realizadas	<input type="text" value="0"/>																			
NO Realizadas	<input type="text" value="0"/>																			
% Realizadas	<input type="text" value="0,0 %"/>																			
% NO Realizadas	<input type="text" value="0,0 %"/>																			
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">Máquina (A)</th> <th style="width: 20%;">Código</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pegadora</td> <td style="text-align: center;">603</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Sistemas (B)</td> </tr> <tr> <td>Sin sistema</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Alimentación</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Predoblado</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Doblado</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Entrega</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Encolado</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> </tbody> </table>	Máquina (A)	Código	Pegadora	603	Sistemas (B)		Sin sistema	0	Sistema de Alimentación	1	Sistema de Predoblado	2	Sistema de Doblado	3	Sistema de Entrega	4	Sistema de Encolado	5
Máquina (A)	Código																			
Pegadora	603																			
Sistemas (B)																				
Sin sistema	0																			
Sistema de Alimentación	1																			
Sistema de Predoblado	2																			
Sistema de Doblado	3																			
Sistema de Entrega	4																			
Sistema de Encolado	5																			

Continuación de tabla LI.

INOCUIDAD	Sí NO		Sub-sistemas (C)	
	* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE <i>WIPE</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sin subsistema
* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Motor Principal / Ventilación Auxiliar	1
* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUeltas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	# de Modo de Falla (D)	
* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Número Correlativo	
* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Criticidad de falla (X)	
			Crítico	C
			Significativo	S
			Tolerable	T
			Insignificante	I
OBSERVACIONES:				

_____		_____		
NOMBRE Y FIRMA DE OPERADOR.		NOMBRE Y FIRMA DE TÉCNICO MANTO.		
_____		_____		
NOMBRE Y FIRMA DE SUP. PRODUCCIÓN		NOMBRE Y FIRMA DE SUP. MANTENIMIENTO.		
_____		_____		
HORA/FECHA DE INICIO: _____		HORA/FECHA DE FINALIZACIÓN: _____		

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. Tareas para cada final de turno

CENTRAL DE EMPAQUES S. A.																																								
PEGADORA																																								
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: FINAL DE TURNO																																								
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																								
INSTRUCCIONES: Marque en el cuadro con un SÍ , en cada tarea realizada, y escriba su código o nombre. En caso de que no se realicen marque NO , y justifique.		Horómetro: _____																																						
Cod. Falla	TAREAS A REALIZAR (manual digital)	CÓDIGO EMPLEADO																																						
1.) Sistema de Encolado																																								
Revisiones Generales (manual sistema de encolado pág. 61)																																								
603-05-00-02-S	1.1) Revisar el estado de los cables eléctricos, mangueras de aire, y las mangueras del gomero.	<input type="checkbox"/>																																						
603-05-00-04-C	1.2) Revisar por fugas en la salida de la goma.	<input type="checkbox"/>																																						
RESUMEN DE TAREAS		Codificación de fallas																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Total de tareas</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Realizadas</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="0"/></td> </tr> <tr> <td>NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="0"/></td> </tr> <tr> <td>% Realizadas</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="0,0 %"/></td> </tr> <tr> <td>% NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="0,0 %"/></td> </tr> </table>		Total de tareas	2	Realizadas	<input type="text" value="0"/>	NO Realizadas	<input type="text" value="0"/>	% Realizadas	<input type="text" value="0,0 %"/>	% NO Realizadas	<input type="text" value="0,0 %"/>	<div style="border: 2px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;"> ###(A) - ##(B) - ##(C) - ##(D) - X </div>																												
Total de tareas	2																																							
Realizadas	<input type="text" value="0"/>																																							
NO Realizadas	<input type="text" value="0"/>																																							
% Realizadas	<input type="text" value="0,0 %"/>																																							
% NO Realizadas	<input type="text" value="0,0 %"/>																																							
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Máquina (A)</th> <th style="text-align: center;">Código</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Pegadora</td> <td style="text-align: center;">603</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Sistemas (B)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sin sistema</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sistema de Alimentación</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sistema de Predoblado</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sistema de Doblado</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sistema de Entrega</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sistema de Encolado</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Subsistemas (C)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sin subsistema</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Motor Principal / Ventilación Auxiliar</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"># de Modo de Falla (D)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Número Correlativo</td> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Criticidad de falla (X)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Crítico</td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Significativo</td> <td style="text-align: center;">S</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tolerable</td> <td style="text-align: center;">T</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Insignificante</td> <td style="text-align: center;">I</td> </tr> </tbody> </table>	Máquina (A)	Código	Pegadora	603	Sistemas (B)		Sin sistema	0	Sistema de Alimentación	1	Sistema de Predoblado	2	Sistema de Doblado	3	Sistema de Entrega	4	Sistema de Encolado	5	Subsistemas (C)		Sin subsistema	0	Motor Principal / Ventilación Auxiliar	1	# de Modo de Falla (D)		Número Correlativo	<input type="text"/>	Criticidad de falla (X)		Crítico	C	Significativo	S	Tolerable	T	Insignificante	I
Máquina (A)	Código																																							
Pegadora	603																																							
Sistemas (B)																																								
Sin sistema	0																																							
Sistema de Alimentación	1																																							
Sistema de Predoblado	2																																							
Sistema de Doblado	3																																							
Sistema de Entrega	4																																							
Sistema de Encolado	5																																							
Subsistemas (C)																																								
Sin subsistema	0																																							
Motor Principal / Ventilación Auxiliar	1																																							
# de Modo de Falla (D)																																								
Número Correlativo	<input type="text"/>																																							
Criticidad de falla (X)																																								
Crítico	C																																							
Significativo	S																																							
Tolerable	T																																							
Insignificante	I																																							
INOCUIDAD																																								
*	MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIFE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; text-align: center;">SÍ</td> <td style="width: 50px; text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	SÍ	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
SÍ	NO																																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																							
*	REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; text-align: center;">SÍ</td> <td style="width: 50px; text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	SÍ	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
SÍ	NO																																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																							
*	MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; text-align: center;">SÍ</td> <td style="width: 50px; text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	SÍ	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
SÍ	NO																																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																							
*	MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; text-align: center;">SÍ</td> <td style="width: 50px; text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	SÍ	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
SÍ	NO																																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																							
*	EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; text-align: center;">SÍ</td> <td style="width: 50px; text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	SÍ	NO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																		
SÍ	NO																																							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																							

Continuación de tabla LII.

OBSERVACIONES:	
_____ NOMBRE Y FIRMA DE OPERADOR.	_____ NOMBRE Y FIRMA DE TÉCNICO MANTO.
_____ NOMBRE Y FIRMA DE SUP. PRODUCCIÓN	_____ NOMBRE Y FIRMA DE SUP. MANTENIMIENTO.
HORA/FECHA DE INICIO: _____	HORA/FECHA DE FINALIZACIÓN: _____

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. Tareas para cada 250 horas de funcionamiento

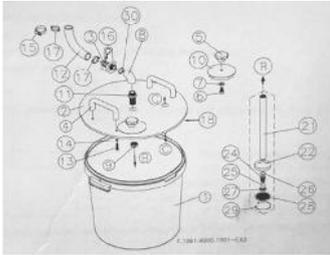
CENTRAL DE EMPAQUES S. A. PEGADORA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 250 HORAS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
INSTRUCCIONES: Marque en el cuadro con un SÍ , en cada tarea realizada, y escriba su código o nombre. En caso de que no se realicen marque NO , y justifique.		
		Horómetro: _____
Cod. Falla	TAREAS A REALIZAR (manual digital)	CÓDIGO EMPLEADO
1.) Sistema de Encolado		
Revisiones Generales		
603-05-00-04-C	1.1) Revisar por fugas en la salida de la goma.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
2.) Limpieza General		
603-05-00-09-S	2.1) Lavar el sistema con agua (manual sistema de encolado pág. 56-57) * llenar el dispositivo con agua y eliminar el aire.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
603-05-00-05-C	2.2) Limpieza básica a la válvula de aplicación. (manual sistema de encolado pág. 145-147)	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	2.3) Limpiar el cabezal, para la cola fundida, de las contaminaciones y restos de goma.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>

Continuación de tabla LIII.

RESUMEN DE TAREAS		Codificación de fallas																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Total de tareas</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>% Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> <tr> <td>% NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> </table>	Total de tareas	4	Realizadas	0	NO Realizadas	0			% Realizadas	0,0 %	% NO Realizadas	0,0 %	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;"> ###(A) - ##(B) - ##(C) - ##(D) - X </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 80%;">Máquina (A)</th> <th style="width: 20%;">Código</th> </tr> <tr> <td>Pegadora</td> <td style="text-align: center;">603</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">Sistemas (B)</th> </tr> <tr> <td>Sin sistema</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Alimentación</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Predoblado</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Doblado</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Entrega</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Encolado</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">Subsistemas (C)</th> </tr> <tr> <td>Sin subsistema</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Motor Principal / Ventilación Auxiliar</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;"># de Modo de Falla (D)</th> </tr> <tr> <td>Número Correlativo</td> <td> </td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">Críticidad de falla (X)</th> </tr> <tr> <td>Crítico</td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> <tr> <td>Significativo</td> <td style="text-align: center;">S</td> </tr> <tr> <td>Tolerable</td> <td style="text-align: center;">T</td> </tr> <tr> <td>Insignificante</td> <td style="text-align: center;">I</td> </tr> </table>			Máquina (A)	Código	Pegadora	603	Sistemas (B)		Sin sistema	0	Sistema de Alimentación	1	Sistema de Predoblado	2	Sistema de Doblado	3	Sistema de Entrega	4	Sistema de Encolado	5	Subsistemas (C)		Sin subsistema	0	Motor Principal / Ventilación Auxiliar	1	# de Modo de Falla (D)		Número Correlativo		Críticidad de falla (X)		Crítico	C	Significativo	S	Tolerable	T	Insignificante	I
Total de tareas	4																																																				
Realizadas	0																																																				
NO Realizadas	0																																																				
% Realizadas	0,0 %																																																				
% NO Realizadas	0,0 %																																																				
Máquina (A)	Código																																																				
Pegadora	603																																																				
Sistemas (B)																																																					
Sin sistema	0																																																				
Sistema de Alimentación	1																																																				
Sistema de Predoblado	2																																																				
Sistema de Doblado	3																																																				
Sistema de Entrega	4																																																				
Sistema de Encolado	5																																																				
Subsistemas (C)																																																					
Sin subsistema	0																																																				
Motor Principal / Ventilación Auxiliar	1																																																				
# de Modo de Falla (D)																																																					
Número Correlativo																																																					
Críticidad de falla (X)																																																					
Crítico	C																																																				
Significativo	S																																																				
Tolerable	T																																																				
Insignificante	I																																																				
<p style="text-align: center;">INOCUIDAD</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Sí</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td>* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Sí	NO	* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>OBSERVACIONES:</p> <hr/> <hr/> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>_____ NOMBRE Y FIRMA DE OPERADOR.</p> <p>_____ NOMBRE Y FIRMA DE SUP. PRODUCCIÓN</p> <p>HORA/FECHA DE INICIO: _____</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>_____ NOMBRE Y FIRMA DE TÉCNICO MANTO.</p> <p>_____ NOMBRE Y FIRMA DE SUP. MANTENIMIENTO.</p> <p>HORA/FECHA DE FINALIZACIÓN: _____</p> </div> </div>																																		
	Sí	NO																																																			
* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																			
* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																			
* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																			
* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																			
* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																			

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. Tareas para cada 500 horas de funcionamiento

CENTRAL DE EMPAQUES S. A. PEGADORA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 500 HORAS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
INSTRUCCIONES: Marque en el cuadro con un SÍ , en cada tarea realizada, y escriba su código o nombre. En caso de que no se realicen marque NO , y justifique.		Horómetro: _____
Cod. Falla	TAREAS A REALIZAR (manual digital)	CÓDIGO EMPLEADO
1.) Revisiones Generales		
603-05-00-10-T	1.1) Revisar el nivel del aceite en la bomba y rellenar si fuese necesario. (manual sistema de encolado pág. 85)	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
2.) Filtro (manual sistema de encolado pág. 64-66)		
603-05-00-11-T	2.1) Limpiar el filtro de alta presión	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
3.) Tanque con el tubo de aspiración y la manguera. (manual sistema de encolado pág. 89)		
603-05-00-12-T	3.1) Limpiar el tamiz del tubo de aspiración.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
* pasos a seguir		
		
a.) desmontar la tapa b.) limpiar el tambor filtrante (22) -- a este efecto: c.) extraer el anillo elástico de retención (29) d.) extraer el tamiz (28). Límpielo con agua. e.) desmontar la válvula de retorno (24...27) y limpiarla con agua. f.) si las piezas están dañificadas, es necesario cambiarlas g.) instalar el tamiz (28) en su lugar, fijarlo mediante el anillo elástico de retención (29) h.) cerrar la tapa.		
4.) Sensor de nivel. (manual sistema de encolado pág. 155)		
603-05-00-13-T	4.1) Limpiar el conmutador flotador del sensor del nivel de llenado.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
* pasos a seguir		
a.) abrir la tapa b.) remover el disco limitador debajo del flotador c.) remover el flotador y limpiarlo con agua. d.) colocar nuevamente el flotador e instalar el disco limitador.		

Continuación de tabla LIV.

RESUMEN DE TAREAS		Codificación de fallas	
Total de tareas	4	###(A) - ##(B) - ##(C) - ##(D) - X	
Realizadas	0	Máquina (A)	Código
NO Realizadas	0	Pegadora	603
% Realizadas	0,0 %	Sistemas (B)	
% NO Realizadas	0,0 %	Sin sistema	0
		Sistema de Alimentación	1
		Sistema de Predoblado	2
		Sistema de Doblado	3
		Sistema de Entrega	4
		Sistema de Encolado	5
		Subsistemas (C)	
		Sin subsistema	0
		Motor Principal / Ventilación Auxiliar	1
		# de Modo de Falla (D)	
		Número Correlativo	
		Criticidad de falla (X)	
		Crítico	C
		Significativo	S
		Tolerable	T
		Insignificante	I
INOCUIDAD		SÍ	NO
* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES:			
_____		_____	
NOMBRE Y FIRMA DE OPERADOR.		NOMBRE Y FIRMA DE TÉCNICO MANTO.	
_____		_____	
NOMBRE Y FIRMA DE SUP. PRODUCCIÓN		NOMBRE Y FIRMA DE SUP. MANTENIMIENTO.	
_____		_____	
HORA/FECHA DE INICIO: _____		HORA/FECHA DE FINALIZACIÓN: _____	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LV. Tareas para cada 3 000 horas de funcionamiento

CENTRAL DE EMPAQUES S. A. PEGADORA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 3 000 HORAS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
INSTRUCCIONES: Marque en el cuadro con un SÍ , en cada tarea realizada, y escriba su código o nombre. En caso de que no se realicen marque NO , y justifique.		Horómetro: _____
Cod. Falla	TAREAS A REALIZAR	CÓDIGO EMPLEADO
1) Alimentador		
603-01-00-01-S	1.1) Revisar el buen funcionamiento de los rodillos.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
603-01-00-02-S	1.2) Revisar el buen funcionamiento de las fajas de alimentación.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
603-01-00-03-S	1.3) Revisar el buen funcionamiento de las cadenas de alimentación.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
2) Sección de Predoblado		
603-02-00-01-S	2.1) Revisar el estado y buen funcionamiento de las cadenas.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
603-02-00-02-T	2.2) Revisar el estado de la transmisión principal.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
603-02-00-03-T	2.3) Revisar carro inferior (cambio de cojinetes, revisar tornillos, revisar piezas).	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
603-02-00-03-T	2.4) Revisar carro superior (cambio de cojinetes, revisar tornillos, revisar piezas).	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
603-02-00-04-S	2.5) Revisar el estado y buen funcionamiento de las fajas.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
603-02-00-05-S	2.6) Revisar guías y ajuste de carros.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
3) Sección de doblado		
603-03-00-01-T	3.1) Revisar el carro portador y sección de doblez.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
603-03-00-02-S	3.2) Revisar el estado y buen funcionamiento de las cadenas.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
603-03-00-03-T	3.3) Revisar el tornillo sin fin y ajuste de carros.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
603-03-00-04-T	3.4) Revisar la transmisión de máquina, acoples y <i>sprockets</i> .	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
4) Entrega		
603-04-00-(01-04)-T	4.1) Revisar transmisión principal, cadenas y fajas.	<input type="checkbox"/> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
NOTA: En todas las secciones verificar las fajas.		
5) Revisar el estado y buen funcionamiento de todas las fajas		
6) Revisar estaciones de arranque de máquina. Verificar contactos.		
7) Revisión de sistema de seguridad de la máquina. (Guardas, paros de emergencia, sensores, etc.)		
8) Revisar contador de cajas.		

Continuación de tabla LV.

RESUMEN DE TAREAS		Codificación de fallas																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Total de tareas</td> <td style="text-align: center;">18</td> </tr> <tr> <td>Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>% Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> <tr> <td>% NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;">0,0 %</td> </tr> </table>	Total de tareas	18	Realizadas	0	NO Realizadas	0			% Realizadas	0,0 %	% NO Realizadas	0,0 %	<div style="border: 2px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;"> ###(A) - ##(B) - ##(C) - ##(D) - X </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">Máquina (A)</th> <th style="width: 20%;">Código</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pegadora</td> <td style="text-align: center;">603</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Sistemas (B)</td> </tr> <tr> <td>Sin sistema</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Alimentación</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Predoblado</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Doblado</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Entrega</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Encolado</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Sub-sistemas (C)</td> </tr> <tr> <td>Sin sub-sistema</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Motor Principal / Ventilación Auxiliar</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"># de Modo de Falla (D)</td> </tr> <tr> <td>Número Correlativo</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Criticidad de falla (X)</td> </tr> <tr> <td>Crítico</td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> <tr> <td>Significativo</td> <td style="text-align: center;">S</td> </tr> <tr> <td>Tolerable</td> <td style="text-align: center;">T</td> </tr> <tr> <td>Insignificante</td> <td style="text-align: center;">I</td> </tr> </tbody> </table>			Máquina (A)	Código	Pegadora	603	Sistemas (B)		Sin sistema	0	Sistema de Alimentación	1	Sistema de Predoblado	2	Sistema de Doblado	3	Sistema de Entrega	4	Sistema de Encolado	5	Sub-sistemas (C)		Sin sub-sistema	0	Motor Principal / Ventilación Auxiliar	1	# de Modo de Falla (D)		Número Correlativo		Criticidad de falla (X)		Crítico	C	Significativo	S	Tolerable	T	Insignificante	I
Total de tareas	18																																																				
Realizadas	0																																																				
NO Realizadas	0																																																				
% Realizadas	0,0 %																																																				
% NO Realizadas	0,0 %																																																				
Máquina (A)	Código																																																				
Pegadora	603																																																				
Sistemas (B)																																																					
Sin sistema	0																																																				
Sistema de Alimentación	1																																																				
Sistema de Predoblado	2																																																				
Sistema de Doblado	3																																																				
Sistema de Entrega	4																																																				
Sistema de Encolado	5																																																				
Sub-sistemas (C)																																																					
Sin sub-sistema	0																																																				
Motor Principal / Ventilación Auxiliar	1																																																				
# de Modo de Falla (D)																																																					
Número Correlativo																																																					
Criticidad de falla (X)																																																					
Crítico	C																																																				
Significativo	S																																																				
Tolerable	T																																																				
Insignificante	I																																																				
<p style="text-align: center;">INOCUIDAD</p> <table style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">SÍ</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		SÍ	NO	* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>OBSERVACIONES:</p> <hr/> <hr/> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>_____ NOMBRE Y FIRMA DE OPERADOR.</p> <p>_____ NOMBRE Y FIRMA DE SUP. PRODUCCIÓN</p> <p>HORA/FECHA DE INICIO: _____</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>_____ NOMBRE Y FIRMA DE TÉCNICO MANTO.</p> <p>_____ NOMBRE Y FIRMA DE SUP. MANTENIMIENTO.</p> <p>HORA/FECHA DE FINALIZACIÓN: _____</p> </div> </div>																																		
	SÍ	NO																																																			
* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																			
* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																			
* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																			
* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																			
* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																			

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. Tareas para cada 6 000 horas de funcionamiento

CENTRAL DE EMPAQUES S. A. PEGADORA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: 6 000 HORAS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																								
INSTRUCCIONES: Marque en el cuadro con un SÍ , en cada tarea realizada, y escriba su código o nombre. En caso de que no se realicen marque NO , y justifique.		Horómetro: _____																																						
Cod. Falla	TAREAS A REALIZAR	CÓDIGO EMPLEADO																																						
1) DESBOBINADOR																																								
Mantenimiento General																																								
	1.) Mantenimiento a motor principal.	<input type="checkbox"/>																																						
603-00-00-(01-04)-T	2.) Mantenimiento a ventilador de motor principal.	<input type="checkbox"/>																																						
	3.) Revisión de sistema de seguridad de la máquina. (Guardas, paros de emergencia, sensores,)	<input type="checkbox"/>																																						
Codificación de fallas																																								
###(A) - ##(B) - ##(C) - ##(D) - X																																								
RESUMEN DE TAREAS																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Total de tareas</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Realizadas</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="0"/></td> </tr> <tr> <td>NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="0"/></td> </tr> <tr> <td> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Realizadas</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="0,0 %"/></td> </tr> <tr> <td>% NO Realizadas</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="0,0 %"/></td> </tr> </table>			Total de tareas	3	Realizadas	<input type="text" value="0"/>	NO Realizadas	<input type="text" value="0"/>	 		% Realizadas	<input type="text" value="0,0 %"/>	% NO Realizadas	<input type="text" value="0,0 %"/>																										
Total de tareas	3																																							
Realizadas	<input type="text" value="0"/>																																							
NO Realizadas	<input type="text" value="0"/>																																							
% Realizadas	<input type="text" value="0,0 %"/>																																							
% NO Realizadas	<input type="text" value="0,0 %"/>																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">Máquina (A)</th> <th style="width: 20%;">Código</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pegadora</td> <td style="text-align: center;">603</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Sistemas (B)</td> </tr> <tr> <td>Sin sistema</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Alimentación</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Predoblado</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Doblado</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Entrega</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>Sistema de Encolado</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Subsistemas (C)</td> </tr> <tr> <td>Sin subsistema</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Motor Principal / Ventilación Auxiliar</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td colspan="2"># de Modo de Falla (D)</td> </tr> <tr> <td>Número Correlativo</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Criticidad de falla (X)</td> </tr> <tr> <td>Crítico</td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> <tr> <td>Significativo</td> <td style="text-align: center;">S</td> </tr> <tr> <td>Tolerable</td> <td style="text-align: center;">T</td> </tr> <tr> <td>Insignificante</td> <td style="text-align: center;">I</td> </tr> </tbody> </table>			Máquina (A)	Código	Pegadora	603	Sistemas (B)		Sin sistema	0	Sistema de Alimentación	1	Sistema de Predoblado	2	Sistema de Doblado	3	Sistema de Entrega	4	Sistema de Encolado	5	Subsistemas (C)		Sin subsistema	0	Motor Principal / Ventilación Auxiliar	1	# de Modo de Falla (D)		Número Correlativo		Criticidad de falla (X)		Crítico	C	Significativo	S	Tolerable	T	Insignificante	I
Máquina (A)	Código																																							
Pegadora	603																																							
Sistemas (B)																																								
Sin sistema	0																																							
Sistema de Alimentación	1																																							
Sistema de Predoblado	2																																							
Sistema de Doblado	3																																							
Sistema de Entrega	4																																							
Sistema de Encolado	5																																							
Subsistemas (C)																																								
Sin subsistema	0																																							
Motor Principal / Ventilación Auxiliar	1																																							
# de Modo de Falla (D)																																								
Número Correlativo																																								
Criticidad de falla (X)																																								
Crítico	C																																							
Significativo	S																																							
Tolerable	T																																							
Insignificante	I																																							
INOCUIDAD																																								
	SÍ	NO																																						
* MÁQUINA LIBRE DE RESIDUOS DE WIPE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
* REVISIÓN DE HERRAMIENTA CONTRA LISTADO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
* MÁQUINA LIBRE DE PIEZAS METÁLICAS SUELTAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
* MÁQUINA LIBRE DE REPUESTOS UTILIZADOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
* EN GENERAL, ÁREA LIBRE DE MATERIAL, ACCESORIOS Y PARTÍCULAS QUE PUEDAN CONTAMINAR EL PRODUCTO DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						

Continuación de tabla LVI.

OBSERVACIONES:	

_____	_____
NOMBRE Y FIRMA DE OPERADOR.	NOMBRE Y FIRMA DE TÉCNICO MANTO.
_____	_____
NOMBRE Y FIRMA DE SUP. PRODUCCIÓN	NOMBRE Y FIRMA DE SUP. MANTENIMIENTO.
HORA/FECHA DE INICIO: _____	HORA/FECHA DE FINALIZACIÓN: _____

Fuente: elaboración propia.

2.2. Propuesta de mejora

2.2.1. Introducción

La necesidad de mantener un equilibrio entre energía, medio ambiente y economía, ha adquirido una nueva urgencia en el siglo XXI. Los combustibles fósiles, que han sido impulsores de la modernización de los procesos productivos desde la revolución industrial se están agotando. Además de que el uso de los mismos ha modificado la composición química de la atmósfera, contribuyendo de manera al cambio climático.

Por lo tanto, son imprescindibles dos cuestiones, por un lado, debemos aprender a obtener energía a través de una manera más económica y respetuosa con nuestro ambiente y, por otro, y aquí radica lo más importante: debemos aprender a usar de manera eficiente esa energía que obtenemos, es decir, no emplearla en situaciones innecesarias.

En casi todas las instalaciones de una empresa puede descubrirse un número grande de oportunidades para ahorrar energía, que varían desde las obvias, como el uso de apagadores, hasta sistemas que implican avanzadas tecnologías de conversión energética, la identificación de maneras de ahorrar energía requieren imaginación e ingenio, así como de un sólido conocimiento de los principios básico.

2.2.2. ¿Qué es eficiencia energética?

Eficiencia energética, también denominada ahorro de energía o ahorro energético, consiste en la optimización del consumo energético con el objetivo final de disminuir la cantidad de energía requerida para proporcionar los mismos

productos y servicios. Dicho de otra manera, producir más con menos energía. Esta labor consiste en encontrar modos de eliminar tareas innecesarias que consumen energía y de minimizar el trabajo requerido para realizar las tareas necesarias.

2.2.3. ¿Por qué es importante ahorrar energía?

La energía es un elemento fundamental para el desarrollo de un país. Si deseamos seguir llevando una vida tal y como nos hemos acostumbrado, precisamos del consumo de grandes cantidades de energía. La electricidad es imprescindible en nuestra vida cotidiana. De ahí la importancia de ahorrar o no malgastar la energía, ya que ahorrar energía no es sólo ayudar a mejorar y proteger el medio ambiente sino que, ahorrando energía, ayudamos a mejorar nuestra economía doméstica.

Para eso hay que promover con más empeño el ahorro y la eficiencia energética en todos los sectores del país, para proteger el ambiente, promover la salud y el ahorro económico, contribuyendo al desarrollo sostenible.

2.2.4. Ventajas de ahorrar energía

2.2.4.1. En cuanto al medio ambiente

El objetivo principal en ahorrar energía, en cuanto al medio ambiente, es proteger el ambiente. Esto se llevaría a cabo a través de la reducción de tala de árboles, protegiendo los bosques, reduciendo la contaminación del aire, protegiendo los recursos naturales, especialmente los no renovables, utilizándolos eficientemente.

2.2.4.2. En cuanto al lado económico

En cuanto al lado económico, el objetivo principal es el ahorro de dinero que se puede utilizar para otras actividades.

No hay un método fijo para descubrir todas las posibilidades de ahorro de energía en una instalación, pero con seguridad, una de ellas se encuentra en la iluminación.

2.2.5. Introducción a la iluminación

La iluminación se define como el conjunto de luces que están dispuestas en un espacio para ambientarlo y además para aportarles luz a sus habitantes.

La iluminación correcta es aquella que permite al individuo realizar su trabajo de manera más segura y productiva.

La iluminación de baja calidad puede tener efectos opuestos. Un trabajo realizado en malas condiciones de iluminación en la industria tiende a aumentar el número de errores y accidentes así como la carga visual y la fatiga durante la ejecución de las tareas. También se pueden producir accidentes como consecuencia de una iluminación deficiente en las vías de circulación, escaleras y otros lugares de paso.

2.2.6. Ahorro energético en la iluminación

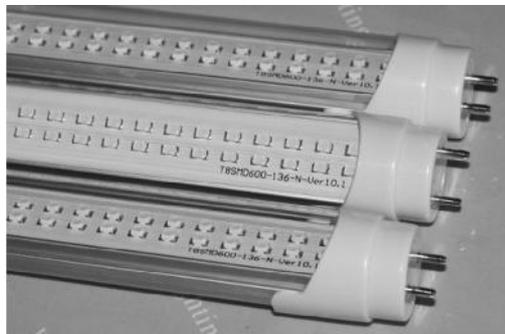
Está demostrado que una de las áreas de oportunidad para el ahorro de energía está relacionado con la iluminación. Se estima que podría ahorrarse entre el 30 % y el 50 % en el consumo eléctrico debido a la iluminación, gracias

al uso de componentes más eficientes, empleo de sistemas de control y a la integración de la luz natural. Así que, la eficiencia energética y la calidad de la iluminación, deben ir de la mano.

2.2.7. Tecnología led

Los diodos emisores de luz (led: *Lighting Emitting Diode*) se basan en semiconductores que transforman directamente la corriente eléctrica en luz. No poseen filamento, por lo que tienen una elevada vida (hasta 50 000 horas de funcionamiento). Además, son 80 % más eficientes que las lámparas incandescentes.

Figura 7. **Lámparas led**



Fuente: http://www.siesol.com.mx/index_es.php?action=product&option=8&item=132&order=
Consulta: mayo de 2016.

2.2.7.1. Principio de funcionamiento

Las luces led usan un tipo especial de diodo, el cual al ser atravesado por energía eléctrica desprende un tipo de luz.

Cuando la corriente atraviesa a través de un diodo semiconductor, esta inyecta huecos y electrones en las regiones p y n. Las regiones tipo p (positivo) y n (negativo) se refieren a dos tipos de materiales semiconductores alterados que permiten que la energía fluya en una dirección siempre que el material tipo p esté en una tensión superior a la n.

Esta combinación de electrones y huecos son las encargadas de generar la luz. Dependiendo de la intensidad del paso de corriente hace que las recombinaciones entre electrones y huecos produzca un tipo de luz.

El color del led lo define el material con el cual fue fabricado y hoy en día los encontraremos en toda la gama de colores.

2.2.7.2. Características de los led

Los diodos emisores de luz se caracterizan por su larga duración, bajo consumo energético y resistencia a los impactos.

El color de la luz se mantiene constante ya que son luces reguladas. Permiten dirigir la luz con exactitud ya que poseen una fuente de luz puntual. Su encendido es inmediato, por esta razón son usadas en escenas de luz dinámicas y no requiere enfriamiento para un posterior reencendido.

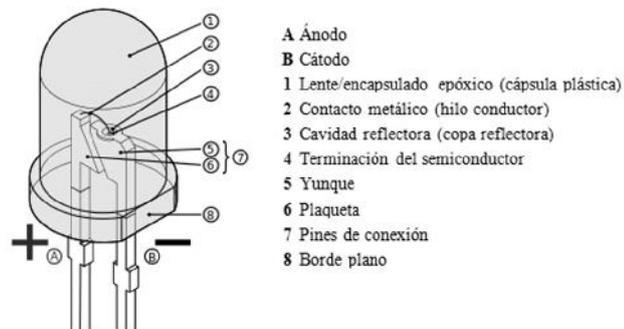
El campo de aplicaciones para este tipo de luz es muy alto, va desde iluminación interior hasta iluminación exterior. Este tipo de iluminación se está constituyendo como una mejor alternativa de iluminación frente a las fuentes de iluminación convencionales.

Uno de los problemas de los bombillos convencionales es que al ser constituidos por vidrio estos son muy susceptibles a ser dañados, por el contrario las lámparas led están constituidas por una resina especial (*epoxi resin*) más sólida y resistente que el vidrio.

2.2.7.3. Partes de los led

Los led poseen una lente hecha de una resina especial, esta puede ser clara o difusa. Esta resina encapsula el led y a su vez provee un control óptico ya que evita las reflexiones en la superficie del semiconductor e incrementa el flujo luminoso. Los componentes que conforman un led se pueden observar en la siguiente figura.

Figura 8. Partes de un led



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Led>. Consulta: mayo de 2016.

2.2.7.4. Ventajas de la iluminación led

Las ventajas principales de tener una iluminación led son:

- Reducción de costos de mantenimiento
- Mayor eficacia que las lámparas incandescentes y halógenas
- Capaz de encender a bajas temperaturas (hasta -40°C)
- Alta eficacia en ambientes fríos
- No contienen mercurio

2.2.8. Propuesta en el cambio de lámparas fluorescentes por tecnología led

Se realizó un análisis de la iluminación en el taller de mantenimiento de CEMSA verificando la potencia de cada lámpara en dicha área. Se contabilizó el número de lámparas y se cuantificó las horas que permanecen encendidas por día, con el fin de determinar el consumo en kWh por día y por año. Una vez teniendo dicho cálculo se multiplicó por la tarifa eléctrica para determinar, en quetzales (Q), lo que CEMSA gasta en la iluminación de su taller.

Se realizó un planeamiento de sustitución con lámparas led, realizando un cálculo energético en kWh considerando el mismo tiempo de utilización que la tecnología tradicional y comparando la facturación que se generaría con la sustitución.

2.2.8.1. Tipo de luminarias utilizadas actualmente en el taller de mantenimiento

El taller de mantenimiento cuenta con 25 luminarias de 4 lámparas cada una. Las lámparas utilizadas actualmente son lámparas fluorescentes modelo F96 de 76 W cada una.

2.2.8.2. Cálculo del consumo actual de kW hora del taller de mantenimiento

El taller de mantenimiento es una instalación donde sus servicios de mantenimiento se mantienen operando en todo momento. Las 100 lámparas se mantienen funcionando las 24 horas del día durante todo el año.

Tomando como referencia que hay 24 horas en el día, 30 días en el mes y 12 meses en el año, se puede estimar que las lámparas se mantienen encendidas 8 640 horas al año.

Tabla LVII. Cálculo del consumo actual de kW hora del taller de mantenimiento

Cantidad de luminarias	Cantidad de lámparas por luminaria	Total de lámparas	Potencia de cada lámpara (w)	Total de potencia consumida (w)	Total de potencia consumida (kW)	Horas utilizadas por año	Potencia consumida por año (kWh)
25	4	100	76	7 600	7,6	8 640	65 664

Fuente: CEMSA.

Como podemos ver de la tabla anterior, el consumo anual en kWh de las 100 lámparas es de 65 664 kWh.

2.2.8.3. Costo de la iluminación del taller de mantenimiento

El costo promedio que CEMSA paga al proveedor de la energía eléctrica es de Q1,25 por cada kWh.

Tabla LVIII. Costo de la iluminación del taller de mantenimiento

Potencia consumida por año (kWh)	Costo de la energía (Q/kWh)	Costo por año (Q)
65 664	1,25	82 080,00

Fuente: CEMSA.

De la tabla anterior se puede observar que el costo promedio que CEMSA paga por la iluminación del taller de mantenimiento es de Q 82 080,00 anuales.

2.2.8.4. Propuesta de cambio de lámparas

Las lámparas propuestas para el cambio en la iluminación del taller son lámparas marca Light-Tec modelo tubo led de 40 W cada una.

Las características de las lámparas led propuestas son:

- Marca : LIGHT-TEC
- Modelo: TUBO LED
- Voltaje: 85-265 V
- Consumo: 40 Watts
- Angulo: 180°
- Eficiencia: 100 lm/W

- Lúmenes: 4 000 lm
- Color: 5 700k
- Factor de Potencia: > 0,95
- Base: FA8/Slim
- Horas de vida: 50 000 hrs

2.2.8.5. Cálculo teórico, del consumo de kW hora del taller de mantenimiento con la tecnología propuesta

Tomando en cuenta que el taller se mantiene en operación en todo momento y como referencia de que hay 24 horas en el día, 30 días en el mes y 12 meses en el año, se puede estimar que las nuevas lámparas también se mantienen encendidas 8 640 horas al año.

Tabla LIX. Cálculo, teórico, del consumo de kW hora del taller de mantenimiento con la tecnología propuesta

Cantidad de luminarias	Cantidad de lámparas por luminaria	Total de lámparas	Potencia de cada lámpara (W)	Total de potencia consumida (W)	Total de potencia consumida (kW)	horas utilizadas por año	Potencia consumida por año (kWh)
25	4	100	40	4 000	4	8 600	34 400

Fuente: CEMSA.

Como podemos ver, el consumo anual en kWh de las 100 lámparas propuestas sería de 34 400 kWh el cual es un 52,4 % de lo consumido de las lámparas actuales.

2.2.8.6. Costo teórico de la iluminación del taller de mantenimiento con la tecnología propuesta

Tomando como referencia que el costo promedio que CEMSA paga al proveedor de la energía eléctrica de Q1,25 por cada kWh para calcular el gasto en la iluminación.

Tabla LX. **Costo teórico de la iluminación del taller de mantenimiento con la tecnología propuesta**

Potencia consumida por año (kWh)	Costo de la energía (Q/kWh)	Costo por año (Q)
34 400	1,25	43 000,00

Fuente: CEMSA.

El costo que CEMSA pagaría por la iluminación en el taller de mantenimiento con la tecnología propuesta sería de Q 43 000,00 anuales el cual también resulta ser un 52,4 % del costo de las lámparas actuales.

2.2.8.7. Análisis financiero

El análisis financiero comparará los gastos en la iluminación actual y los gastos en la iluminación del plan propuesto.

Este análisis financiero demuestra que actualmente, CEMSA está pagando un promedio de Q 82 080,00 anuales por la iluminación en el taller de mantenimiento, mientras que con la tecnología propuesta estaría pagando un promedio de Q 43 000,00 anualmente.

La implementación de la tecnología propuesta estaría generando un ahorro promedio de Q 39 080,00 anual lo cual equivale a un ahorro promedio de Q 3 256,67 mensuales.

Tabla LXI. Análisis financiero

Actividad	Costo (Q)
Costo de la iluminación actual (anual)	82 080,00
Costo de la iluminación con la tecnología propuesta (anual)	43 000,00
Ahorro anual	39 080,00
Ahorro mensual	3 256,67

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.8. Costo aproximado de inversión de la propuesta

El costo aproximado de la propuesta de iluminación con tecnología led incluye el costo de las lámparas y el costo de mano de obra. El monto estimado de inversión sería de Q 28 250,00 cuyo detalle se muestran en las siguientes tablas.

Tabla LXII. Costo aproximado de las lámparas F96 led

Cantidad de lámparas	Costo por lámparas en Q (c/u)	Costo total de lámparas en Q
100	265,00	26 500,00

Fuente: CELASA.

Tabla LXIII. **Costo aproximado de mano de obra**

Días laborados	Costo por día en Q	Total de mano de obra en Q
5	350,00	1 750,00

Fuente: CEMSA.

Tabla LXIV. **Costo total estimado de la inversión de la propuesta**

Actividad	Monto (Q)
Lámparas	26 500,00
Mano de obra	1 750,00
Total	28 250,00

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.9. Período de recuperación de la inversión (PR)

El período de recuperación nos da el tiempo estimado en el cual se recuperaría la inversión de lo considerado a invertir, esto es el costo aproximado de las 100 lámparas led y la mano de obra.

Para calcular el período de recuperación se divide el costo total de inversión (Q 28 250,00) por el ahorro mensual de la propuesta (Q 3 256,67).

$$PR = \frac{\text{Costo total de inversión}}{\text{Ahorro mensual de la implementación}}$$

$$PR = \frac{28\,250,00}{3\,256,67}$$

$$PR = 8,7 \text{ meses}$$

El periodo de recuperación de la inversión sería de 8,7 meses. Luego de este periodo el ahorro generado se consideraría como utilidad para la empresa.

De acuerdo al análisis financiero, el proyecto propuesta a utilizar una tecnología más eficiente en la iluminación como lo son las lámparas led, resulta ser muy rentable. El ahorro mensual promedio sería de Q 3 256,67 y de Q 39 080,00 anuales lo cual resulta ser una inversión factible.

3. FASE DE DOCENCIA

3.1. Seguimiento de la propuesta

3.1.1. Capacitación del personal

La capacitación juega un papel sumamente importante en el crecimiento de toda empresa. Actualmente, la capacitación es la clave para la sobrevivencia, desarrollo y éxito de cualquier empresa.

Capacitación se define como una serie de actividades planeadas y basadas en las necesidades de la empresa que se orientan hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y aptitudes de los empleados que les permitan desarrollar sus actividades de manera eficiente.

Capacitar implica proporcionar al trabajador las habilidades y conocimientos que lo hagan más apto y diestro en la ejecución de su propio trabajo. Esos conocimientos pueden ser de varios tipos y pueden enfocarse a diversos fines individuales y organizacionales. Esta abarca desde cursos sencillos sobre terminología hasta cursos complejos que permiten entender el funcionamiento de un sistema.

La capacitación no debe verse simplemente como una obligación ni como un gasto sino como una inversión que trae beneficios a la persona y a la empresa.

3.1.1.1. Beneficios de la capacitación para las empresas

Los principales beneficios que la capacitación juega en la empresa son los siguientes:

- Facilita la comprensión de las políticas de la empresa
- Crea una mejor imagen de la empresa, productos y servicios
- Mejora la relación entre jefes y empleados
- Incrementa la productividad y calidad del trabajo
- Se agiliza la toma de decisiones y la solución de problemas
- Promueve la comunicación en la organización

3.1.1.2. Beneficios de la capacitación para los empleados

Los principales beneficios que la capacitación juega en los empleados son los siguientes:

- Favorece la confianza y desarrollo personal
- Favorece la promoción hacia puestos de mayor responsabilidad
- Mejora el desempeño
- Forja líderes y mejora las aptitudes comunicativas
- Permite el logro de metas individuales

3.1.2. Motivación

Motivación se define como la acción de estimular a los empleados con el objetivo de que obtengan un mejor rendimiento en el logro de los objetivos de la empresa.

Por medio de la motivación obtendremos mejores niveles de desempeño, productividad, eficiencia, creatividad, responsabilidad y compromiso de parte de los empleados.

3.1.2.1. Importancia de la motivación

La motivación no solamente es importante para el individuo sino también para la empresa. Al tener a los empleados motivados, la empresa tiene mayor alcance para alcanzar las metas y objetivos organizacionales.

Muchas empresas se enfocan en mantener motivados a sus empleados siempre, pues esto les garantiza un mayor rendimiento de las funciones laborales.

3.1.2.2. Beneficios de la motivación

La motivación en las empresas es una relación “ganar-ganar”, pues ambas partes involucradas obtienen un beneficio. Los aspectos positivos que se obtienen con la motivación son los siguientes:

- Colaboración a mejorar el clima de la empresa
- Ayuda en factores de salud
- Contribuye en factores sociales
- Abona a los factores personales

3.1.2.3. Formas de motivación

A continuación se presentan las formas más comunes de motivar la personal dentro de una empresa.

- Visión abstracta de la empresa y plan de carrera a largo plazo
- Buen clima laboral y ambiente de trabajo
- Concesión de días libres
- Incentivos financieros
- Reconocer públicamente a los empleados más sobresalientes
- Ascensos laborales
- Prestaciones de Ley

Tabla LXV. **Plan de capacitaciones al personal de mantenimiento**

Curso	Descripción	Duración
Mantenimiento basado en MCC	Que es MCC	3 horas
	Fases del MCC	
	Elaboración del AMEF	
	Evaluación de criticidad	
	Medidas preventivas	
Mantenimiento	Objetivos del mantenimiento	1 hora
	Mantenimiento preventivo	
	Mantenimiento correctivo	
	Mantenimiento predictivo	
Aceites y grasas	Función de los aceites y lubricantes	1 hora
	Propiedades de los aceites y lubricantes	
	Clasificación de los aceites y lubricantes	
	Técnicas de lubricación	

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La implementación de la metodología del mantenimiento centrado en confiabilidad, demostró ser una opción eficiente ya que no solo contribuirá a aumentar la confiabilidad de los equipos, sino también proporcionará una herramienta para la disminución de los costos de mantenimiento.
2. Con la aplicación del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, se redujo los tiempos fuera de servicio de los equipos, aumentando los tiempos de producción continua.
3. El estudio de los modos de fallas y sus posibles consecuencias permitió saber, de manera rápida, las causas de una falla lo que permitirá tomar acciones futuras para su corrección.
4. El análisis de modo y efecto de falla (AMEF) permitió elaborar fácilmente el nuevo plan de mantenimiento, prestándole mayor atención a los componentes críticos, evitando que estos fallen en tiempos inesperados.
5. Por último, en el diseño del programa de mantenimiento se organizó una serie de actividades de inspección, servicio y cambio de partes para cada uno de los equipos que contribuirán a aumentar considerablemente la confiabilidad y disponibilidad de los sistemas y subsistemas aumentando así la vida útil de cada uno.

RECOMENDACIONES

1. Implementar auditorías del proceso aplicado con el fin de darle seguimiento a las acciones recomendadas y garantizar el cumplimiento de las tareas de mantenimiento.
2. Para futuros planes de implementación del MCC, se debe tomar en cuenta a cada uno de los miembros más cercanos e involucrados con los equipos, estos son los fabricantes de los equipos, operadores, mecánicos y técnicos.
3. Inspeccionar el plan anualmente con el fin de realizar cualquier ajuste en caso de que fuera necesario, principalmente en la revisión de que las frecuencias de las tareas sean las más adecuadas
4. Realizar un registro de las fallas de cada equipo pues estas darán inicio al registro histórico de las fallas más frecuentes, y tomar las medidas correctivas en cada uno de los tipos de fallas para disminuir las causas de estas.

BIBLIOGRAFÍA

1. DIANDERAS, Ciro I. *Gestión de Mantenimiento*. Lima, Peru: Senati, 2007. 105 p.
2. GARCÍA, Santiago. *Plan de mantenimiento basado en RCM*. [en línea]. <<http://rcm3.org/120>> [Consulta: febrero de 2016].
3. MOUBRAY, John. *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II*. Lillington, North Carolina. USA: Edward Brothers, 2004. 433 p.
4. NEGRO, Christian Milanese. *Diseño de un plan preventivo basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad en la máquina papelera*: Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad Simón Bolívar, Venezuela, Facultad de ingeniería, 2013, 119 p.
5. PEMEX. *Aprendizaje Virtual. Ingeniería de Confiabilidad*. [en línea]. <http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/Guia_SCO_Ingenieria_Confiabilidad.pdf> [Consulta: enero de 2016].
6. *Metodología de Mantenimiento centrado en Confiabilidad*. [en línea]. <http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/Guia_SCO_Mantenimiento_Centrado_Confiabilidad.pdf>. [Consulta: enero de 2016].
7. PRANDO, Raúl R. *Manual Gestión de Mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa, 1996. 99 p.

