



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

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BAJO LA NORMA ISO
9001:2015, PARA LA CORPORACIÓN ACEROS DE GUATEMALA S.A.**

Dulce María Belén Romano Cortéz

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, junio de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BAJO LA NORMA ISO
9001:2015, PARA LA CORPORACIÓN ACEROS DE GUATEMALA S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DULCE MARÍA BELÉN ROMANO CORTÉZ

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA MECÁNICA

GUATEMALA, JUNIO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortíz
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015, PARA LA CORPORACIÓN ACEROS DE GUATEMALA S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 20 de mayo del 2019.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end, positioned above the name.

Dulce María Belén Romano Cortéz

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de noviembre de 2019
REF.EPS.DOC.834.11.19.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

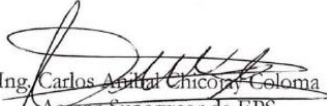
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Dulce María Belén Romano Cortéz** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 201408415, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015, PARA LA CORPORACIÓN ACEROS DE GUATEMALA, 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 Antibal Chicojaj Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo
CACC/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de noviembre de 2019
REF.EPS.D.433.11.19

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

Estimado Ingeniero Guzmán Ortíz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015, PARA LA CORPORACIÓN ACEROS DE GUATEMALA, S.A.**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Dulce María Belén Romano Cortéz** quien fue debidamente asesorada y supervisada 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 Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Osear Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra



Ref.E.I.M.011.2020

El Revisor 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: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015, PARA LA CORPORACIÓN ACEROS DE GUATEMALA S.A.** de la estudiante **Dulce María Belén Romano Cortéz, CUI 2984099170101, Reg. Académico No. 201408415** y habiendo realizado la revisión de Escuela, se autoriza para que continúe su trámite en la oficina de Lingüística, Unidad de Planificación.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Revisor
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, enero de 2020

/aej



USAC
TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala


Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.EIM.100.2020

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: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015, PARA LA CORPORACIÓN ACEROS DE GUATEMALA S.A.** de la estudiante **Dulce María Belén Romano Cortez**, DPI **2984099170101**, Reg. Académico **201408415** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

“Id y Enseñad a Todos”



Vo.Bo. Ing.

Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, junio de 2020
/aej



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101 - 24189102

DTG. 130.2020.

La Decana 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 Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BAJO LA NORMA ISO 9001:2015, PARA LA CORPORACIÓN ACEROS DE GUATEMALA S.A.**, presentado por la estudiante universitaria: **Dulce María Belén Romano Cortéz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, junio de 2020

/asga

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Porque sin Él en mi vida no sería nada posible, porque mi fuerza y guía en todo momento.
- Mis padres** César Romano y Susan Cortéz, por su amor y apoyo incondicional; por ser parte de mi motivación, fuerza y guía para cumplir esta meta, los amo y gracias por ser de la base de mi vida.
- Mi hermana** Renata Romano, por ser siempre alegrarme en los momentos más duros y ser mi amiga siempre, te amo.
- Mis abuelos** Cesar Cortéz (q.e.p.d.), Telma Bran (q.e.p.d.), Cesar Romano (q.e.p.d.) y Olga Villatoro, por sus valiosos consejos, enseñanzas y sus muestras de cariño, lo amo.
- Mi Familia** Mis tíos, primos y sobrinos, por ser parte importante a lo largo de mi carrera, los quiero.

Mi sobrino

Santiago Lara, por contagiarme de tu alegría y tus muestras de cariño, te quiero.

Mi novio

Alejandro Cabria, por ser mi apoyo en los momentos más duros de la carrera, gracias por los consejos, cuidados, amor y amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la <i>alma máter</i> que me permitió formarme como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por formarme como profesional.
Corporación Aceros de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de realizar el ejercicio profesional supervisado.
Administración del laminador de barras y alambrón	Por abrirme las puertas, apoyarme en la realización de mi proyecto y las muestras de compañerismo.
Jorge Solís	Por brindarme su amistad, consejos y el apoyo para realizar mi proyecto, lo aprecio.
Mis amigos	Por su amistad, los momentos convividos y apoyo cuando más los necesite.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Ubicación e historia	1
1.1.2. Misión	1
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Valores	2
1.1.5. Organigrama.....	3
1.2. Descripción del problema	4
1.3. Descripción del proceso de producción de AG SIDEGUA.....	4
1.4. Proceso de acería.....	5
1.5. Proceso de laminación	7
1.5.1. Calentamiento.....	9
1.5.2. Tren laminador.....	9
1.5.2.1. Tren desbaste.....	10
1.5.2.2. Tren intermedio.....	11
1.5.2.3. Tren acabador	11
1.5.3. Evacuación	11
1.5.4. Empaquetado	12

1.6.	Mantenimiento.....	12
1.6.1.	Objetivo del mantenimiento.....	13
1.6.2.	Tipos de mantenimiento.....	15
1.6.2.1.	Mantenimiento Correctivo.....	15
1.6.2.1.1.	Ventajas del mantenimiento correctivo.....	15
1.6.2.1.2.	Desventajas del mantenimiento correctivo.....	16
1.6.2.2.	Mantenimiento preventivo.....	16
1.6.2.2.1.	Ventajas del mantenimiento preventivo.....	17
1.6.2.2.2.	Desventajas del mantenimiento preventivo.....	18
1.6.2.3.	Mantenimiento predictivo.....	18
1.6.2.3.1.	Técnicas predictivas de mantenimiento.....	19
1.6.2.3.2.	Ventajas del mantenimiento predictivo.....	20
1.6.2.3.3.	Desventajas del mantenimiento predictivo.....	20
1.7.	Gestión de mantenimiento.....	20
1.8.	ISO 9001:2015, Sistema de gestión de calidad.....	22
1.8.1.	Ciclo planificar, hacer, verificar y actuar.....	23

1.8.2.	Operación	24
1.8.2.1.	Planificación y control operacional.....	25
1.9.	SAP módulo mantenimiento de planta (PM)	26
1.9.1.	Principales módulos de ERP SAP	27
1.10.	Gestión ambiental.....	29
1.10.1.	Residuos.....	30
1.10.1.1.	Sistema de manejo de residuos.....	32
1.11.	Planta de tratamiento de aguas.....	34
1.11.1.	Tipos de aguas residuales.....	35
1.11.1.1.	Domésticas	36
1.11.1.2.	Sanitarias.....	36
1.11.1.3.	Pluviales	36
1.11.1.4.	Combinadas.....	37
1.11.1.5.	Industriales	37
2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	39
2.1.	Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo	39
2.1.1.	Fortalecimiento del área del mantenimiento	39
2.1.1.1.	Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA).....	39
2.1.1.2.	Estrategias.....	40
2.1.1.2.1.	Matriz DOFA.....	41
2.1.1.2.2.	Capacitación.....	43
2.1.1.2.3.	<i>Empowerment</i>	43
2.1.2.	Metodología del mantenimiento preventivo	43
2.1.2.1.	Hojas de paros.....	44
2.1.2.2.	Grado de eficiencia de las máquinas... ..	45

	2.1.2.2.1.	Ejemplo de grado de eficiencia de las máquinas.....	47
2.1.2.3.		Interpretación de los datos	48
2.1.2.5.		Orden de mantenimiento	51
2.1.2.6.		Programación de paradas de mantenimiento	52
2.1.2.7.		<i>Stock</i> de repuestos.....	54
2.1.2.8.		Análisis de criticidad	56
	2.1.2.8.1.	Seguridad.....	56
	2.1.2.8.2.	Calidad.....	57
	2.1.2.8.3.	Régimen de trabajo	58
	2.1.2.8.4.	Atención	58
	2.1.2.8.5.	Frecuencia	59
	2.1.2.8.6.	Costo.....	60
	2.1.2.8.7.	Flujo de decisiones.....	60
	2.1.2.9.1.	Reglas generales	66
	2.1.2.9.2.	Análisis preliminar de riegos y permisos de trabajo	67
	2.1.2.9.3.	Boleta ACII	67
	2.1.2.9.4.	Reglas del cuidado de las manos.....	68
	2.1.2.9.5.	Control de energías peligrosas.....	68
2.1.3.		Mantenimiento preventivo	69
	2.1.3.1.	Cronograma de mantenimiento preventivo.....	69

2.1.3.2.	Funcionamiento del programa de mantenimiento	71
2.2.	Análisis del impacto ambiental generado por las actividades de mantenimiento	77
2.2.1.	Corriente de residuos	79
2.3.	Manejo y tratamiento de las aguas residuales del proceso productivo	82
2.3.1.	Efectos del inadecuado manejo y tratamiento de aguas residuales del proceso productivo.....	83
3.	FASE DE DOCENCIA	85
3.1.	Planificación de capacitación.....	85
3.1.1.	Objetivo.....	85
3.1.2.	Meta.....	86
3.1.3.	Estrategia.....	86
3.2.	Matriz de capacitación	87
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES	93
	BIBLIOGRAFÍA	95
	APÉNDICES	99
	ANEXOS.....	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura organizacional.....	3
2.	Fabricación de palanquillas de acero	6
3.	Proceso de laminación	8
4.	Layaout de tren laminador.....	10
5.	Representación de las estructuras de esta norma internacional con el ciclo PHVA.....	24
6.	Módulos de SAP.....	27
7.	Formato de RPNP	45
8.	Formato de <i>check list</i>	50
9.	Formato de orden de mantenimiento	52
10.	Formato de planificación de tareas de mantenimiento integrado	54
11.	Gráfica porcentual del valor del inventario	55
12.	Flujo de decisiones.....	61
13.	Pantalla principal del cronograma de mantenimiento preventivo	71
14.	Primera sección del programa de mantenimiento preventivo.....	72
15.	Representación del desglose de planes de mantenimiento	73
16.	Representación del cronograma de mantenimiento	75
17.	Indicadores de cumplimiento por semana	76
18.	Capacitación a técnicos mecánicos	87
19.	Matriz de capacitación para taller mecánico LBA.....	89

TABLAS

I.	Matriz DOFA	42
II.	Valores de seguridad	57
III.	Valores para calidad	57
IV.	Valores para régimen de trabajo	58
V.	Valores de atención	59
VI.	Valores para frecuencia	59
VII.	Valores para costo	60
VIII.	Matriz de criticidad para los equipos de la planta de LBA.....	63
IX.	Corriente de residuos de taller mecánico.....	80

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AGSA	Aceros de Guatemala S.A.
EAF	Arco eléctrico
C	Calidad
D	Disponibilidad
EGM	Eficiencia global de la maquinaria
°C	Grados centígrados
H	Horas
HH	Horas hombre
LF	Horno de cuchara
ISO	Organización Internacional para la Estandarización.
LBA	Laminador de barras y alambrón
MCC	Máquina de colada continua
mm	Milímetros
PTAR	Planta de tratamientos de aguas residuales
%	Porcentaje
RPNP	Reporte de paros no programados
TON	Tonelada
TON/H	Tonelada por hora
V	Velocidad

GLOSARIO

<i>Check list</i>	Lista de control.
Cizalla	Herramienta que se utiliza para cortar metal.
Coque	Combustible destilado que es casi carbono puro.
<i>Electric Arc Furnace</i>	Arco eléctrico de horno donde se funde el acero.
<i>Empowerment</i>	Es una herramienta de la calidad total que, en los modelos de mejora continua y reingeniería, así como en las empresas ampliadas, provee de elementos para fortalecer los procesos que llevan a las empresas a su desarrollo.
<i>Ladle Furnace</i>	Horno de cuchara para verter el acero fundido.
Laminación	Proceso de deformación volumétrica donde se reduce el espesor inicial del material trabajado mediante las fuerzas de compresión que ejercen dos rodillos sobre la pieza o material de trabajo.
Palanquilla	Producto de acero que se fabrica en sección cuadrada para producir los distintos perfiles a través del proceso de laminación.

Máquina de colada continúa	Máquina que da forma al lingote de acero al entrar el material líquido en una cavidad o molde dejando que se solidifique.
Proceso siderúrgico	Serie de pasos consecutivos que llevarán desde una materia prima como el mineral de hierro y el carbón de coque, hasta un producto final como el acero.
Trazabilidad	Conjunto de aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas.

RESUMEN

Actualmente, la industria guatemalteca se ha esforzado por mejorar sus procesos productivos y en garantizar la calidad de sus productos. Este trabajo tiene como objetivo realizar un programa de mantenimiento preventivo que cumpla con los requerimientos de la norma ISO 9001:2015, Sistema de Gestión de Calidad, con la aplicación del sistema informático SAP.

La finalidad es obtener una gestión sobre el proceso y ejecución en el programa de mantenimiento para mejorar la rentabilidad de la empresa y garantizar la calidad de los productos terminados.

Para iniciar, se realizará un análisis de criticidad en los equipos para jerarquizar la importancia de las tareas de mantenimiento necesarias para cumplir con los indicadores de control que la planta de laminación tiene establecidos.

También se identificarán y clasificarán los residuos que generan las actividades mantenimiento. Luego, se establecerán estrategias para la implementación del sistema de gestión ambiental en el taller mecánico de la planta de laminación de barras y alambros. Finalmente, se analizará el estudio de manejo y tratamiento de aguas residuales del proceso de producción.

El resultado será la generación de kits de repuestos para los equipos críticos, estrategias para el aprovechamiento de los recursos y una matriz de capacitación para los colaboradores del taller.

OBJETIVOS

General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo que cumpla con los requerimientos de la norma ISO 9001:2015, Sistema de gestión de calidad.

Específicos

1. Realizar un análisis del plan de mantenimiento que se ejecuta en el Laminador de Barras y Alambrón.
2. Revisar los procedimientos aplicados en el área de mantenimiento para la orientación de los beneficios de un nuevo plan de mantenimiento.
3. Verificar la existencia de información técnica para la realización de la trazabilidad de los equipos analizados.
4. Realizar un análisis de criticidad para los equipos de la planta de laminación de barras y alambrón.
5. Justificar las oportunidades de mejora en la implementación de sistema SAP para la realización de un plan de mantenimiento preventivo.
6. Realizar un análisis sobre el impacto ambiental que generan las actividades de mantenimiento en la planta de laminación.

7. Identificar los residuos generados en las actividades del mantenimiento.
8. Realizar el análisis sobre el manejo y tratamiento de aguas residuales del proceso de producción.
9. Diseñar un plan de capacitación para aplicación de las nuevas metodologías de mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

La industria siderúrgica ha crecido constantemente en los últimos años, los mercados son más competitivos y se esfuerzan por la mejora continua en los estándares de calidad y cuidados al medio ambiente que les permitan ser competitivos con las demás organizaciones.

La Corporación Aceros de Guatemala S.A. cuenta con un parque industrial llamado AG SIDEGUA donde se desarrollan procesos de transformación del acero., Los principales son el laminador de barras y alambón y el laminador de perfiles y barras. Entre ambos ocupan, aproximadamente, la mitad de la capacidad instalada de producto terminado. AG se basa en normas internacionales como ASTM 706, ASTM 615, INTE C401:2017 e ISO 9001:2015 las cuales garantizan la calidad de los productos que AG ofrece al mercado nacional e internacional.

El desarrollo de este trabajo responde a la necesidad de mejorar continuamente e incrementar la efectividad en la gestión del mantenimiento para lograr los objetivos trazados por la corporación junto con una orientación estratégica para crear un plan de mantenimiento preventivo que cumpla con los estándares y requerimiento de la norma ISO 9001:2015, sistema de gestión de calidad. Por eso, se deben usar herramientas de gestión, como el sistema SAP, en el módulo PM que facilitará la creación de una trazabilidad en los mantenimiento y gestión de repuestos e insumos.

La creación de una matriz de capacitaciones orientadas a la mejora en los conocimientos de los trabajadores del taller mecánico propiciará que la

gestión del mantenimiento sea de forma íntegra y orientada las metas de la planta.

Las aguas residuales del proceso productivo serían una fuente de contaminación si el manejo y tratamiento fueran inadecuados. Por ello, es necesario analizarlas para conocer su incidencia en la producción al generar paros no programados y al medio ambiente como una fuente de contaminación.

Las actividades de mantenimiento generan residuos y desechos peligrosos que afectan el entorno. Sin embargo, la implementación de acciones de gestión ambiental en los talleres y en las actividades de mantenimiento propiciarán el manejo de residuos, al mismo tiempo que se protege medio ambiente. Durante el desarrollo de este trabajo habrá una corriente de residuos que será una base importante para desechar correctamente cada residuo generado en las actividades de mantenimiento.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la empresa

A continuación, se da a conocer la descripción general de la empresa.

1.1.1. Ubicación e historia

La Corporación Aceros de Guatemala S.A. posee un parque industrial siderúrgico llamado AG SIDEGUA situado en el kilómetro 65,5 carretera antigua al Puerto de San José, Masagua, Escuintla. Su capacidad instalada, aproximada, es de 1 millón de toneladas/año, cuyo objetivo es la producción de palanquilla de acero utilizada como materia prima para la fabricación de:

- Varilla corrugada, alambón y varilla corrugada en rollo.
- Perfiles.
- Trefilados (clavo, grapa, alambre espigado, alambre galvanizado, alambre de amarre, malla ciclón).
- Prearmados (malla electrosoldada y varilla de alta resistencia).
- Corte y doble (servicio de productos en forma para la construcción civil).

1.1.2. Misión

“Somos un equipo comprometido a ofrecer soluciones integradas e innovadoras con productos de calidad y el mejor servicio para ser la preferencia de nuestros clientes, siendo socialmente responsables.”¹

¹ Sidegua, Aceros de Guatemala. *Departamento de Recursos Humanos.*

1.1.3. Visión

“Crecer en forma sostenible para ser la opción #1 del cliente a través de una cultura de excelencia y responsabilidad, generando un impacto positivo en los mercados donde actuamos.”²

1.1.4. Valores

“Nuestros valores nos identifican, diferencian de los demás y retan a ser mejores. A su vez, estos definen nuestra forma de ver las cosas, de pensar y actuar. Más que palabras, representan acciones diarias que determinan nuestro carácter e individualidad.”

Los vivimos en nuestro trabajo, nuestro equipo, con nuestra familia, nuestras relaciones, en las comunidades y países donde AG influye positivamente. Estos son:

- Buscamos ser los mejores día a día.
- Actuamos con transparencia y honestidad.
- Nos comportamos como dueños.
- Amamos lo que hacemos
- Respetamos a los demás y a nuestro entorno.
- Construimos juntos un mejor futuro.”³

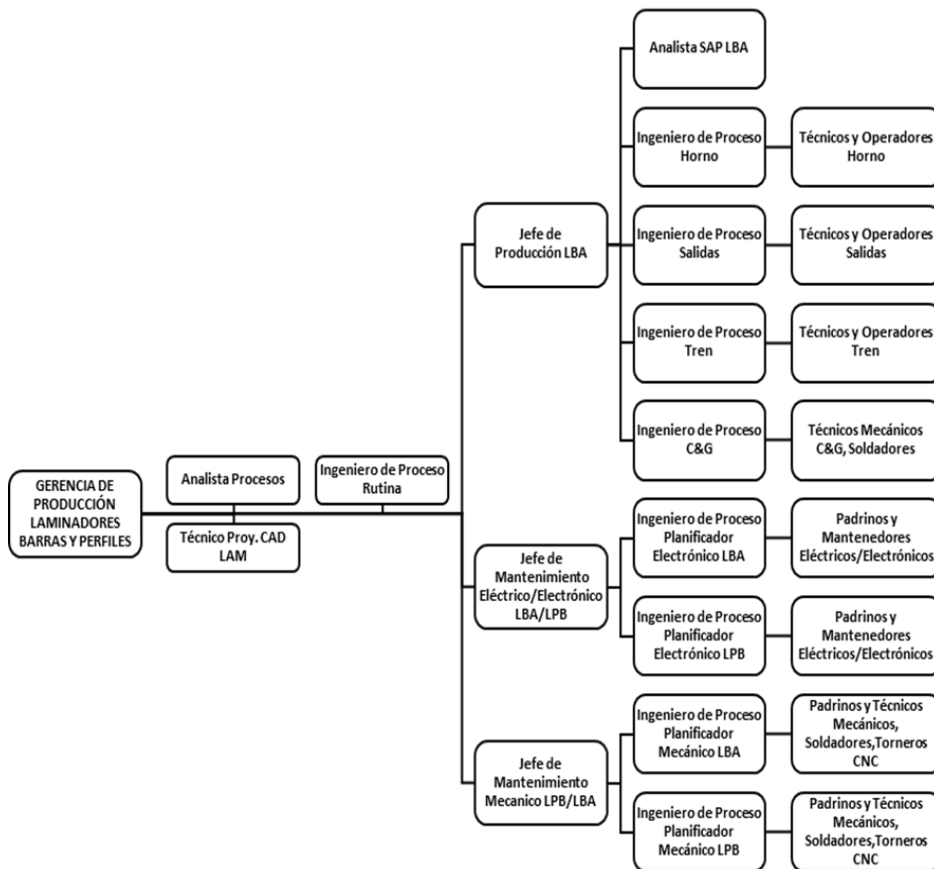
² Sidegua, Aceros de Guatemala. *Departamento de Recursos Humanos.*

³ *Ibíd.*

1.1.5. Organigrama

“A continuación, se presenta la forma en la que está organizada la SIDEGUA S.A.”⁴

Figura 1. Estructura organizacional



Fuente: AGSA GROUP.

⁴ Sidegua, Aceros de Guatemala. *Departamento de Recursos Humanos.*

1.2. Descripción del problema

La planta Laminadora de Barras y Alambrón se ha visto afectada por el tipo de mantenimiento que se emplea actualmente, el tiempo que disponen para realizar el mantenimiento, la capacidad y conocimiento de colaboradores disponibles para realizar las actividades de mantenimiento y la capacitación con la que estos cuentan. Estos factores se reflejan en el incumplimiento mensual de metas debido al incremento de paro no programados y el aumento de costos asociados al mantenimiento.

Por lo anterior, esta es una oportunidad de mejora el plan de mantenimiento preventivo, ya que, actualmente, los registros no cuentan con trazabilidad sobre los mantenimientos realizados a cada uno de los equipos ni los costos, tiempo, recurso humano y económico, que estos implican.

Carecer de un plan de mantenimiento preventivo enlazado con el sistema SAP/PM, que es una herramienta para llevar un control del plan de mantenimiento de los equipos y tener el control de los gastos que estos conllevan, dificulta el cumplimiento de los requerimientos y estándares de la norma ISO 9001:2015, Sistema de Gestión de Calidad. El sistema SAP/PM permite crear órdenes de mantenimiento dependiendo de la importancia y su clasificación, poder crear reservas de repuestos e insumos, realizar órdenes de compras, planes de mantenimiento y poder controlar el estatus de cada una.

1.3. Descripción del proceso de producción de AG SIDEGUA

AG SIDEGUA es un parque industrial que inicia su proceso producción desde la recolección de materia prima, que en su totalidad es chatarra, la cual puede ser adquirida de manera nacional o internacional. Para garantizar la

calidad del producto final, debe ser estrictamente controlada porque este es uno de los subprocesos base de todo el proceso productivo del parque industrial.

Después de clasificar y procesar la materia prima se transporta a la planta de acería donde el acero se funde. Al salir del horno, se obtienen palanquillas cuyo peso y longitud concuerdan con los requerimientos de laminación para transformarlo en varilla corrugada o alambón de diferentes dimensiones. Para obtener barras se producen en diámetros 8 mm hasta 1 3/8" y para alambón los diámetros son de 5,5 mm y 6 mm.

1.4. Proceso de acería

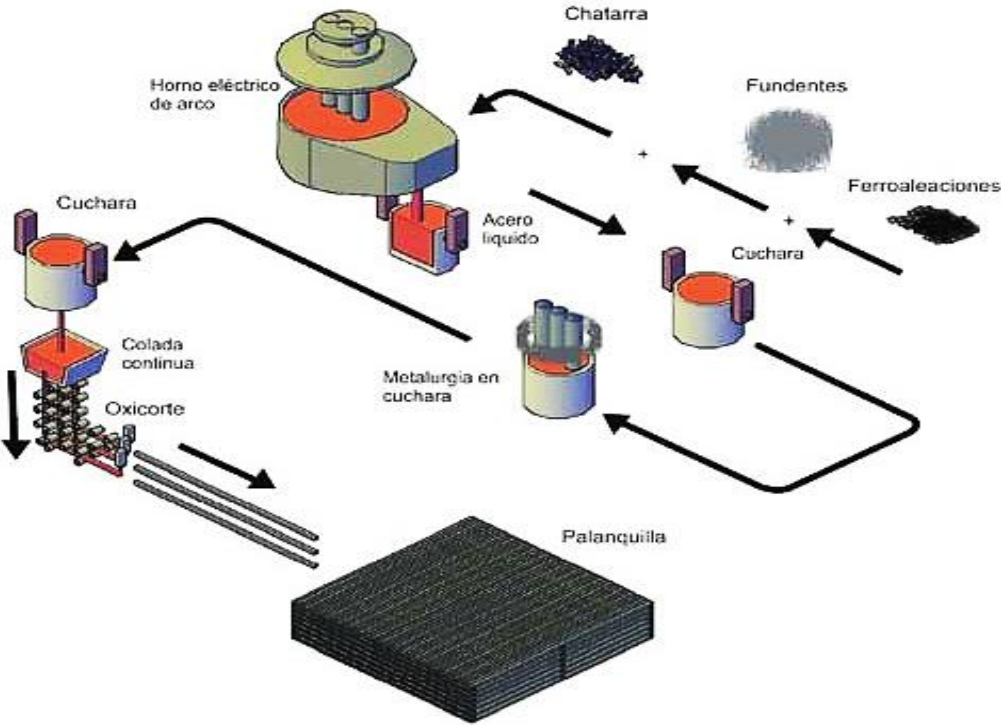
La elaboración de la palanquilla inicia con la clasificación de la chatarra no ferrosa de acuerdo con su composición química y densidad. Luego, se coloca en cestas donde se les agrega cal, coque (carbón mineral que contiene entre 45 y 85 % de carbón; se calienta en hornos cerrados a temperaturas muy altas y se la agrega calcita para optimizar la combustión) y escorias sintéticas. Las cestas son vaciadas en un horno EAF (Arco eléctrico) el cual funde la chatarra.

Al conseguir alrededor de los 1 600 °C se traslada el acero en estado líquido al horno LF (horno de cuchara) donde se realiza el refinamiento ajustando los parámetros para lograr la composición química requerida.

“El proceso de colada continua consiste en verter el acero líquido en moldes de fondo desplegable donde la sección transversal es de la forma geométrica que se desea, en este caso es cuadrado. Luego, una máquina de colada continua (MCC) procesa el acero hasta convertirlo en palanquilla de acero sólido. Se enderezan y por un procedimiento de oxicorte son cortadas a medida. Por último, las palanquillas se llevan a un patio para que descienda su

temperatura y se llevan a la planta de laminación.” (Construmática. Artículo en línea: Proceso de fabricación a partir de chatarra).⁵

Figura 2. Fabricación de palanquillas de acero



Fuente: AGSA GROUP.

⁵ Construpedia. *Proceso de fabricación del acero a partir de chatarra* www.construmatica.com/construpedia/Proceso_de_Fabricaci%C3%B3n_del_Acero_a_Partir_de_Chatarra.

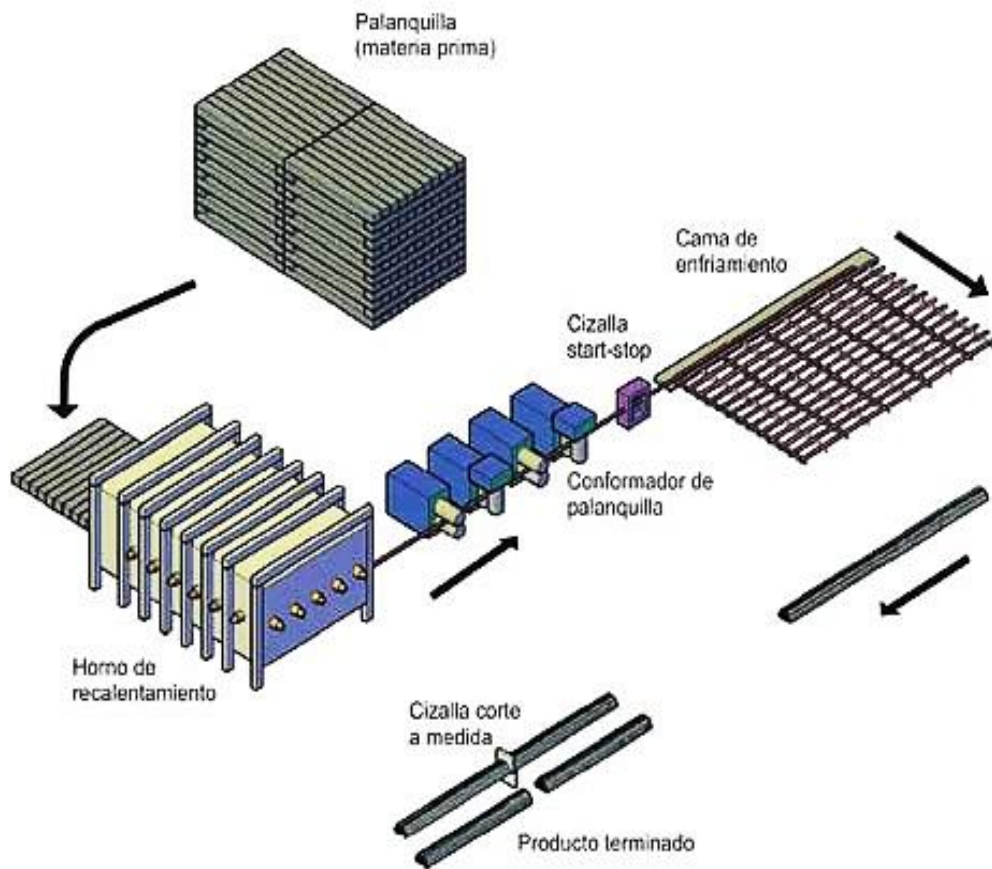
1.5. Proceso de laminación

Consiste en calentar previamente una palanquilla de acero fundido a una temperatura donde se aproveche la ductilidad del acero, es decir, la capacidad de deformarse de manera longitudinal y transversal, esto se debe a la presión ejercida en la palanquilla cuando pasa en medio de rodillos o cilindros, que giran a la misma velocidad y en sentidos opuestos. Para el laminado en caliente las temperaturas de operación están entre los 1 250 °C, al inicio, y los 800 °C, al final.

El proceso de laminación cuenta con cuatro subprocesos los cuales son:

- Calentamiento
- Tren laminador
- Evacuación
- Empaque

Figura 3. **Proceso de laminación**



Fuente: AGSA GROUP.

1.5.1. Calentamiento

“Un horno de recalentamiento, de combustión se alimenta por medio de una mesa de empujadores hidráulicos los cuales llevan la palanquilla al interior del horno donde consigue la temperatura de laminado que oscila entre 1 140 y 1 180 °C. La temperatura del horno y el proceso de combustión son controlados de forma semiautomática. Cuenta con señales de temperatura en las zonas de igualación y de recalentamiento, flujo del aire de combustión y presión de aire de atomización y de bunker los cuales son variables que ayudan a la operación del horno.”⁶

“El proceso de calentamiento tiene lugar debido a que la palanquilla que sale de la acería es almacenada para su posterior utilización en los trenes de laminación, lapso en el cual pierde temperatura y es imposible utilizarla en este estado para la laminación.”⁷

1.5.2. Tren laminador

“Un tren laminador es el conjunto de cajas laminadoras y elementos auxiliares, como motores de accionamiento de los cilindros, sistemas de guías para las cajas para entrada y salida del material, cizallas, formabucles, entre otros.”⁸

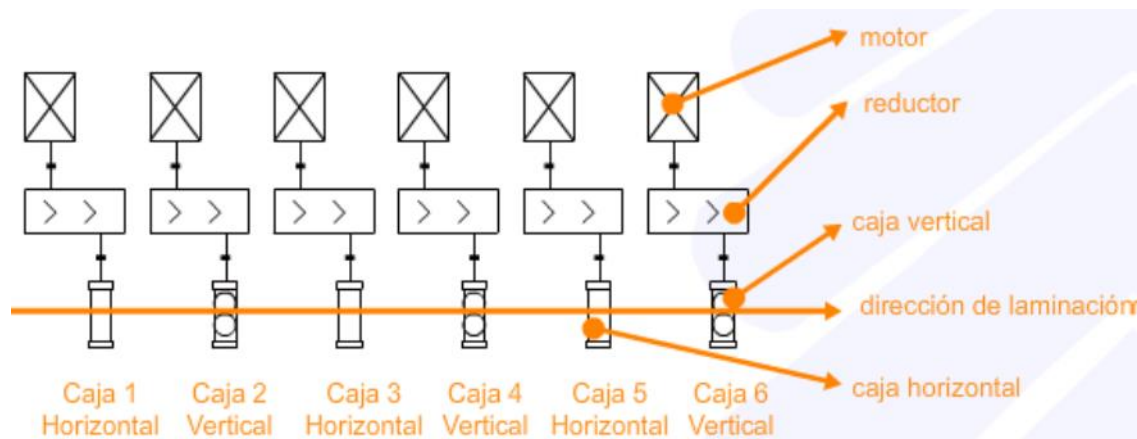
⁶ LEÓN, Maira., MURCIA, Mónica. *Diseño del programa de mantenimiento preventivo para las cajas laminadoras del tren 3 de laminación en la empresa GERDAU DIACO PLANTA TUTA*. p. 19.

⁷ *Ibíd.*

⁸ *Ibíd.*

“Su distribución corresponde a cajas dispuestas unas a continuación de otras, con separación tal que el perfil que se está laminando se encuentra simultáneamente bajo la acción de dos o más de ellas.”⁹

Figura 4. **Layout de tren laminador**



Fuente: LEÓN, Maira., MURCIA, Mónica. *Diseño del programa de mantenimiento preventivo para las cajas laminadoras del tren 3 de laminación en la empresa GERDAU DIACO – Planta tuta.* p.20.

1.5.2.1. **Tren desbaste**

Un camino de rodillos motorizados transporta la palanquilla del horno al tren. En este sector, se eliminan asperezas y buena parte de la calamina de la palanquilla, además sufre un cambio de sección transversal al pasar por siete cajas laminadoras puestas en línea. Cada paso por una caja se considera como pase, donde se encontrarán intercaladas en posición vertical y horizontal, a excepción de los primeros dos pases que están en posición horizontal. Al salir de la séptima caja laminadora se realizará un corte de cabeza a la palanquilla

⁹LEÓN, Maira., MURCIA, Mónica. *Diseño del programa de mantenimiento preventivo para las cajas laminadoras del tren 3 de laminación en la empresa GERDAU DIACO – PLANTA TUTA* p 19

porque se tiende a deformar y la cola pierde temperatura por medio de una cizalla volante.

1.5.2.2. Tren intermedio

La barra en proceso pasará por seis cajas laminadoras puestas en línea en forma intercalada en posición vertical y horizontal. Al salir la barra del pase número trece, de igual manera, se realiza un corte de cabeza y cola.

1.5.2.3. Tren acabador

Cuenta con seis cajas, tres cajas en posición horizontal y tres cajas convertibles, es decir, su posición puede ser horizontal o vertical. Se ponen en uso de acuerdo con el diámetro de la varilla que se esté produciendo, cuanto menor sea el diámetro de la varilla más cajas son requeridas. El acabado de las barras se da en las últimas cajas del tren laminador que donde se hace la corruga y la marca de la barra.

1.5.3. Evacuación

La barra sale del tren continuo y una cizalla volante la corta a una longitud aproximada de 72 metros.

En la mesa de enfriamiento el material pierde temperatura de 400 °C a 100 °C aproximadamente y, por medio de brazos mecánicos y sistemas motorizados e hidráulicos se traslada hacia un camino de rodillos motorizados. Una cizalla de guillotina corta estas barras a medida, 6, 9, 12 y 15 metros de longitud.

1.5.4. Empaquetado

Posteriormente, salen las barras con el corte a medida, se cuentan y, por medio de atadoras neumáticas e hidráulicas se empaquetan, de acuerdo con el número de unidades determinadas por el diámetro de la varilla.

1.6. Mantenimiento

“Mantenimiento la agrupación de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos para detectar, corregir o prevenir los problemas ocasionados por las fallas potenciales de las funciones de una máquina o equipo. El objetivo es asegurar que una instalación, sistema industrial, una máquina u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron creadas manteniendo la capacidad y la calidad especificadas. En la actualidad, el mantenimiento industrial tiene una inclinación e involucra al grupo operacional de mantenimiento y a toda la organización ya que es una de las áreas primordiales para mantener y mejorar la productividad porque el mantenimiento incide en la calidad y costos de la producción.”¹⁰

“El mantenimiento constituye un sistema dentro de toda organización industrial; y desde una perspectiva básica, su función consiste en realizar las reparaciones, ajustes, modificaciones y reemplazos de componentes en los equipos para que puedan operar satisfactoriamente durante un período de tiempo específico.”¹¹

Dada la incidencia significativa que el mantenimiento tiene sobre la producción y productividad de una empresa, representa un sistema idóneo para

¹⁰ CANSINO, Elvis., LUCERO, Danny. *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica MINEROSA*. p. 19.

¹¹ PRADO, Raúl. *Manual gestión de mantenimiento a la medida*. p. 23.

mantener mejoras en la eficiencia y calidad, optimizando así la competitividad de la empresa dentro de un contexto de excelencia gerencial y empresarial.

“Mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada; también se divide en mantenimiento correctivo o preventivo; será preventivo, si los trabajos se ejecutan para evitar que se pierda la calidad de servicio, y correctivo si los trabajos son necesarios porque dicha calidad del servicio ya se perdió.”¹²

El servicio se mantiene y la máquina se preserva, de aquí el concepto de conservación. La calidad del servicio se mide por el número de quejas recibidas de los usuarios y la calidad de una máquina se mide por el bajo porcentaje de fallas.

El mantenimiento es un grupo de acciones orientadas a preservar, mejorar y asegurar que sus equipos e instalaciones operen bajo los parámetros establecidos. Para ello, utiliza técnicas que garanticen la operatividad, respeten la salud, seguridad y medio ambiente y basen su desempeño en condiciones de fiabilidad, con un costo mínimo y a largo plazo.

1.6.1. Objetivo del mantenimiento

“El objetivo del mantenimiento es garantizar que el parque industrial cuente con la máxima disponibilidad cuando lo requiera el cliente o usuario, con la máxima confiabilidad y fiabilidad, durante el tiempo solicitado para operar.”¹³

También debe contar con los parámetros requeridos, las condiciones técnicas y tecnológicas exigidas por el demandante, para producir bienes o

¹² SALGUERO, Haroldo. *Proceso de gestión de calidad en mantenimiento preventivo*. p 4.

¹³ MORA, Luis. *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*, p.39.

servicios que satisfagan sus necesidades, deseos o requerimientos. Se debe cumplir con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno al menor costo posible y con los mayores índices de productividad y competitividad posibles para optimizar su rentabilidad. Es decir, para generar mayores ingresos.

“El mantenimiento industrial en una organización cuyos propósitos son disminuir los paros imprevistos del equipo, conservar la capacidad a la máxima eficiencia de trabajo de las máquinas, contribuir al aumento de la productividad, garantizar la seguridad industrial, mejorar la calidad de los productos o servicios realizados, depreciación de costos y optimizar recursos incluye tareas específicas del departamento de mantenimiento. Entre ellas están planificar actividades de mantenimiento en los momentos apropiados. De esta forma se reducen los costos por paros de producción. Se debe analizar si es conveniente dar mantenimiento a una máquina o buscar reemplazo, suministrar herramientas adecuadas al personal de mantenimiento, instruir al personal sobre principios y normas de seguridad industrial, mantener actualizado el *stock* de repuestos y lubricantes.”¹⁴

El objetivo del mantenimiento es optimizar el nivel de disponibilidad de producción con estándares de calidad, máximo nivel de seguridad para quien opere la máquina o equipo y con el menor impacto al medio ambiente, lo cual se debe lograr con el menor costo posible y a largo plazo.

¹⁴ CANSINO, Elvis., LUCERO, Danny. *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica MINEROSA*. p.19.

1.6.2. Tipos de mantenimiento

A continuación, se explicarán los tipos de mantenimiento más importantes y aceptados con mayor frecuencia.

1.6.2.1. Mantenimiento Correctivo

“Este tipo de mantenimiento prescinde de una planificación sistemática y se pone en práctica cuando los equipos presentan un fallo, es decir, el mantenimiento se reduce a la reparación del equipo o maquinaria. Durante su ejecución se produce un paro en el proceso de fabricación y disminuye la producción. Su aplicación corresponde a equipos de bajo nivel de criticidad y que no estén directamente relacionado con la producción.”¹⁵

El costo de reparación es inferior a la inversión para implementar otro tipo de mantenimiento más complejo, tomando en cuenta que el mantenimiento correctivo es inevitable así se ponga en práctica un mantenimiento más sofisticado ya que el equipo esta propenso a presentar en cualquier momento fallas que no fueron previstas.

1.6.2.1.1. Ventajas del mantenimiento correctivo

Las ventajas que presenta este tipo de mantenimiento es que no genera gastos fijos, tampoco es necesario programar ni prever ninguna actividad, en proyectos a corto plazo puede presentar un resultado económico favorable,

¹⁵ CANSINO, Elvis., LUCERO, Danny. *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica MINEROSA*. p.24.

resulta económica la aplicación de este tipo de mantenimiento para equipos que no se encuentre relacionados de manera directa con la producción.

1.6.2.1.2. Desventajas del mantenimiento correctivo

Entre los aspectos desfavorables que presenta este tipo de mantenimiento están que el tiempo de reparación tiende a ser mayor debido que el repuesto no se encuentra en bodega, los fallos al ser imprevistos suelen ser insignificantes para el equipo, por lo que la reparación puede ser costosa, por ser fallos inesperados pueden ocasionar un siniestro. Esto perjudica la seguridad del personal, el tiempo que demore la reparación de las fallas es incierto, se debe contar con técnicos de alta experiencia para disminuir el tiempo de reparación además de contar con un *stock* de repuestos amplio.

1.6.2.2. Mantenimiento preventivo

“El mantenimiento preventivo es una estrategia de programación de las intervenciones de mantenimiento que se deben realizar sobre una máquina. Estas intervenciones se realizan pensando en inspeccionar, reparar o reemplazar piezas. La ventaja es que, al programar adecuadamente las actividades de mantenimiento, las paradas se realizarán con todas las facilidades y causando mínimos inconvenientes a la producción. Los costos de este tipo de mantenimiento dependen directamente de la precisión con la que se realicen las programaciones y la efectividad de estas.”¹⁶

¹⁶ CAJAS, Carlos., JANETA, Alberto. *Planificación de mantenimiento basado en el método de confiabilidad RCM para motores estacionarios de la planta TERMOPICHINCHA S.A. CENTRAL GUANGOPOLO.* p. 20.

La programación se basa en el estudio de las vidas útiles de cada elemento y del tiempo esperado para que ocurra su falla. Para la planificación, administración y control de estos programas de mantenimiento es común el uso de herramientas informáticas, como bases de datos o en industrias más grandes el uso de paquetes computacionales más específicos.

Así, el mantenimiento preventivo procura sacar el mayor beneficio de la vida útil de las piezas de una máquina disminuyendo las paradas imprevistas que afectan al proceso productivo.

1.6.2.2.1. Ventajas del mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento ayuda a maximizar la disponibilidad de la maquinaria, mayor seguridad para el operativo, mayor productividad, disminuye los tiempos muertos, por lo tanto, existen menos paros imprevistos, menos productos rechazados, menos desperdicios, aumenta la vida útil de los equipos, cumplimiento de la producción planeada, se conoce anticipadamente el presupuesto de costos de mantenimiento, mejor control y planeación del mantenimiento aplicado en los equipos, existe una mayor seguridad en la operatividad de los equipos debido a que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento, carga de trabajo es equitativa para el personal de mantenimiento ya se cuenta con una programación de actividades.

1.6.2.2. Desventajas del mantenimiento preventivo

El declive que se tiene en el desmontaje y sustitución innecesaria de piezas, los costos elevados ya que las inspecciones se realizan de manera periódica y se necesita que el operario tenga experiencia. Representa alto costo en la inversión de inventarios, pero siendo previsible permite una mejor gestión, al tiempo que se montan las piezas y se realizan pruebas de funcionamiento puede afectar a la regularidad de la marcha.

1.6.2.3. Mantenimiento predictivo

“El mantenimiento predictivo se basa fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, así se evitan sus consecuencias y la posibilidad de que la producción se detenga. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de los equipos, sistema productivo y fundamentalmente de la tecnología disponible en cada industria.”¹⁷

En la actualidad, con el uso de los avances tecnológicos en el campo de la electrónica y telecomunicaciones sumado a los ensayos no destructivos y a los aparatos e instrumentos de diagnóstico, se ha logrado monitorear los parámetros operativos en los activos físicos o sistemas, en el mejor de los casos en tiempo real, de tal forma que se puede llevar un seguimiento del desgaste de los mismos y determinar mediante una administración y análisis adecuado de los datos de tiempo adecuado (programado) para la aplicación de un mantenimiento preventivo.

¹⁷ CAJAS, Carlos., JANETA, Alberto. *Planificación de mantenimiento basado en el método de confiabilidad RCM para motores estacionarios de la planta TERMOPICHINCHA S.A., CENTRAL GUANGOPOLO.* p. 22.

Su aplicación conlleva altos costos iniciales, en la instalación de los dispositivos de monitoreo, en la implantación del sistema de administración y análisis de datos y el adiestramiento de la persona, sin embargo. Estos costos se reducirán paulatinamente y serán altamente rentables cuando el sistema esté funcionando en su totalidad.

Una de las ventajas de este tipo de mantenimiento es la generación de un archivo histórico acerca del funcionamiento, modos de falla, comportamiento mecánico, entre otros, de cada uno de los activos físicos o sistemas. Esto coadyuva en la toma de decisiones en la seguridad industrial, la adquisición de nuevas maquinarias u otras decisiones técnicas y económicas de cada industria.

1.6.2.3.1. Técnicas predictivas de mantenimiento

“Existe una gran variedad de tecnologías que pueden y deberían ser utilizadas como parte de un programa predictivo global de mantenimiento. Las fallas en los sistemas mecánicos son las más frecuentes en la mayoría de los equipos y generan fallas eléctricas, hidráulicas, neumáticas, entre otros.¹⁸

Las técnicas no destructivas más habituales para mantenimiento predictivo son monitoreo de vibración (rastreo banda ancha, rastreo banda corta, análisis de señales), parámetros de termografía (análisis de señales con termómetros infrarrojos, rastreo con scanner de línea, análisis espectro gráfico, análisis por partículas de desgaste por roce, desgaste por corte, entre otros.) ferrografías / hierrografía, parámetros de procesos (análisis de motores eléctricos, monitoreo ultrasónico, análisis de operación dinámica), inspección visual, entre otros.

¹⁸ JACOME, Oscar. *Ingeniería del mantenimiento*; EPN. p.32.

1.6.2.3.2. Ventajas del mantenimiento predictivo

Permite la identificación anticipada de defectos, sin la necesidad de parar o desmontar la maquinaria; uso del elemento mecánico hasta el final de su vida útil por lo que se puede seguir la evolución del defecto en el tiempo hasta que se vuelva peligroso. El tiempo de reparación disminuye ya que se tiene identificada la falla, no se necesita de un amplio inventario ya que se predice que elemento va a fallar y su adquisición será con anterioridad y reducirá los costos. Existe seguridad en el funcionamiento y operatividad de la máquina, aumenta la producción por el ahorro de paradas ya que para corregir el defecto puede programarse la parada haciéndola coincidir con un tiempo muerto de producción.

1.6.2.3.3. Desventajas del mantenimiento predictivo

Las desventajas que presentan elevados costos por la adquisición de equipos para la detección de fallos, técnicos especializados para el análisis de datos, limitación de aplicación para algunos tipos de fallas, no existe ningún parámetro que sea capaz de reflejar exactamente el estado de una máquina, no es viable la monitorización de todos los parámetros para toda la maquinaria.

1.7. Gestión de mantenimiento

“La gestión de mantenimiento se puede definir como un conjunto de actividades para la determinación de los objetivos, estrategias y

responsabilidades, éstos son para llevar a cabo a través de la planeación, control, supervisión y mejora en los métodos de la organización, incluyendo los aspectos económicos.”¹⁹

La gestión debe empezar teniendo en consideración factores como: calidad, confiabilidad, eficiencia, rapidez, rentabilidad seguridad que, a su vez, permita la medición del resultado, el análisis y la mejora continua para identificar las actividades equivocadas que se realizan bien.

Las herramientas de gestión y planeación de mantenimiento soportan sus modelos en las siguientes teorías de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo: Se realiza cuando el equipo presenta falla. No existen actividades de planeación.
- Mantenimiento preventivo: Se tienen actividades de planeación enfocadas en afrontar y contraatacar fallas potenciales. Se realiza bajo frecuencias preestablecidas que se pueden basar en estadísticas, en los tiempos de operación, en recomendaciones del fabricante, entre otros.
- Mantenimiento basado en la condición: Se monitorean variables importantes con la falla de equipos. El reto es la determinación de parámetros para monitorear. La frecuencia de monito es preestablecida; sin embargo, no es tan constante como una estrategia de mantenimiento de inspección.

“La eficacia de esta estrategia está basada en el contexto operativo y los sistemas de gestión, se requiere considerar ambas y deben ser integradas adecuadamente.”²⁰

¹⁹ MANZINI, Riccardo., REGATTIERI, Alberto. Et al *Maintenance for Industrial Systems*. p.18.

1.8. ISO 9001:2015, sistema de gestión de calidad

Esta norma internacional promueve la adopción de un enfoque a procesos al desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los requisitos del cliente.

La comprensión y gestión de los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de la organización en el logro de sus resultados previstos. Este enfoque permite a la organización controlar las interrelaciones e interdependencias entre los procesos del sistema, de modo que se pueda mejorar el desempeño global de la organización.

El enfoque a procesos implica la definición y gestión sistemática de los procesos y sus interacciones, con el fin de alcanzar los resultados previstos de acuerdo con la política de la calidad y la dirección estratégica de la organización. La gestión de los procesos y el sistema en su conjunto puede alcanzarse utilizando el ciclo PHVA con un enfoque global de pensamiento basado en riesgo dirigido a aprovechar las oportunidades y prevenir resultados no deseados.

La aplicación del enfoque a procesos en un sistema de gestión de la calidad permite:

- la comprensión y la coherencia en el cumplimiento de los requisitos.
- la consideración de los procesos en términos de valor agregado.
- el logro del desempeño eficaz del proceso.

²⁰ MANZINI, Riccardo., REGATTIERI, Alberto. Et al. *Maintenance for Industrial Systems*. p.22.

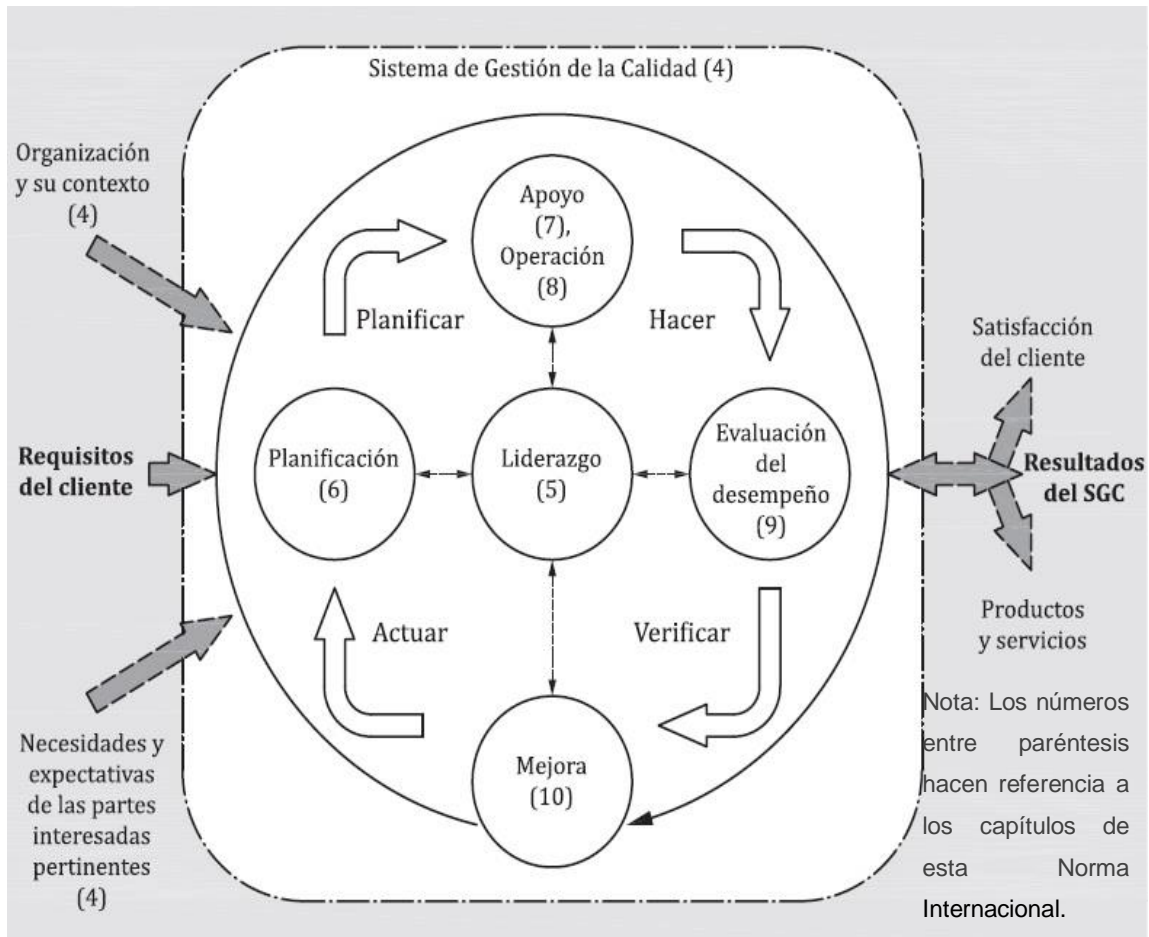
- la mejora de los procesos con base en la evaluación de los datos y la información.

1.8.1. Ciclo planificar, hacer, verificar y actuar

El ciclo planificar, hacer, verificar y actuar (PHVA) puede describirse brevemente como sigue:

- Planificar: establecer los objetivos del sistema y sus procesos, y los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización, e identificar y abordar los riesgos y las oportunidades;
- Hacer: implementar lo planificado.
- Verificar: realizar el seguimiento y (cuando sea aplicable) la medición de los procesos y los productos y servicios resultantes respecto a las políticas, los objetivos, los requisitos y las actividades planificadas, e informar sobre los resultados.
- Actuar: tomar acciones para mejorar el desempeño, cuando sea necesario.

Figura 5. **Representación de las estructuras de esta norma internacional con el ciclo PHVA**



Fuente: Norma internacional ISO 9001:2015, sistemas de gestión de la calidad – requisitos, traducción oficial, p. IX.

1.8.2. Operación

A continuación, se desglosan los métodos para la planificación y control operacional.

1.8.2.1. Planificación y control operacional

La organización debe planificar, implementar y controlar los procesos necesarios para cumplir los requisitos para la provisión de productos y servicios, y para implementar las acciones determinadas, mediante:

- La determinación de los requisitos para los productos y servicios.
- El establecimiento de criterios para:
 - Los procesos.
 - La aceptación de los productos y servicios.
 - La determinación de los recursos necesarios para lograr la conformidad con los requisitos de los productos y servicios.
 - La implementación del control de los procesos de acuerdo con los criterios.
 - La determinación, el mantenimiento y la conservación de la información documentada en la extensión necesaria para:
 - Tener confianza en que los procesos se han llevado a cabo según lo planificado.
 - Demostrar la conformidad de los productos y servicios con sus requisitos.

La salida de esta planificación debe ser adecuada para las operaciones de la organización.

La organización debe controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias de los cambios no previstos, tomando acciones para mitigar cualquier efecto adverso, según sea necesario.

1.9. SAP módulo mantenimiento de planta (PM)

“SAP es un producto informático de gestión empresarial para organizaciones privadas y públicas, desarrollado por la compañía alemana de software SAP AG, líder en el mercado de sistemas ERP. El producto está especialmente diseñado para soportar los procesos de empresas y organizaciones de diferentes rubros, adicionalmente, dentro toda la suite de soluciones SAP, existen versiones personalizadas llamadas “Verticales” que contemplan rubros específicos de negocios, tales como: Retail, Banking, Oil & Gas, Sector Publico, Vehículos, etc. Los principales beneficios de trabajar con el ERP SAP podemos mencionar los siguientes.”²¹

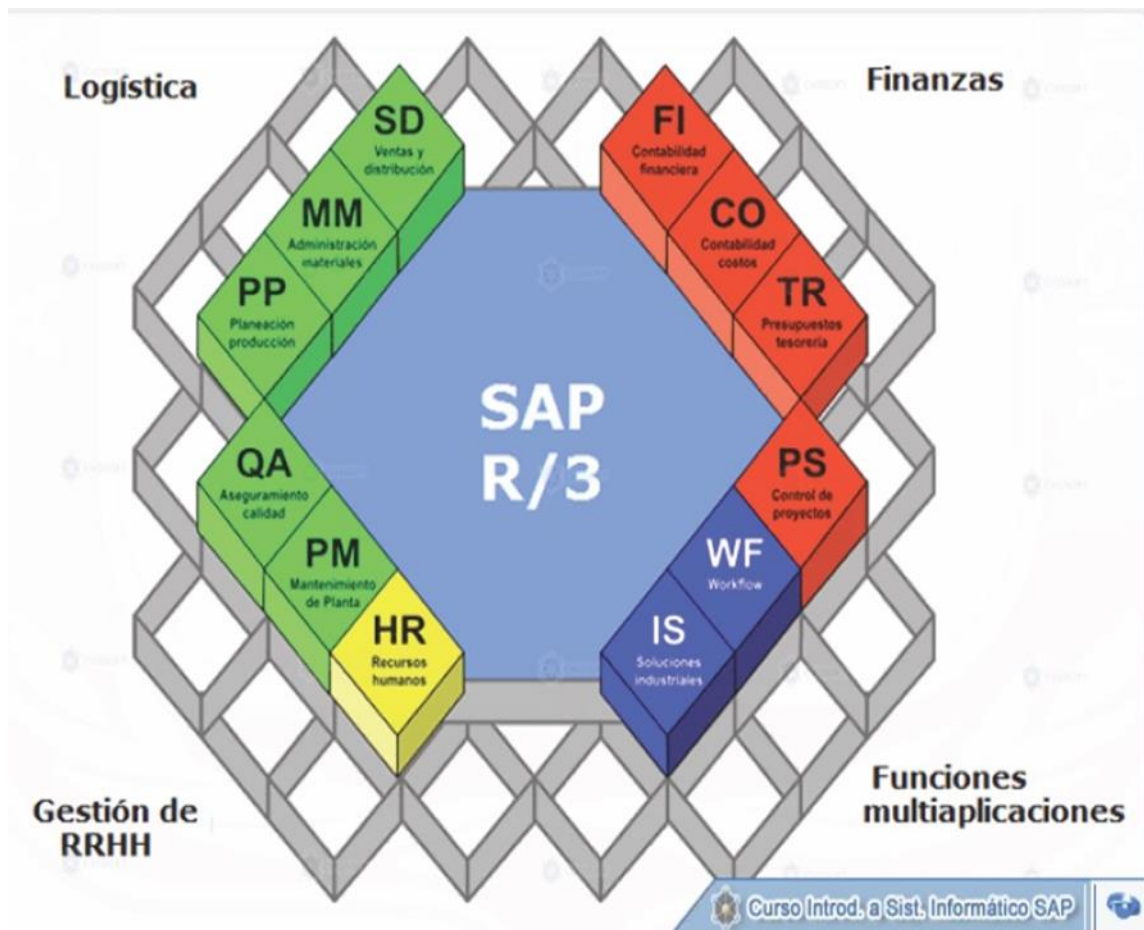
- Utilizar sólo un sistema integrado donde se realicen las operaciones clave de la organización.
- Adicionar controles y mejores prácticas en las diferentes áreas de la organización.
- Soporte actual y para el futuro del volumen y complejidad de las operaciones.
- Brindar en tiempo real a los diferentes niveles de la organización información confiable, útil y oportuna.
- Contar con una herramienta de gestión de clase mundial, flexible y escalable, en constante innovación del que SAP invierte en sus productos.

²¹ ESPINOZA, Félix. *Implantación del sistema SAP en la gestión de procesos presupuestales en una organización peruana*. p.15.

1.9.1. Principales módulos de ERP SAP

Un sistema ERP, que se utiliza para la administración integral de una empresa, está compuesto por una serie de áreas funcionales o módulos que responden de forma completa y en tiempo real a los procesos operativos de las compañías.

Figura 6. Módulos de SAP



Fuente: Manual CVOSOFT Introducción al sistema SAP, p. 31.

“La solución ERP SAP está dividida en tres áreas: logística, finanzas, y recursos humanos. Las aplicaciones gestionan la cadena de suministro desde el aprovisionamiento de material hasta la entrega del producto y facturación al cliente. Existen también otros componentes especiales de ERP SAP que interactúan con los módulos estándar y están orientados a ciertos sectores de negocio.”²²

El área de aplicación Logística posee los siguientes módulos:

- Logística General (LO)
- Gestión de Materiales (MM)
- Planificación de la Producción (PP)
- Gestión de la Calidad (QM)
- Ventas y Distribución (SD)
- Gestión de Proyectos (PS)
- Mantenimiento de Planta (PM)

El área de aplicación de Recursos Humanos son los siguientes:

- Administración de Personal (PA)
- Desarrollo y Planificación del Personal (PD)

El área de aplicación financiera gestiona las funciones financieras, contables y la generación de diferentes informes que contribuirán a efectuar toma de decisiones. Presenta los siguientes módulos:

- Contabilidad Financiera (FI)

²² ESPINOZA, Félix. *Implantación del sistema SAP en la gestión de procesos presupuestales en una organización peruana*. p.16.

- Contabilidad de Costos (CO)
- Contabilidad Empresarial (EC)
- Gestión de inversiones (IM)
- Tesorería (TR)

1.10. Gestión ambiental

Es un proceso dinámico, cuyo propósito es permitir que la formulación de las políticas y su implementación, vayan progresivamente incorporando mayores consideraciones ambientales. Es la base orientadora para la elaboración de los instrumentos de planificación: planes de desarrollo, planes reguladores y presupuestos municipales con el fin de considerar las consideraciones ambientales en las necesidades de expansión y mejoramiento de la calidad de vida.²³

De la misma forma la gestión ambiental se trabaja de forma eficaz, eficiente y efectiva; teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- La solución a los problemas ambientales requiere un enfoque integral: un problema ambiental se da por el daño a los sistemas ecológicos y que para solucionarlos es necesario adoptar una visión o enfoque integral, con el fin de encontrar soluciones realistas.
- La gestión ambiental es transversal: la mejor manera de ver la realidad ambiental no es sectorialmente, es decir cada uno desde su especialidad, institución o sector. La transversalidad permite ver los problemas, revisar los aspectos prioritarios y buscar las soluciones desde

²³, GUHL, Ernesto., WILLS, Eduardo. Et al. *Guía para la gestión ambiental regional y local*. p.38.

los diferentes campos de acción, de manera que se busquen soluciones a problemas prioritarios y que influyan sobre los otros.

- La gestión ambiental requiere de visión sistemática: el medio ambiente es un sistema, los daños producidos por los daños ambientales deben solucionarse pensando en el sistema completo, no únicamente en sus partes.
- La gestión ambiental utiliza los conocimientos holísticos: el desarrollo científico, social, cultural económico a nivel global permite reconocer, adaptar y aplicar diferentes corrientes de pensamiento (por ejemplo, ético-ecológico) al desarrollo local. Es utilizar lo global e integral y actuar sobre problemas concretos de las regiones a través del desarrollo de proyectos.

1.10.1. Residuos

“Es todo objeto, sustancia o elemento en estado sólido, que se abandona bota o rechaza. Los residuos se pueden clasificar de varias formas, tanto por estado, composición física, origen y tipo de manejo. Estos residuos tienen diversas clasificaciones, dentro de las cuales se encuentra por estado 19, existen tres tipos de residuos dependiendo del estado físico en el que se encuentren: sólidos, líquidos y gaseosos. Esta clasificación se realiza de acuerdo con la forma de manejo asociado.”²⁴

De acuerdo con su composición física los residuos sólidos se clasifican en:

²⁴ HENRY, Glyn., HEINKE, Ingeniera Ambiental. p. 35.

- Orgánicos: son los desechos sólidos provenientes de animales y plantas sujetos a la descomposición, transformación y en general, a cambios que se pueden presentar en la estructura química.
- Inorgánicos: son los desechos provenientes de fuentes minerales y los cuales no sufren descomposición ni cambios químicos.

“También los residuos pueden ser clasificados según su origen, lo determina de acuerdo con la actividad que lo origine. Esa clasificación se da por medio del tipo de sector que la genere; en ella tenemos:”²⁵

- Residenciales o domésticos: normalmente tienen alto contenido de materia orgánica. Son los que, por su cantidad, calidad naturaleza, composición y volumen son generados por las actividades de la vivienda del hombre o en cualquier establecimiento asimilable a éstos.
- Comerciales: son los generados en establecimientos comerciales y mercantiles tales como almacenes y depósitos. Generalmente presentan altos contenidos de papel y cartón. Dentro de esta clasificación se encuentran también:
 - Comerciales de alimentos: presentan altos contenidos de materia orgánica ya que son producidos por cafeterías, restaurantes y hoteles.
 - Plazas de mercado poseen alto volumen de materia orgánica, normalmente de tipo vegetal.
- Industriales: generadas por industrias como resultado de los procesos de producción, su composición depende del tipo de industria.

²⁵ TCHOBANOGLOUS, George. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. p. 30.

- Institucional: son las generadas en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos y edificaciones destinadas a oficinas. Normalmente tienen altos contenidos de materia orgánica, papel y cartón.
- Especiales: son las producidas en espectáculos o lugares especiales como en ferias o en presentaciones deportivas. Generalmente tienen alto contenido de papel y cartón.
- Barrido de calles: son el producto del aseo de las calles y avenidas. Presentan alto contenido de material inerte y papel.
- Lugares públicos: son los recogidos en parques o zonas de recreación; generalmente tienen altos contenidos de papel y cartón.

De acuerdo con el tipo de manejo, se pueden definir dos grupos:

- Residuo peligroso: son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar o disponer para la salud o el medio ambiente, causando muerte o enfermedad.
- Residuo no peligroso: residuos estables en el tiempo que no produce efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.

1.10.1.1. Sistema de manejo de residuos

“Este sistema se compone de varias fases: “²⁶

- Generación: abarca las actividades en las que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional, y o bien son tirados o bien son recogidos juntos para su evacuación. La generación de residuos es

²⁶ TCHOBANOGLOUS, George. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. p. 26.

una actividad poco controlable, ya que se desarrolla sin ningún tipo de vigilancia.

- Manipulación de residuos y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen: la manipulación y la separación de residuos involucran las actividades asociadas con la gestión de residuos hasta que estos son colocados en contenedores de almacenamiento para la recogida. La manipulación incluye el movimiento de los contenedores cargados hasta el punto de recogida. La separación de los componentes de los residuos es un paso importante en la manipulación y el almacenamiento de los residuos sólidos en el origen.
- Recogida: es la capacidad de recoger los residuos sólidos y de materiales reciclables que anteriormente han sido clasificados e incluye también el transporte después de la recogida, al lugar donde se vacía el vehículo de recogida. Este lugar puede ser una instalación de procesamiento de materiales, una estación de transferencia o un vertedero. y se dejan listos para su posterior transporte.
- Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos: la recuperación de materiales separados, la separación y el procesamiento de los componentes y transformación de los residuos sólidos que se produce en locaciones fuera de la fuente de generación de los residuos. Los tipos de medio utilizados para la recuperación de materiales residuales incluye recogida en la acera, los centros de recogida selectiva (bodegas) y los centros de recompra. El procesamiento frecuentemente incluye: la separación de objetos voluminosos; la separación de los componentes de los residuos, por tamaño utilizando cribas; la separación manual de los componentes de los residuos la reducción del tamaño,

mediante trituración; la separación de metales férricos, utilizando imanes; la reducción del volumen por compactación, y la incineración.

- Transferencia y transporte: comprende dos pasos a) la transferencia de residuos desde un vehículo de recogida pequeño hasta un equipo de transporte más grande, y b) el transporte subsiguiente de ellos residuos, normalmente a través de grandes distancias, a un lugar de procesamiento o evacuación. La transferencia normalmente tiene lugar en las estaciones de transferencia, a un incinerador, un relleno sanitario o una combinación de los anteriores.
- Evacuación o disposición final: la evacuación de residuos sólidos mediante vertederos controlados o la extensión en superficie es el destino último de todos los residuos. Un vertedero controlado moderno; es una instalación de ingeniería utilizada para la evacuación de residuos sólidos en el suelo o dentro del manto de la tierra, sin crear incomodidades o peligros para la seguridad o la salud pública, tales como la reproducción de ratas e insectos, y la contaminación de aguas subterráneas. El sistema de disposición final más utilizado es el denominado relleno sanitario.

1.11. Planta de tratamiento de aguas

“La planta de tratamiento posee un sistema de tratamiento primario. Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante un proceso físico de sedimentación. Esto se lleva a cabo reduciendo la velocidad del flujo. Las alcantarillas se construyen para mantener una velocidad de unos 60 cm/s, la cual es apropiada para arrastrar con las aguas

residuales todos los sólidos y prevenir que se depositen en las líneas de alcantarillado. En el tratamiento preliminar se disminuye la velocidad hasta unos 30 cm/s, durante un corto lapso, durante el cual se depositan como arenas los sólidos inorgánicos más pesados. ²⁷

En el tratamiento primario la velocidad del flujo se reduce hasta unos 2 cm/s en un tanque de asentamiento o sedimentación, durante el tipo suficiente, para dejar que se depositen la mayor parte de los sólidos sedimentables, que son principalmente orgánicos, separándose de la corriente del agua residual.

Los principales dispositivos para el tratamiento primario son los tanques de sedimentación, algunos de los cuales también tiene la función adicional de servir para la descomposición de los sólidos orgánicos sedimentados, lo cual se conoce como digestión de los lodos.

Según el Reglamento 236 – 06 de la Ley sobre Aguas Residuales, en el artículo 16, los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales son las siguientes: temperatura, potencial de hidrógeno, grasas y aceites, materia flotante, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días a veinte grados Celsius, demanda química de oxígeno, nitrógeno total, fósforo total, arsénico, cadmio, cianuro total, cobre, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plomo, zinc y coliformes fecales.

1.11.1. Tipos de aguas residuales

Es importante conocer los distintos tipos de aguas residuales porque hay que saber distinguirlos para llevar a cabo un correcto tratamiento.

²⁷ HILLEBOE, Herman *Manual de Tratamiento de Aguas Negras*. p. 37.

Para un adecuado tratamiento de las aguas residuales hay que saber diferenciar cada una de estas aguas e identificar los diferentes contaminantes que tienen.

Y es que el conocimiento de la naturaleza de las aguas residuales es muy importante para proyectar y explotar infraestructuras, tanto de recogida como de tratamiento y evacuación de aguas residuales y para la gestión de la calidad medioambiental.

1.11.1.1. Domesticas

“Contienen desechos humanos, animales y caseros. También incluye la infiltración de aguas subterráneas. Estas aguas residuales son típicas de las zonas residenciales en las que no se efectúan operaciones industriales, o solo en muy corta escala.”²⁸

1.11.1.2. Sanitarias

“Son iguales a las domésticas, pero incluyen aguas negras domésticas y los desechos industriales de la población.”²⁹

1.11.1.3. Pluviales

“Están formadas por el escurrimiento superficial de las lluvias, fluyen desde los techos, pavimentos y otras superficies naturales del terreno.”³⁰

²⁸ HILLEBOE, Herman *Manual de Tratamiento de Aguas Negras*. p. 37.

²⁹ *Ibíd.*

³⁰ *Ibíd.*

1.11.1.4. Combinadas

“Son la mezcla de las aguas negras domésticas y sanitarias y de las aguas pluviales, cuando se colectan en la misma alcantarilla.”³¹

1.11.1.5. Industriales

“Son las aguas de desecho provenientes de los procesos industriales. Pueden colectarse y disponerse aisladamente o pueden agregarse y formar parte de las aguas residuales sanitarias o combinadas.”³²

³¹ HILLEBOE, Herman *Manual de Tratamiento de Aguas Negras*. p.37.

³² *Ibíd.*

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo

En el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo se establecen tres ejes fundamentales: el fortalecimiento del área de mantenimiento, metodología del mantenimiento preventivo y el mantenimiento preventivo para cada maquinaria o equipos.

2.1.1. Fortalecimiento del área del mantenimiento

Para crear un plan de trabajo eficaz se planifican los aspectos por mejorar y las metodologías para que un proyecto contemplado tenga éxito.

El mantenimiento es difícil si no se tiene clara su finalidad dentro del contexto global y el objetivo de la empresa. Por ello, el área de mantenimiento debe estar estrechamente relacionada con otras áreas, es decir, debe comunicarse efectivamente con otros departamentos, como Gerencia, producción, compras, contabilidad, ventas, entre otros, porque juegan un papel importante.

2.1.1.1. Análisis de Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA)

- Fortalezas
 - Deseo de mejora continua
 - Apoyo de gerencia

- 40 % de colaboradores experiencia y conocimientos técnicos
- Herramientas adecuadas
- Oportunidades
 - Capacitación
 - Nuevas metodologías
 - Empowerment
- Debilidades
 - Poca planificación.
 - Falta de documentación de mantenimiento (registro).
 - Falta de coordinación.
 - Desconocimiento de repuestos en stock.
 - 60 % de colaboradores con poca experiencia y conocimientos técnicos.
- Amenazas
 - Limitada colaboración de otros departamentos.
 - Desconocimiento del manejo adecuado de equipos y reporte de fallas.
 - Poco conocimiento del estado de repuestos.

2.1.1.2. Estrategias

Es necesario contar con estrategias para mejorar y solventar los problemas con el fin de cumplir con los objetivos del área de mantenimiento a corto, mediano y largo plazo.

2.1.1.2.1. Matriz DOFA

Es una consecuencia de análisis FODA. Consiste en plantear estrategias de manera proactiva para agrupar los aspectos internos con externos y lograr un aprovechamiento competitivo.

Para realizar la matriz, es necesario enlazar las oportunidades con fortalezas, amenazas con fortalezas, oportunidades con debilidades, amenazas con debilidades para así poder tomar acciones para alcanzar los objetivos exitosamente, dentro de un marco planificado. En la siguiente página se hace una referencia a la construcción de la matriz DOFA aplicada al área de mantenimiento en la planta LBA.

Tabla I. **Matriz DOFA**

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> • Deseo de mejora continua • Apoyo de gerencia • 40 % de colaboradores experiencia y conocimientos técnicos • Herramientas adecuadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca planificación • Falta de documentación de mantenimiento (registro) • Falta de coordinación • Desconocimiento de repuestos en stock • 60 % de colaboradores con poca experiencia y conocimientos técnicos
OPORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación • Nuevas metodologías de gestión de mantenimiento • Empowerment <p>Implementar un plan de capacitación orientado a la mejora continúa del conocimiento del colaborador acompañado de nuevas metodologías donde se incluyan el empoderamiento de este para que este sienta que su trabajo y conocimiento es valorado.</p>	<p>Con las nuevas metodologías se pueden crear planes para elaborar lineamientos para tener una mejor planificación, registro y control apoyado con el empoderamiento de los colaboradores.</p>
AMENAZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Limitada colaboración de otros departamentos • Desconocimiento para manejo adecuado de equipos y reporte de fallas • Poco conocimiento del estado de repuestos <p>Con el deseo de mejora continua, se puede exponer con los otros departamentos los planes y mejoras para que estos puedan involucrarse y tener conocimiento de estas.</p>	<p>Se debe de contar con una adecuada planificación, tomando en cuenta el registro y control para que se mantenga la confiabilidad Llevar una buena coordinación los demás departamentos que se verán comprometidos para que puedan colaborar y mejorar cada una de sus unidades, dentro de la planificación se incentivará y motivará al personal operativo y de mantenimiento para ejecutar las actividades de una mejor manera y con seguridad.</p>

Fuente: elaboración propia.

2.1.1.2.2. Capacitación

El personal del área de mantenimiento debe capacitarse para poner en prácticas las nuevas metodologías de gestión y mejorar el mantenimiento con el fin de incrementar la economía. Además, el colaborador se motiva para aplicar los conocimientos adquiridos. Al terminar la capacitación se debe tener un control para evaluar el desempeño y los conocimientos adquiridos del capacitado.

2.1.1.2.3. Empowerment

Para que el proceso del mantenimiento sea efectivo, es necesario que el operario y el mecánico tomen decisiones basadas en su experiencia y conocimiento, lo cual evitará que se deba informar y esperar a recibir la orden de ejecutar lo cual retrasaría la operación. La persona en quien se delegue autoridad debe estar capacitada para realizar el trabajo de acuerdo con las nuevas técnicas. Debe contar con conocimientos prácticos, teóricos y tecnológicos los cuales no se podrán delegar a subordinados.

2.1.2. Metodología del mantenimiento preventivo

Junto con la mejora al área de mantenimiento se establecerán los métodos adecuados para la gestión de mantenimiento preventivo, establecer los formatos, hojas de paros y ordenes de mantenimiento. Esto se debe a que, con la norma ISO 9001:2015, cada actividad realizada en el área de mantenimiento debe registrarse para llevar un control y manejo de la información. Con ello, se obtiene una mejor planificación en los paros de mantenimiento preventivo.

2.1.2.1. Hojas de paros

El reporte de los fallos presentados a lo largo de la jornada de 24 horas productivas facilita la recopilación de información útil para generar un historial de daños de la maquinaria. De esta manera, se planifica el mantenimiento preventivo basado en las necesidades de la maquinaria que la empresa posee.

Existen los paros programados y los paros no programados. Ambos son tiempos muertos en producción.

Los paros programados son tiempos muertos de producción que han sido planificados. No son inesperados, por ejemplo, cambio de calibres, cambio de medidas, toma de muestras, mantenimientos.

Los paros no programados son tiempos muertos que no se tienen contemplados y surgen de manera inesperada, como los problemas en los equipos o en la operación, caídas de tensión, entre otros.

Las hojas de fallo son conocidas como reporte de paros no programados (RPNP) se cargan a una plataforma virtual para contar con un historial por día y producto. Estos RPNP se encuentran a la mano de los jefes de área, planificadores y mecánicos. En ellos se involucran todas las partes para obtener un mejor control y manejo de la información.

En los RPNP se recopila información sobre el tiempo que demoró la falla, el número de fallo, hora en que inicia y finaliza el paro, chatarras, tipo de paro, ubicación, componente, descripción de la causa del paro no programado, descripción de las posibles causas del paro, acción realizada, notas importantes, la descripción del producto y la fecha.

Figura 7. Formato de RPNP

Producto:			Descripción del producto								Fecha	
No. De paro (Correlativo)	Hora de paro	Hora de arranque	Tiempo de paro (min)	Chatarras	Tipo de paro	Sector	Ubicación	Componente	Descripción de la causa del paro no programado	Descripción de las posibles causas del paro	Acción realizada	Notas Importantes

Fuente: AGSA GROUP.

2.1.2.2. Grado de eficiencia de las máquinas

Con el registro de los datos de los paros, se calcula la eficiencia en la línea de producción como la eficiencia de cada una de las maquinas. Para obtener los resultados, las dimensionales del tiempo de operación se encuentran en minutos para evitar la utilización de números decimales.

Disponibilidad (D): es el porcentaje de tiempo real utilizado. Con los RPNP se puede determinar el tiempo muerto no planeado y así calcular la disponibilidad del equipo.

$$D = \frac{\text{Tiempo de producción planeada} - \text{Tiempo muerto no planeado}}{\text{Tiempo de producción planeado}}$$

Velocidad (V): es el porcentaje de eficiencia de producción de la maquinaria. La velocidad de producción de una maquina varia por el desgaste, falta de mantenimiento, entre otros.

$$V = \frac{\text{Producción real}}{\text{Tiempo de producción} \times \text{Velocidad teórica}}$$

Calidad (C): es la representación de la eficiencia del equipo o máquina con respecto a la calidad o la aceptación del producto. Debido a que por problemas en la maquinaria el producto tiene a salir defectuoso.

$$C = \frac{\text{Cantidad real de producción} - \text{Cantidad no aceptada}}{\text{Cantidad real de producción}}$$

Para la obtención de la eficiencia global de la maquinaria (EGM) se necesita realizar el siguiente cálculo:

$$EGM = D \times V \times C \times 100$$

Donde:

EGM: eficiencia global de la maquinaria

D: disponibilidad

V: velocidad

C: calidad

El objetivo de la eficiencia global es involucrar varios indicadores como la calidad del producto, velocidad y disponibilidad, en lo cual aportaría para verificar las mejoras del mantenimiento preventivo.

Es importante calcular la eficiencia de la línea de producción, de manera que existan varios indicadores para ser analizados y comparados, de esta forma se obtiene la mayor información posible y así tomar las decisiones oportunas. A continuación, se presenta de otra manera de calcular la disponibilidad o eficiencia en la línea.

$$Ef_{lp} = \frac{\text{Cantidad real de producción}}{\text{Cantidad planeada de producción}} * 100$$

Donde:

Ef_{lp}: eficiencia en la línea de producción

2.1.2.2.1. Ejemplo de grado de eficiencia de las máquinas

Se utilizó uno de los equipos que se mantienen mayor tiempo involucrado en el proceso productivo de la planta, la caja vertical 4, donde se tenía planeadas 24 000 ton de producción, de las cuales solamente se produjeron 20 000 ton, con un tiempo de 588 h a una razón de 54 ton/h, pero en el mes se tuvieron 60 h de paro no programados, de las cuales 2h eran paros por este equipo, 96 h donde no existió producción, 36 h por mantenimiento a la planta y fueron rechazadas 15 ton de producto terminado por no cumplir con los estándares de calidad.

Para calcular la eficiencia global de la máquina se calculó la disponibilidad:

$$D = \frac{588 H - 60 H}{588 H} = 0,9$$

Luego se calculó la velocidad:

$$V = \frac{20\ 000\ ton}{528\ h * 54\ ton/h} = 0,70$$

Por último, se calculó la calidad:

$$C = \frac{20\ 000\ ton - 15\ ton}{20\ 000\ ton} = 0,99$$

Con los resultados obtenidos, se calcula la eficiencia global de la máquina:

$$EGM = 0,90 * 0,70 * 0,99 * 100 = 62\ \%$$

Luego, se calculó la eficiencia en la línea de producción:

$$Ef\ lp = \frac{20\ 000\ ton}{24\ 000\ ton} * 100 = 83\ \%$$

2.1.2.3. Interpretación de los datos

Una vez obtenida la eficiencia de cada máquina y línea de producción, se determinó la causa de los problemas para plantear soluciones y el mejoramiento de mantenimiento preventivo. Se puede mejorar la rutina de

mantenimiento, las técnicas aplicadas, rutas de inspección, frecuencia de mantenimiento, repuestos e insumos, estas medidas varían dependiendo del origen de la falla.

Se pretendía mejorar la eficiencia global con la implementación de un mantenimiento preventivo con un costo equilibrado. Estos indicadores proporcionan información sobre la eficiencia del mantenimiento y permitirán la comparación de datos con la información anterior a su implementación.

2.1.2.4. Check list

Un *check list* es un documento clave donde se identifican anomalías en cualquier componente o equipo en el que se le pueda realizar una inspección sin necesidad de parar la producción y permite que se realice por cualquier técnico, principiante o experimentado, por la simplicidad con la cual se debe desarrollar.

El seguimiento, la disponibilidad y la actualización del *check list* es importante para el área de mantenimiento para recoger información valiosa y analizarlas para tomar una decisión. También facilita la comunicación entre equipos y departamentos, garantiza la seguridad del operador y de las áreas implicadas, obtiene un registro escrito en caso de problema, optimiza las prácticas de mantenimiento mediante el seguimiento continuo, mantiene una certificación, cumplir las normas de los fabricantes, entre otros.

Figura 8. Formato de *check list*

CHECK LIST DE RUTINA DEL ÁREA DE EVACUACIÓN		Versión: 0		Pág 1/2										
		Fecha de aprobación: dd/mm/a												
Técnico Mecánico		Fecha		Firma										
VR43														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Existe desbalance en rodos														
3. Número de rodo con desbalance														
4. Existe desgaste en rodos														
5. Número de rodo con desgaste														
RM44-A														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Excéntrica en buen estado														
3. Anotar número de excéntrica en mal estado														
4. Acople en buen estado														
5. Número de acople dañado														
6. Desgaste en ruedas guías														
7. Número de rueda guía con desgaste														
8. Atrancamiento en rueda guía														
9. Número de rueda guía atrancada														
10. Revisión de fugas de aceite en reductores														
11. Anotar número de reductor con fugas														
RM44-B														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Excéntrica en buen estado														
3. Anotar número de excéntrica en mal estado														
4. Acople en buen estado														
5. Número de acople dañado														
6. Desgaste en ruedas guías														
7. Número de rueda guía con desgaste														
8. Atrancamiento en rueda guía														
9. Número de rueda guía atrancada														
10. Revisión de fugas de aceite en reductores														
11. Anotar número de reductor con fugas														

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.5. Orden de mantenimiento

La creación de órdenes de mantenimiento se realiza mediante el sistema SAP, módulo PM. Se crean como medidas de mantenimiento para restaurar algún equipo, orden de mantenimiento correctivo, o bien, es posible que se generen por medio de un plan de mantenimiento preventivo cargado a la plataforma, si en caso no se tiene este plan en ella, también es posible crear ordenes de mantenimiento preventivo.

El sistema proporciona funciones para gestionar, planificar y liquidar una orden. Las funciones disponibles en una orden para planificar son:

- Describir las acciones a detalle a realizar.
- Especificar los centros de trabajo donde se realizarán las acciones.
- Describir las operaciones individuales, el tiempo de ejecución planificado y número de personas que intervendrán.
- Planificar materiales.
- Especificar las normas de liquidación.
- Incluir hojas de ruta en las órdenes para ayudar a preparar las acciones de mantenimiento.

Las funciones disponibles para ejecutar y supervisar una orden de mantenimiento son:

- Imprimir la orden de mantenimiento para los diferentes puestos de trabajo responsables de las acciones.
- Efectuar reservas de materiales planificados y no planificados desde el almacén de la orden.
- Notificar el progreso del trabajo.

Los costos resultantes de una orden de mantenimiento pueden liquidarse mediante diferentes elementos recolectores de costos, los cuales son:

- Contra un centro de coste
- Contra otra orden
- Contra un proyecto
- Contra un activo fijo

Figura 9. **Formato de orden de mantenimiento**

ORDEN DE MANTENIMIENTO							
GUA-FRM-1011040000-01							
Versión: 0							
Fecha de aprobación: 11/01/2017							
Página: 1 de 1							
No.Orden:		Prioridad:		Núm. Inventario:			
Equipo:							
Ubicación Técnica:		Denominación equipo:					
Fecha Inicio:		Fecha fin:		Grupo plani. mant:			
Descripción orden:							
Orden	No. Personal	Descripción	Hora Inicio	Hora Fin	Texto	Notificación	
3300040043-0010							

Fuente: AGSA GROUP.

2.1.2.6. Programación de paradas de mantenimiento

Este formato es un consolidado de las actividades de mantenimiento planificadas para una parada programada de mantenimiento, donde se evalúan factores, como las horas de paro, las tareas preventivas, correctivas y apoyos a otras áreas de parte del departamento mecánico. Las horas de paro por

mantenimiento dependen del volumen de producción, debido a que este se establece de forma mensual.

Las actividades por realizar en un paro por mantenimiento son las preventivas ya estipuladas en plan como las acciones correctivas que han surgido mediante las inspecciones de rutina y los *check list*, se realiza la valoración del tiempo, apoyo a otras áreas, el personal disponible para el día de mantenimiento, las condiciones de seguridad, si la tarea por realizar no necesita permiso de trabajo donde se realiza la evaluación desde el enfoque de seguridad industrial donde se desglosan las actividades y se establecen los peligros para controlar los riesgos y para así no exponer la seguridad del mecánico.

Este formato cuenta con la información del nombre de la actividad a realizar, el departamento que lo realizara, el área, el colaborado, turno, el número de orden de mantenimiento. Si fuese necesario el apoyo que pudieran brindar otros departamentos, duración de la actividad, fecha en la que se va a realizar, tiempo de mantenimiento, cumplimiento de la actividad y si fuera necesario la reprogramación de la tarea, se coloca la fecha para cuando se postergara o la fecha en la que se reprogramo y también cuenta con una casilla de seguridad industrial en la cual se evalúa si es necesario que la tarea tenga permisos de trabajo o un análisis preliminar de riesgos.

Figura 10. **Formato de planificación de tareas de mantenimiento integrado**

PLANIFICACIÓN DE TAREAS DE MANTENIMIENTO INTEGRADO														Página 1 de 1		
														Versión: 0		
														Fecha de Aprobación: 19/05/2018		
FECHA:																
No	Actividad	Departamento	Área	Colaborador	Turno	Orden de Mantenimiento	Apoyo Mecánico	Apoyo Electrónico	Apoyo Soldadura	Apoyo Laminación	Aplica APR o PT	DURACION PROGRAMADA DE TAREA (HR)	FECHA DE REALIZACION	TIPO MANTENIMIENTO	CUMPLIMIENTO DE TAREA	REPROGRAMACION DE TAREA
1															0%	
2															0%	
3															0%	
4															0%	
5															0%	
6															0%	
7															0%	
8															0%	
9															0%	
10															0%	
11															0%	
12															0%	
13															0%	
14															0%	
15															0%	
16															0%	
17															0%	
18															0%	
19															0%	

Fuente: AGSA GROUP.

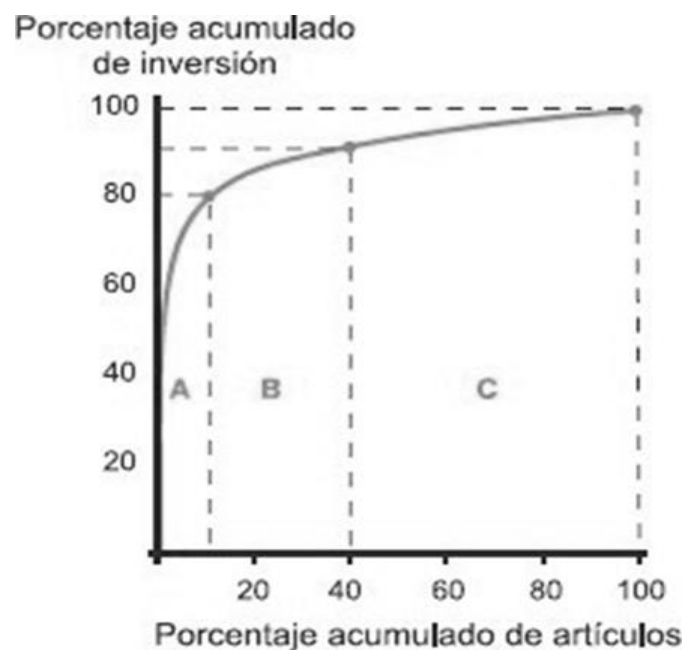
2.1.2.7. **Stock de repuestos**

Mantener un *stock* de repuestos es importante para hacer eficiente el mantenimiento preventivo. De esta manera, se podrán disminuir los costos por tiempo muertos en los equipos. Sin embargo, un alto nivel de inventario puede

aumentar, considerablemente, los costos debido a que es un capital inmóvil y se requiere de una alta inversión.

Para contar con inventario con menos costo puede lograrse con un análisis ABC. El análisis ABC está basado en la ley de Pareto, donde los repuestos e insumos de mayor importancia solo agregan un pequeño porcentaje del número total del *stock*.

Figura 11. **Gráfica porcentual del valor del inventario**



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 10, el área A representa el 10 % de los artículos en el inventario no obstante representa el 80 % del valor en quetzales equivalentes al inventario, en este tipo de repuestos se debe tener un mayor control. El área B indica que el 30 % de los repuestos, representa un 10 % en

el valor en quetzales del inventario, en esta región no se requiere un control tan excesivo.

El área C que es el 70 % de los repuestos en el inventario sin embargo es el 10 % de valor en quetzales del inventario no necesita tanto control como el área B, debido a que sin bien esta área tiene el mismo valor porcentual que la región B la cantidad de repuestos es mucho mayor que el área B, esto se debe a que se tienen más repuestos con menor valor monetario.

2.1.2.8. Análisis de criticidad

Para alcanzar la clasificación de cada equipo, es necesario auxiliarse del flujo de decisiones el cual toma en consideración seis factores de decisión: sobre la operación segura del equipo, sobre la Calidad final del producto, régimen de trabajo, atención o interrupciones del proceso, frecuencia de fallas y costo de reparación del equipo. Los criterios para realizar el análisis de criticidad en cada equipo se basan en los siguientes aspectos:

2.1.2.8.1. Seguridad

Riesgo potencial para las personas, medio ambiente e instalaciones.

Tabla II. **Valores de seguridad**

SEGURIDAD		
Grado	Grado 1	Una falla provoca graves efectos sobre las personas, medio ambiente e instalaciones
	Grado 2	Una falla acarrea riesgos para el hombre, medio ambiente e instalaciones
	Grado 3	Una falla no produce consecuencias

Fuente: AGSA GROUP.

2.1.2.8.2. **Calidad**

Efecto de falla de equipos sobre la calidad de productos.

Tabla III. **Valores para calidad**

CALIDAD		
Grado	Grado 1	Una falla afecta mucho la calidad, generando productos fuera de especificaciones
	Grado 2	Una falla hace variar la calidad del producto
	Grado 3	Una falla no produce efecto sobre la calidad del producto

Fuente: AGSA GROUP.

2.1.2.8.3. Régimen de trabajo

Tiempo de operación de equipos cuando programado.

Tabla IV. **Valores para régimen de trabajo**

REGIMEN DE TRABAJO		
Grado	Grado 1	Exigido en tiempo completo
	Grado 2	Es exigido aproximadamente a mitad de periodo
	Grado 3	Uso ocasional

Fuente: AGSA GROUP.

2.1.2.8.4. Atención

Efecto de la falla sobre las interrupciones del proceso productivo.

Tabla V. **Valores de atención**

ATENCIÓN		
Grado	Grado 1	Una falla provoca interrupciones mayores que 0,5 horas al proceso productivo
	Grado 2	Una falla provoca interrupciones de hasta 0,5 horas a la producción o crea restricciones operacionales
	Grado 3	Una falla no provoca interrupciones del proceso o existe componente de reserva

Fuente: AGSA GROUP.

2.1.2.8.5. **Frecuencia**

Cantidad de fallas por periodo de utilización (tasa de fallas).

Tabla VI. **Valores para frecuencia**

FRECUENCIA		
Grado	Grado 1	Muchas paradas debido a fallas (más de 10 por año)
	Grado 2	Paradas ocasionales (entre 5 y 10 por año)
	Grado 3	Paradas poco frecuentes (menos de 5 por año)

Fuente: AGSA GROUP.

2.1.2.8.6. Costo

Mano de obra y materiales involucrados en la reparación.

Tabla VII. **Valores para costo**

COSTO		
Grado	Grado 1	Costos elevados (más de Q 8 000,00)
	Grado 2	Costo mediano (entre Q 1 000,00 y Q 8 000,00)
	Grado 3	Costos bajos (menos de Q 1 000,00)

Fuente: AGSA GROUP.

2.1.2.9. Flujo de decisiones

La evaluación se realiza siguiendo el flujo de decisiones, donde los factores de evaluación se siguen de acuerdo con el diagrama. Las deficiencias en los factores de servicio, frecuencia y costo deben ser establecidas para cada área y completadas al momento de la clasificación.

Equipo A: equipos cuya rotura / fallo interrumpe el proceso de producción y puede causar accidentes, daños al medio ambiente y la pérdida de calidad. Son dispositivos que demandan una alta fiabilidad.

Equipo B: equipo para uso ocasional que en caso de rotura / fallo puede causar un paro en el proceso de producción. Su disponibilidad debe ser alta.

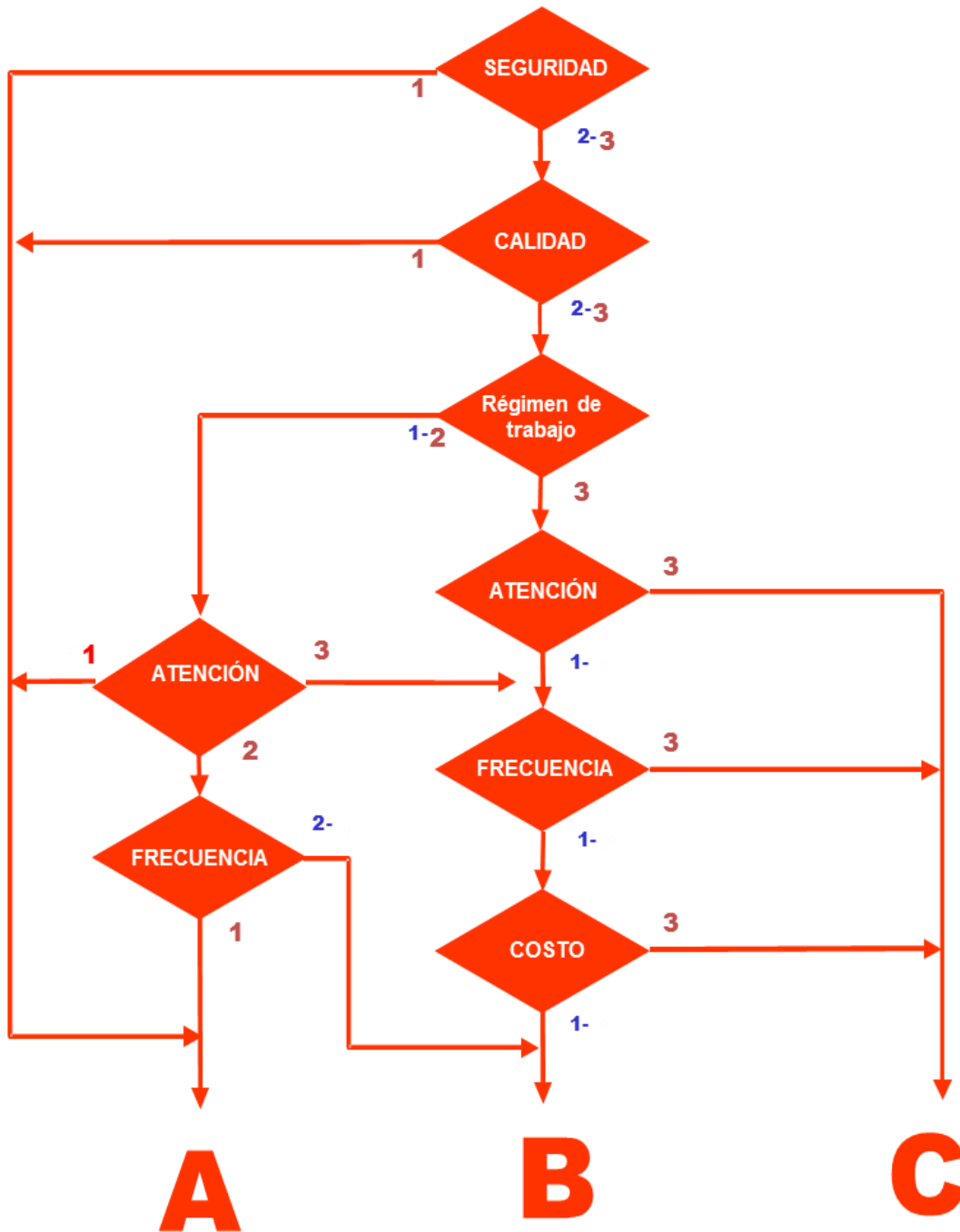
Equipo C: equipo necesario para la producción, pero que la rotura / fallo no trae ningún inconveniente para el proceso productivo. A estos se aplicará la política de costo mínimo.

A = Equipo que demandan de alta CONFIABILIDAD.

B = Equipos que demandan alta DISPONIBILIDAD.

C = Equipos que demandan bajo COSTO

Figura 12. Flujo de decisiones



Fuente: AGSA GROUP.

Tabla VIII. Matriz de criticidad para los equipos de la planta de LBA

Código de equipo	Descripción	Seguridad	Calidad	Régimen de trabajo	Atención	Frecuencia	Costo	A, B C
10001505	SECTOR DE RODILLOS UNO	2	3	2	3	3	1	C
10001506	SECTOR DE RODILLOS DOS	2	3	2	3	3	1	C
10001507	SECTOR DE RODILLOS TRES	2	3	2	3	3	1	C
10001508	TRANSFERIDORES	2	3	2	2	3	1	B
10001509	EMPUJADORES	2	3	1	1	2	1	A
10001515	DOSIFICADORES HORNO	2	3	1	1	2	1	A
10001514	PALPADORES HORNO	2	3	1	1	2	1	A
10001510	UG0	2	3	3	2	3	1	C
10003294	AIRE COMBUSTIÓN	2	2	1	1	3	1	A
10003126	CHIMENEA	2	2	1	2	3	1	B
10001513	GUÍAS REFRIGERADAS FRICCIÓN	2	3	1	1	2	1	A
10001521	UH0	2	3	1	1	3	2	A
10001512	DESHORNADORA	2	3	2	1	3	1	A
10001522	VR1	3	2	2	2	3	1	B
10001523	H0	2	2	1	1	2	1	A
10001524	H1	2	2	1	1	3	1	A
10001525	V2	2	2	1	1	1	1	A
10001526	H3	2	2	1	1	3	1	A
10001527	V4	2	2	1	1	3	1	A
10001528	H5	2	2	1	1	3	1	A
10001529	V6	2	2	1	1	3	1	A
10001530	C6	2	2	1	1	1	1	A
10001578	UL1	2	2	1	1	3	1	A
10001577	UG1	2	3	3	2	3	1	C
10001532	H7	2	2	1	1	3	1	A
10001533	V8	2	2	1	1	3	1	A
10001534	H9	2	2	1	1	3	1	A
10001535	V10	2	2	1	1	3	1	A
10001536	H11	2	2	1	1	3	1	A
10001539	V12	2	2	1	1	3	1	A

Continuación tabla VIII.

Código de equipo	Descripción	Seguridad	Calidad	Régimen de trabajo	Atención	Frecuencia	Costo	A, B o C
10001541	C12	2	2	1	1	1	1	A
10001579	UL2	2	3	2	1	3	1	A
10001544	H13	2	2	1	1	2	1	A
10001546	G14	2	2	2	1	3	1	A
10001580	UL3	2	3	1	1	3	1	A
10001581	UH1	2	3	2	1	3	1	A
10001548	H15	2	2	2	1	3	1	A
10001550	G16	2	2	1	1	3	1	A
10001552	H17	2	2	2	1	3	1	A
10001554	G18	2	2	1	1	1	1	A
10001584	C41	2	2	1	1	2	1	A
10001585	VR43	2	2	1	1	3	1	A
10001587	VR44	2	2	2	2	3	1	B
10001586	CM43	2	2	2	1	2	1	A
10001588	RM44	2	2	1	1	1	1	A
10001589	TF45	2	2	2	1	3	1	A
10001590	TC46	2	2	1	1	2	1	A
10001591	VR47	2	2	2	1	3	1	A
10001592	C50	2	1	1	1	2	1	A
10001593	PM50	2	3	1	2	2	1	B
10001594	VR51	2	3	1	1	1	1	A
10001612	UG41	2	3	3	2	3	1	C
10001613	UH49	2	3	2	1	3	1	A
10001595	TC52 SECCION A	2	3	1	1	1	1	A
10003271	TC52 SECCION B	2	3	1	1	1	1	A
10001614	UG2	2	3	3	2	3	1	C
10001596	TF1 SECCION A	2	3	2	1	3	1	A
10003274	TF1 SECCION B	2	3	2	1	3	1	A
10001597	TF2 SECCION A	2	3	2	1	3	1	A
10003275	TF2 SECCION B	2	3	2	1	3	1	A
10001599	TF3 SECCION A	2	3	2	1	3	1	A

Continuación tabla VIII.

Código de equipo	Descripción	Seguridad	Calidad	Régimen de trabajo	Atención	Frecuencia	Costo	A, B o C
10003276	TF3 SECCION B	2	3	2	1	3	1	A
10001600	FF4 SECCION A	2	3	1	1	1	1	A
10003277	FF4 SECCION B	2	3	1	1	1	1	A
10001601	VR5 SECCION A	2	3	2	1	3	1	A
10003297	VR5 SECCION B	2	3	2	1	3	1	A
10001603	TF6 SECCION A	2	3	3	1	3	1	C
10003278	TF6 SECCION B	2	3	3	1	3	1	C
10001604	TF7 SECCION A	2	3	3	1	3	1	C
10003279	TF7 SECCION B	2	3	3	1	3	1	C
10001615	UG3	2	3	3	2	3	1	C
10001602	ATADORA HIDRÁULICA A	2	1	3	2	3	1	A
10003280	ATADORA HIDRÁULICA B	2	1	3	2	3	1	A
10001598	ATADORA NEUMÁTICA 1	2	1	3	2	3	1	A
10003261	ATADORA NEUMÁTICA 2	2	1	3	2	3	1	A
10003262	ATADORA NEUMÁTICA 3	2	1	3	2	3	1	A
10003263	ATADORA NEUMÁTICA 4	2	1	3	2	3	1	A
10003264	ATADORA NEUMÁTICA 5	2	1	3	2	3	1	A
10003265	ATADORA NEUMÁTICA 6	2	1	3	2	3	1	A
10003266	ATADORA NEUMÁTICA 7	2	1	3	2	3	1	A
10003267	ATADORA NEUMÁTICA 8	2	1	3	2	3	1	A
10003268	ATADORA NEUMÁTICA 9	2	1	3	2	3	1	A

Fuente: AGSA GROUP.

2.1.2.10. Seguridad industrial

En AG SIDEGUA la seguridad industrial es un conjunto de normas y principios encaminados a prevenir la integridad física del trabajador con el fin de evitar accidentes, incidentes o enfermedades ocupacionales, causados por los diferentes tipos de agentes o riesgos que se manejan. Así como el buen uso y cuidado de maquinaria, herramienta y equipo de la empresa que ayudan al trabajador a desarrollar su actividad.

Por ello, se han establecido diferentes mecanismos y normas para combatir, detectar y localizar los riesgos.

2.1.2.10.1. Reglas generales

Estas reglas aplican para todo el parque industrial, es decir que se deben de respetar sin importar el área en el que se encuentre y tienen que ser de conocimiento de todos los trabajadores y personas externas al parque. Reglas generales son:

- Operar o intervenir equipos especiales solo si estoy capacitado y autorizado.
- Mantenerse siempre a distancia segura de las cargas suspendidas.
- Bloquear todas las fuentes de energías antes de intervenir máquinas o equipos en movimientos.
- Mantener las manos alejadas de equipos en movimiento o con riesgo de atrapamiento.
- Ingresas a las áreas restringidas solo si estoy autorizado.

- Solo ejecutar tareas que tengan los riesgos debidamente evaluados y controlados.
- Respetar y mantener todos los dispositivos de seguridad operativos.
- Comunicar inmediatamente todo accidente, incidente, acto y condición insegura.
- Utilizar siempre los equipos de protección personal exigidos para cada actividad.
- Respetar todos los procedimientos, instrucciones, señales y advertencias.

2.1.2.10.2. Análisis preliminar de riesgos y permisos de trabajo

Es un mecanismo para la detección y localización de riesgos. Se realiza para desglosar las actividades que conlleva un proceso, donde se analizan una por una las actividades a realizar y los posibles riesgos y medidas de seguridad a tomar.

2.1.2.10.3. Boleta ACII

Es una boleta para reportar todo acto, condición, incidente y casi accidente que pase en el parque industrial, esto para poder llevar un registro de todos los riesgos.

2.1.2.10.4. Reglas del cuidado de las manos

En AG SIDEGUA se sabe y se concientiza que las manos son el órgano principal para la manipulación del medio y son esenciales no solamente para realizar las tareas rutinarias, así como para las relaciones con el entorno. Estas reglas son:

- Piense siempre antes de utilizar las manos y nunca utilice las manos para identificar puntos de peligro.
- Utilice el guante y las herramientas adecuadas para ejecutar una tarea.
- Observe siempre donde están sus manos y donde las irá a colocar para ejecutar una tarea.
- Mantenga sus manos alejadas de las zonas de peligro como esquinas cortantes y partes en movimiento.

2.1.2.10.5. Control de energías peligrosas

Realizar el correcto bloqueo y etiquetado, se encuentra ligado a una rutina de seguridad que se debe aplicar con rigurosidad y, sin excepciones, de este modo prevenir accidentes y realizar un trabajo seguro. Los pasos para el bloqueo y etiquetado son:

- Identificar todas las energías peligrosas
- Apagar localmente
- Aislar desde la fuente de energía
- Bloquear y etiquetar
- Liberar energías residuales

- Realizar pruebas

2.1.3. Mantenimiento preventivo

Establecida la mejora en el área de mantenimiento y la metodología del mantenimiento preventivo, se establecerá el plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la planta, debido a que el proceso de laminación es un proceso en línea por lo cual el fallo de alguno de ellos representa para la producción.

Este consiste en la generación de actividades como la inspección, lubricación, limpieza, cambio de piezas, entre otras, con el objetivo de minimizar los tiempos muertos y maximizar el cumplimiento de volumen de producción, disminuir costos de operación, cumplimiento en el indicador de paros de forma mensual como anual, el cumplimiento del programa de mantenimiento, siendo este como meta del 83 % y la obtención de la trazabilidad en los equipos.

Para llevar a cabo cada una de las actividades es necesario tener rutinas de mantenimiento que deberán retroalimentarse a medida que transcurre el tiempo para ajustarse a la realidad con el objetivo de mejorar de manera continua en las prácticas del mantenimiento.

2.1.3.1. Cronograma de mantenimiento preventivo

Como toda empresa, la actividad de mantenimiento ha existido a lo largo de los años. El jefe de mantenimiento mecánico y su planificador son responsables de la planificación de los mantenimientos, correctivo, preventivo y predictivo. Sin embargo, en la empresa se practica el mantenimiento correctivo

porque se carece de planificación y métodos para la gestión correcta del mantenimiento.

Se realizan tareas programadas, que se podrían definir como mantenimiento preventivo, sin embargo, no se tienen registradas en un cronograma de mantenimiento, que bajo los estándares de la norma ISO 9001:2015 toda actividad realizada se debe planificar, hacer, verificar y actuar, esto orientado en la mejora integral de los procesos.

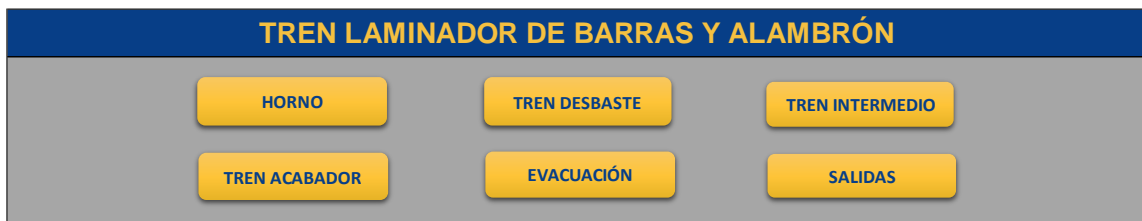
Por ello, el cronograma se orienta a la gestión individual de cada actividad de mantenimiento, el desglose de tareas, frecuencia con la que se debe realizar, tiempo destinado para cada tarea y la cantidad de personas necesarias para la realización de esta. También cuenta con la cantidad de horas necesarias semanales que se deben invertir en la realización de tareas preventivas, así como las horas hombre (HH) y el porcentaje de cumplimiento.

Esto aplicará el panorama de cuentas horas se necesitan de forma mensual para cumplir con las actividades de mantenimiento preventivo. Estas actividades facilitan la creación de órdenes de mantenimiento en SAP/PM, debido al desglose de actividades por plan de mantenimiento, ya que se encuentra separado por equipos y por los distintos mantenimientos que se realizaran al equipo.

2.1.3.2. Funcionamiento del programa de mantenimiento

Debido a que el tren de laminación se divide en seis áreas, se ha clasificado de esa manera el cronograma de mantenimiento, esto con el objetivo de tener de forma sectorizada cada actividad de mantenimiento y creando independencia en las áreas.


Figura 13. Pantalla principal del cronograma de mantenimiento preventivo



Fuente: elaboración propia.

Oprimiendo el botón de cualquiera de las áreas del tren laminador se abrirá un archivo con el programa de mantenimiento propio esa sección. Para la compresión del programa de mantenimiento lo dividiremos en secciones.

Figura 14. **Primera sección del programa de mantenimiento preventivo**



CODIGO SAP	EQUIPO	NOMBRE DE TAREA	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA
10001505	SECTOR DE RODILLOS UNO		
10001506	SECTOR DE RODILLOS DOS		
10001507	SECTOR DE RODILLOS TRES		
10001508	TRANSFERIDORES		
10001509	EMPUJADORES		
10001510	UG-0		
10001512	DESHORNADORA		
10001513	GUIAS REFRIGERADAS FRICCION		
10001514	PALPADORES DE HORNO		
10001515	DOSIFICADORAS HORNO		
10003294	AIRE DE COMBUSTION		
10001518	TURBO VENTILADORES DE HORNO		
10001521	UHO		

Fuente: elaboración propia.

En la figura no. 14 se incluye la columna de código de equipo que es la codificación que realiza SAP/PM y con este código va ligado a un nombre de equipo que es la siguiente columna, de esta manera, estas dos columnas tienen relación de como aparecen los datos cargados en SAP/PM.

Figura 15. Representación del desglose de planes de mantenimiento

MENÚ
CHECK LIST

REPUESTOS

CODIGO SAP	EQUIPO	NOMBRE DE TAREA	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	TIEMPO (H)	FRECUENCIA	CANT. DE PERSONAS
10001505	SECTOR DE RODILLOS UNO					
10001506	SECTOR DE RODILLOS DOS					
10001507	SECTOR DE RODILLOS TRES					
10001508	TRANSFERIDORES					
		CAMBIO HAUSING CON RODAMIENTO TRANS IZQ				
			Cambio a Hausing con rodamiento 1 izq	2	Anual	2
			Cambio a Hausing con rodamiento 2 izq	2	Anual	2
			Cambio a Hausing con rodamiento 3 izq	2	Anual	2
			Cambio a Hausing con rodamiento 4 izq	2	Anual	2
		CAMBIO HAUSING CON RODAMIENTO TRANS DER				
			MANTTO CILINDRO PALPADOR TRANS IZQ			
			MANTTO CILINDRO PALPADOR TRANS DER			
			CAMBIO CILINDROS HIDRA. LEVAS TRANS IZQ			
			CAMBIO CILINDROS HIDRA. LEVAS TRANS DER			
10001509	EMPUJADORES					
10001510	UG-0					
10001512	DESHORNADORA					
10001513	GUIAS REFRIGERADAS FRICCION					
10001514	PALPADORES DE HORNO					
10001515	DOSIFICADORAS HORNO					
10003294	AIRE DE COMBUSTION					
10001518	TURBO VENTILADORES DE HORNO					
10001521	UHO					

Fuente: elaboración propia.

En la figura no. 15 en la columna con nombre de tarea están cargados los planes de mantenimiento que, de cada equipo, ese nombre del plan de mantenimiento aparecerá en el orden de mantenimiento generada en SAP en la sección de donde se tiene una descripción de que tratara el mantenimiento a ese equipo.

En la columna contigua con el nombre descripción de la tarea contiene todas las actividades cargadas a cada plan de mantenimiento. A cada actividad se le tiene designado el tiempo, en horas, que toma realizar dicha actividad, la frecuencia no es más que un intervalo de tiempo entre el que se realiza una actividad de mantenimiento y la próxima vez que se realizará estos intervalos pueden variar entre una actividad y otra. Esto se debe a que SAP permite que las actividades de mantenimiento cargadas de manera semanal, quincenal, mensual, bimestral, trimestral, cuatrimestral, semestral y anual, y no necesariamente tengan que tener la misma frecuencia todas las actividades.

Esta información en la orden de mantenimiento que se genera será visualizada en la parte inferior de la hoja, donde estará un número correlativo para cada actividad, la cantidad de personas y la descripción que es donde aparecerá lo que se tiene en la columna de descripción de la tarea, el tiempo de que durará cada plan de mantenimiento es la sumatoria en horas que se le designara a cada actividad.

Figura 17. **Indicadores de cumplimiento por semana**

CUMPLIMIENTO SEMANAL	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
HORAS SEMANAL PROG	27.2	7.0	14.0	7.0	10.9	18.0	9.0	10.0	7.0	15.0	7.0	7.0	18.9	7.0	7.0	7.0
HORAS SEMANAL TRAB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: elaboración propia.

Estos indicadores se dividen en cuatro; el primer indicador es el cumplimiento semanal donde se podrá medir el cumplimiento de forma porcentual de las actividades programadas para una semana en específico, si el cumplimiento es mayor al 83 %, que es la meta de mantenimiento anual esa casilla se colocara de color verde y si es menor a ese valor seguirá de color rojo.

El segundo indicador son las horas programadas de forma semanal, estas horas es un valor fijo, es decir, no varía si se cumple o no una actividad, que indica cuantas horas se necesita invertir en esta área de la planta. También ayudara para saber de forma mensual y anual para sabes cuantas horas son necesarias para cumplir el plan de mantenimiento preventivo.

El tercer indicador son las horas trabajadas de forma semanal las cuales dependen del cumplimiento semanal y la constante actualización al programa de mantenimiento, aquí se reflejará donde existió un incumplimiento de alguna actividad de mantenimiento. El último indicador son las horas hombre (HH) trabajadas por semana, es decir cuantas horas tuvo se tuvo que invertir el taller mecánico para el cumplimiento de las actividades de mantenimiento preventivo.

2.2. Análisis del impacto ambiental generado por las actividades de mantenimiento

El contexto industrial debe ser orientado hacia la “eficiencia”, que es un resultado de la producción de manera creciente y servicios útiles, en tanto reducen sus niveles de consumo y contaminación por el empleo de tecnologías adecuadas. Existen varios factores asociados al mantenimiento de equipos que pueden causar impactos al medio ambiente. Entre ellos se encuentran el factor humano y el factor de falta de mantenimiento.

Las actividades que se realizan en los talleres o paros por mantenimiento son fuentes generadoras de residuos y desechos peligrosos que provocan impactos sobre el entorno. El mantenimiento como acción, desde una perspectiva ambiental, constituye un medio para la prevención de impactos negativos, debido a que asegura la fiabilidad de los equipos.

Los impactos ambientales asociados a los talleres están vinculados con la generación de residuos sólidos y líquidos.

- Residuos sólidos: están formados por repuestos usados, wiper con grasa, aserrín utilizado como absorbente, recipientes de limpieza, filtros de aceite usados, desechos metálicos y equipos de protección personal.
- Residuos líquidos: están formados por desechos producto de lubricantes, solventes, agua de lavado de pisos, detergentes, pinturas.

El primer paso para reducir los residuos que se producen en los talleres no puede estar enfocado hacia la sustitución de materiales, la modificación de

equipos o el diseño de nuevos productos sino a la posibilidad de reducir el impacto ambiental negativo a través de cambios en la organización de los procesos y las actividades; es decir, a través de las buenas prácticas medioambientales, las cuales requieren ante todo, de cambios en la actitud de las personas y en la organización de las operaciones. Con la implementación de buenas prácticas es posible lograr:

- Disminuir el volumen de residuos generados y facilitar su reciclaje.
- Concientizar a clientes, trabajadores y proveedores, lo que contribuye a integrar las medidas a favor del entorno.
- Usar racionalmente las materias primas y los recursos, lo que supone una disminución de los costos.

Como buenas prácticas medioambientales que se pueden implementar en el taller podemos relacionar las siguientes:

- Reducir, reusar, reciclar los materiales peligrosos con el fin de evitar la generación de desechos peligrosos.
- Tener bandejas recogedoras de aceites o grasas.
- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos deben ubicarse lejos del sistema de evacuación de aguas. De esta forma se evita que los derrames accidentales contaminen el agua.
- Realizar una correcta rotación de stocks, lo cual optimiza las materias primas y reduce los residuos generados.
- Un buen mantenimiento o reparación del equipo evitará horas extras de trabajo y cambios innecesarios de piezas por la ocurrencia de fallos imprevistos, así como derrames de aceites, entre otros.

2.2.1. Corriente de residuos

La corriente de residuos es una estrategia para la prevención, reducción, reciclado y otras actividades de recuperación de los desechos, que se interpreta en una reducción general de la eliminación definitiva, en particular los vertimientos, y que garanticen que las estrategias aborden la necesidad de gestionar los desechos de manera ambientalmente racional, en particular para que las sustancias nocivas sean separadas de la manera correcta y tratadas como es debido.

Tabla IX. Corriente de residuos de taller mecánico

INGRESO	MATERIAL	DISPOSICIÓN FINAL	CONSUMO			PELIGROSO	NO PELIGROSO
			CANTIDAD CONSUMO	UNIDAD	FRECUENCIA		
Ingreso	Aceite syntilo	Consume/ Ambiente	25	GLN	Mensual	X	
Ingreso	Cubeta de syntilo	Vertedero Municipal	10	UN	Mensual		X
Ingreso	Cilindros	Chatarra	2	UN	Mensual		X
Ingreso	Viruta	Chatarra	2	TON	Mensual		X
Ingreso	Portainsero	Chatarra	3	UN	Mensual		X
Ingreso	Insertos	Chatarra	160	UN	Mensual		X
Ingreso	Grasa	Consume /Ambiente	1637	LB	Mensual	X	
Ingreso	Recipientes grasa de 1 litro	Dstrucción Eco-reprocesos	2	UN	Mensual	X	
Ingreso	Aceite	Venta Acumuladores de Iberia	2587	GLN	Mensual	X	
Ingreso	Lamina de acero y platina	Chatarra	5	UN	Mensual		X
Ingreso	Acero 705	Chatarra	18	FT	Mensual		X
Ingreso	Acero cold rolled	Chatarra	10	FT	Mensual		X
Ingreso	Rodamientos	Chatarra	65	UN	Mensual		X
Ingreso	Cinceles de bronce	Chatarra	20	UN	Mensual		X
Ingreso	Narices	Chatarra	10	UN	Mensual		X
Ingreso	Uñas	Chatarra	150	UN	Mensual		X
Ingreso	Acoples rápidos	Vertedero Municipal	20	UN	Mensual		X
Ingreso	Accesorios hidráulicos	Chatarra	20	UN	Mensual		X
Ingreso	Mangueras	Vertedero Municipal	25	M	Mensual		X
Ingreso	Polvo metálico	Vertedero Municipal	10	TON	Mensual		X
Ingreso	Electrodo	Chatarra	182	LB	Mensual		X
Ingreso	Discos para pulir	Chatarra	40	UN	Mensual		X

Continuación tabla IX.

INGRESO	MATERIAL	DISPOSICIÓN FINAL	CONSUMO			PELIGROSO	NO PELIGROSO
			CANTIDAD CONSUMO	UNIDAD	FRECUENCIA		
Ingreso	Herramienta de corte	Chatarra	94	UN	Mensual		X
Ingreso	Cascos	Dstrucción Eco-reprocesos	6	UN	Mensual		X
Ingreso	Barbiquejos	Dstrucción Eco-reprocesos	8	UN	Mensual		X
Ingreso	Polainas	Dstrucción Eco-reprocesos	50	PAA	Mensual		X
Ingreso	Lentes	Dstrucción Eco-reprocesos	20	UN	Mensual		X
Ingreso	Tapones	Dstrucción Eco-reprocesos	43	PAA	Mensual		X
Ingreso	Orejeras	Dstrucción Eco-reprocesos	1	UN	Mensual		X
Ingreso	Guantes anticorte	Dstrucción Eco-reprocesos	50	PAA	Mensual		X
Ingreso	Mascarillas	Dstrucción Eco-reprocesos	41	UN	Mensual		X
Ingreso	Guante Gepar	Dstrucción Eco-reprocesos	88	PAA	Mensual		X
Ingreso	Botas Industriales	Dstrucción Eco-reprocesos	4	PAA	Mensual		X
Ingreso	Gabacha de cuero	Dstrucción Eco-reprocesos	7	UN	Mensual		X
Ingreso	Guantes azules enguatado	Dstrucción Eco-reprocesos	13	PAA	Mensual		X
Ingreso	Careta transparente	Dstrucción Eco-reprocesos	5	UN	Mensual		X
Ingreso	Buriles	Chatarra	7	UN	Mensual		X
Ingreso	Gas	Consume/ Ambiente	1	UN	Mensual	X	
Ingreso	Diesel	Venta Acumuladores de Iberia	120	GLN	Mensual	X	
Ingreso	Gas Argón industrial	Consume/ Ambiente	2	UN	Mensual	X	

Continuación tabla IX.

INGRESO	MATERIAL	DISPOSICIÓN FINAL	CONSUMO			PELIGROSO	NO PELIGROSO
			CANTIDAD CONSUMO	UNIDAD	FRECUENCIA		
Ingreso	Discos de corte	Chatarra	72	UN	Mensual		X
Ingreso	Gas oxígeno	Consume/ Ambiente	5	UN	Mensual		X
Ingreso	Angulares	N/A	40	UN	Mensual		X
Ingreso	Lámina negra	N/A	5	UN	Mensual		X
Ingreso	Gas carbónico	Consume/ Ambiente	17	UN	Mensual	X	
Ingreso	Porta electrodo	Vertedero Municipal	3	UN	Mensual		X
Ingreso	Pintura en aerosol	Consume/ Ambiente	4	UN	Mensual	X	
Ingreso	Thiner	Consume/ Ambiente	27	GLN	Mensual	X	
Ingreso	Penetrante WD40	Consume/ Ambiente	6	GLN	Mensual	X	
Ingreso	Filtros	Chatarra	13	UN	Mensual		X
Ingreso	Boquillas para equipo de oxicorte	Chatarra	3	UN	Mensual		X
Ingreso	Baterías AA	Reciclaje Acumuladores de Iberia	16	UN	Mensual	X	

Fuente: elaboración propia.

2.3. Manejo y tratamiento de las aguas residuales del proceso productivo

El proceso es un circuito directo inicia en la pileta P4, donde por medio de bombas suministra el agua para el tren laminador que será dividido en dos secciones, el primer sector será el agua que proviene del tren desbaste e intermedio y el segundo sector es el tren acabador.

La pileta P1 captará agua y escoria que proviene del primer sector, lo cual por medio de un proceso de sedimentación serán separados los residuos

sólidos de los líquidos. El agua se traslada por medio de decantación a la pileta P2, donde su función será bombear el agua a la pileta SB. En esta pileta se realizará la separación el aceite con el agua y se enviará a la pileta P3.

La pileta P11 captará el agua y la escoria. En esta sección del proceso es una especie de polvo metálico que, luego, se bombea a la pileta SBa. Su función será separar el aceite existente en el agua para luego ser enviada a la pileta P3.

La función de la pileta P3 es almacenar el agua de las dos secciones del tren, para bombearla a un proceso de filtrado, donde el agua, que aun contenga residuos sólidos que no pueda ser filtrada, será enviada a la pileta P5 para luego realizar la separación de lodos con el agua por medio de un separador de lodos.

Esta agua será enviada nuevamente a la pileta P3 y se repetirá el proceso hasta que pueda ser filtrada y enviada a las torres de enfriamiento donde el agua, al descender por gravedad, perderá temperatura y será captada por la pileta P4, entonces, se agrega el agua de reintegro, que no es más que la compensación del agua perdida en el proceso.

2.3.1. Efectos del inadecuado manejo y tratamiento de aguas residuales del proceso productivo

Mantener la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en un estado óptimo para su operación tiene consecuencias en el proceso productivo y ambiental. Las consecuencias en el proceso productivo de no realizar un buen el tratamiento de las aguas residuales serian:

- Desgaste en tuberías y equipos por escoria.

- Deficiencia en el caudal suministrado al proceso.
- Saturación con lodo en electroválvulas de agua.
- Aumento de temperatura de rodillos laminadores.
- Saturación con lodos y agua con espuma en tubos de termotratado.

El cualquiera de los puntos anteriores la producción de la planta se ve comprometida ya sea a corto, mediano o largo plazo. Crea paros no programados, mantenimientos correctivos en equipos, barras perdidas exponiendo la seguridad del trabajador y afectando la calidad del producto.

Por otro lado, las consecuencias medio ambientales que crea el incorrecto de manejo de aguas residuales son:

- Mayor consumo de agua de reposición
- Contaminación con lodos del proceso
- Contaminación con fosfatos y sulfatos
- Contaminación con grasas y aceites

Si se desechara cualquiera de estos tres agentes contaminadores al cuerpo receptor, esta acción crearía daños al receptor y a las comunidades, flora y fauna aledaña de la región por donde el cuerpo receptor tenga influencia, además, el agua de reposición sería en cantidades mayores, debido a que no se reutilizaría el agua del proceso. Por eso, es importante el manejo y tratamiento correctos de aguas porque influye en la producción de la planta y en el medio ambiente.

3. FASE DE DOCENCIA

En esta etapa se proporcionó apoyo didáctico en el desarrollo del funcionamiento y la necesidad de tener un plan de mantenimiento preventivo a los encargados de cada área del tren laminador, también la importancia de llevar un control de las actividades de mantenimiento realizadas por medio de SAP.

Así mismo, se utilizó una herramienta para la identificación de las necesidades de capacitación, una matriz de habilidad o capacitación. Esta es una fuente de información sobre los conocimientos y las competencias requeridas por una para desempeñar de manera eficiente su rol dentro de un equipo de trabajo.

3.1. Planificación de capacitación

Se elaboró una planificación para capacitar a los mecánicos industriales especialistas en la utilización y ejecución del plan de mantenimiento preventivo.

3.1.1. Objetivo

Capacitar a los mecánicos industriales especialistas en la utilización, interpretación y ejecución de datos y archivos elaborados para el plan de mantenimiento preventivo.

3.1.2. Meta

Las metas se establecieron de forma que al alcánzalas se cumpla el objetivo de la capacitación del plan de mantenimiento preventivo.

- Explicar a detalle cada indicador del plan de mantenimiento.
- Dejar claro la utilización, ejecución e interpretación de datos.
- Presentar de forma digital los *check list* por utilizar para las inspecciones de rutina.
- Capacitar a los mecánicos industriales especialistas.

3.1.3. Estrategia

La capacitación del plan de mantenimiento preventivo es la última etapa para la gestión de los mismos, ya que el plan de mantenimiento contiene información necesaria para su ejecución de manera sistematizada. Es importante concientizar a los mecánicos industriales especialistas de la importancia de sus actividades y de cómo aportan al cumplimiento de objetivos. La capacitación costa de tres fases:

- Concientización: se le hizo saber al mecánico industrial, la importancia de la creación de ordenes de mantenimiento en el sistema SAP/PM y los beneficios que esta actividad conlleva.
- Presentación del plan de mantenimiento: se presentaron los conceptos básicos y puntos clave para la ejecución de este.
- Orientación: esta fase es la capacitación de la ejecución e interpretación y manejo de archivos del plan de mantenimiento preventivo.

Figura 18. **Capacitación a técnicos mecánicos**



Fuente: elaboración propia.

3.2. Matriz de capacitación

Una matriz de capacitación permite realizar un almacenamiento de información para medir cambios en los conocimientos y habilidades de los trabajadores, pero también para medir la eficacia de los programas de capacitación.

La selección de la información es uno de los procedimientos más importantes a seguir para la elaboración de esta. Esto permitirá que la empresa se concentre

en áreas de capacitación decisivas para que los trabajadores alcancen los objetivos propuestos. De esta forma, el presupuesto para ejecutar capacitaciones en la organización se optimiza, y es una motivación para los trabajadores, ya que la capacitación y la formación se convierten en elementos valiosos para el desarrollo de sus competencias.

Figura 19. **Matriz de capacitación para taller mecánico LBA**

Capacitación	Conocimientos específicos de proceso	Seguridad industrial	Tipos de mantenimiento	Lineamientos técnico de soldadura de arco	Mecánica de banco	Lineamiento generales de tipos de electrodos
Puesto	Mecánico industrial especialista, Mecánico industrial	Mecánico industrial especialista, soldador	Mecánico industrial especialista, soldador	Soldador	Mecánico industrial especialista, Mecánico industrial	Soldador
No. De participantes	25	25	25	15	25	10
Capacitación	Lineamientos neumáticos	Manejo de lubricantes aplicando código de limpieza ISO	Lineamientos de ensamble de estructuras y equipos.	Herramienta especializada	Lineamiento de soldadura	Lineamientos técnicos de posición de soldadura
Puesto	Mecánico industrial especialista, Mecánico industrial	Mecánico industrial especialista, Mecánico industrial y Soldador	Soldador	Mecánico industrial especialista, Mecánico industrial	Mecánico industrial especialista, Mecánico industrial	Soldador
No. De participantes	25	35	15	25	25	15
Capacitación	Lineamientos de metrología	Buenas practicas aplicadas en el mantenimiento	Manejo de registros e información	Tratamiento térmico	Sistema de gestión	Aplicaciones especiales de soldaduras
Puesto	Mecánico industrial especialista	Mecánico industrial especialista, Mecánico industrial y Soldador	Mecánico industrial especialista	Mecánico industrial especialista, Mecánico industrial y Soldador	Mecánico industrial especialista y soldador	Mecánico industrial especialista y soldador
No. De participantes	15	35	15	35	25	25
Capacitación	Lineamientos hidráulicos	Lineamiento general de metalurgia	Manejo de información	Herramienta industrial	Montaje de rodamientos para cajas reductoras	
Puesto	Mecánico industrial especialista, Mecánico industrial	Soldador	Mecánico industrial	Soldador	Mecánico industrial especialista, Mecánico industrial	
No. De participantes	25	15	15	15	25	

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Al realizar un diagnóstico inicial se expuso la necesidad de la presente propuesta, debido a que arrojó las necesidades y la falta de organización en los documentos existentes en el taller mecánico al tener como base un mantenimiento correctivo, lo cuál fue el punto de partida para plantear una serie de metodologías para la aplicación del mantenimiento preventivo con el fin de la mejora continua.
2. La ausencia de documentación, rutas de inspección, formatos de seguimiento ha impedido realizar un seguimiento en las actividades de mantenimiento que se han realizado a los equipos, lo cual genera escasa información para generar una trazabilidad por equipo.
3. La regularidad que se tiene actualmente en el registro de datos de los equipos es vulnerable a la pérdida de información, por ello el planteamiento de formatos necesarios para la trazabilidad del mantenimiento es parte esencial del proyecto pues sugiere orden y manejo adecuado de la información que permite tener un mayor conocimiento de actividades críticas dentro del mantenimiento.
4. Al aplicar el modelo de análisis de criticidad, se probó la presencia de 64 equipos críticos lo que equivale a un 73 % del total de los equipos de la planta de LBA, cabe resaltar que por ser un proceso en línea hace que el porcentaje de equipos críticos sea mayor. Dado este resultado, es importante resaltarlas y tener prioridad en cuanto a su manejo de inventarios en bodega.

5. La importancia del registro de tareas de mantenimiento en SAP/PM ha dado como resultado creación de registros por equipo y especificando las intervenciones realizadas, la ventaja que ofrece SAP/PM, es que se pueden cargar planes de mantenimiento para que la generación de órdenes de mantenimiento sea de manera automática y sistemática.
6. La implementación de acciones una gestión ambiental orientadas y aplicadas a el taller mecánico sería una forma de prevenir o mitigar el impacto ambiental que generan las actividades de mantenimiento.
7. Los residuos generados por las actividades de mantenimiento son clasificados entre peligros y no peligrosos, esta clasificación ayuda al manejo y disposición adecuada a los residuos, esto como parte de la gestión ambiental.
8. El tener conocimiento de manejo y tratamiento de aguas residuales ayuda a comprender el efecto que tiene sobre el proceso productivo, que puede ser una parada por limpieza de electroválvulas hasta el daño permanente en los rodillos laminadores, al no ser trata de manera correctamente, sino también que al captar la mayor cantidad de agua posible del proceso ayudaría a que el agua de reposición para el proceso sea mínima.
9. Contar con una matriz de capacitaciones orientadas al desarrollo de conocimientos establecidos para cada puesto de trabajo, tiene un impacto positivo las actividades de mantenimiento, pues se contará con personal especializado y empoderado en sus áreas de trabajo.

RECOMENDACIONES

1. Concientizar a los trabajadores involucrados en las actividades mantenimiento, de la importancia del manejo de los nuevos formatos y sistemas de información para el mejoramiento del sistema actual de mantenimiento.
2. Conocer la ubicación y el almacenamiento de repuestos críticos esto derivado al alto porcentaje de equipos críticos con los que se cuentan.
3. Crear planes de mantenimiento en SAP/PM para la facilitar la creación de órdenes de mantenimiento para que no se dificulte con la creación de órdenes que vienen desde los colaboradores u otras áreas.
4. Que los mecánicos industriales especialistas tengan acceso a la información de plan de mantenimiento preventivo, mas no a la manipulación del mismos, esto para evitar manejo inadecuado de datos y resultados.
5. Dar seguimiento a las actividades de gestión ambiental para el taller mecánico para lograr una correcta separación de residuos generados por las actividades de mantenimiento.
6. Captar la mayor cantidad de agua del proceso productivo para disminuir el consumo de agua de reintegro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo Gubernativo No. 236-2006. *Reglamento de las descargas y reusó de aguas residuales y de la disposición de lodos*. [en línea]. <https://leyes.infile.com/index.php?id=182&id_publicacion=52373> . [Consulta: 10 de diciembre de 2019].
2. CAJAS, Carlos., JANETA, Alberto. *Planificación de mantenimiento basado en el método de confiabilidad RCM para motores estacionarios de la planta TERMOPICHINCHA S.A., CENTRAL GUANGOPOLO*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador: 2009. 294 p
3. CANSINO, Elvis., LUCERO, Danny. *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica MINEROSA*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador: 2015. 170 p.
4. COLLAZOS, Héctor., DUQUE, Ramon. *Residuos sólidos*. 2a ed. Colombia: 1993. FUNPIRS. 262 p.
5. CONSTRUMÁTICA. *Proceso de fabricación del acero a partir de chatarra*. [en línea]. <www.construmatica.com/construpedia/Proceso_de_Fabricaci%C3%B3n_del_Acero_a_Partir_de_Chatarra>.[Consulta: 10 de diciembre de 2019].

6. CVOSOFT IT ACADEM. *Manual CVOSOFT, Introducción al sistema SAP*. Guatemala: 2009. CVPSOFT. 243 p.
7. ESPINOZA, Félix. *Implantación del sistema SAP en la gestión de procesos presupuestales en una organización peruana*. Trabajo de graduación de Ingeniería Empresarial y de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú: 2016. 62 p.
8. HENRY, Glyn., HEINKE, Gary. *Ingeniera Ambiental*. 2a ed. México: 1999. Prentice Hall. 796 p.
9. GUALAN, Néstor, LUCERO, Carlos *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el área de preparación de la empresa Francelana S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánico, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador: 2011. 264 p
10. GUHL, Ernesto., WILLS, Eduardo. Et al. *Guía para la gestión ambiental regional y local*. Colombia: 1998. FONADE. 287 p.
11. HILLEBOE, Herman. *Manual de Tratamiento de Aguas Negras*. México: 2005. Limusa Noriega. 303 p.
12. LEÓN, Maira., MURCIA, Mónica. & Murcia. *Diseño del programa de mantenimiento preventivo para las cajas laminadoras del tren 3 de laminación en la empresa GERDAU DIACO – PLANTA TUTA*. Trabajo de graduación de Ingeniera Industrial, Facultad de

Ingeniera, Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia, Sogamoso, Boyacá, Colombia: 2017. 77 p.

13. MANZINI, Riccardo., REGATTIERI, Alberto. Et al. *Maintenance for Industrial Systems*. Inglaterra: 2010. Springer. 489 p.
14. MENDOZA, Mónica. *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento industria*. Trabajo de graduación de Maestría, Facultad de Ingeniería y Ciencias Sociales Administrativas, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México: 2016. 126 p.
15. MORA, Luis. *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. 2a ed. México: 2009. Alfaomega. 513 p.
16. Norma Internacional ISO 9001:2015, *Sistemas de gestión de calidad – requisitos, traducción oficial*. 5a ed. Suiza: 2015.
17. PRADO, Raul. *Manual gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: 1996. Piedra Santa. 89 p.
18. SALAZAR, Pablo. *Propuesta de mejoramiento de eficiencia del proceso de laminación de perfiles a través de la disminución de la pérdida metálica para la industria metalmecánica*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala: 2011. 141 p.
19. SALGUERO, Haroldo. *Proceso de gestión de calidad en mantenimiento preventivo*. Trabajo de graduación de Maestría, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala: 2007. 47 p.

20. TCHOBANOGLIOUS, George. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Estados Unidos: 1996. McGraw-Hill. 1 087 p.

21. VALDIVIESO, Juan. *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa EXTRUPLAS S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánico, Facultad de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador: 2010. 115 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Plan de mantenimiento del área del horno

Código SAP	Equipo	Nombre de tarea	Descripción de la tarea	Tiempo (h)	Frec	Cant. Persona
10001505	Sector de rodillos uno					
		Inspección de rodos vr0-s1				
			Revisión de fugas en mangueras de rodillos	0,3	Semanal	1
			Inspección de amortiguadores	0,3	Semanal	1
			Verificar estado de eje	0,3	Semanal	1
			Verificar funcionamiento del motor	0,3	Semanal	1
			Verificar lubricación en chumacera	0,3	Semanal	1
10001506	Sector de rodillos dos					
10001507	Sector de rodillos tres					
10001508	Transferidores					
10001509	Empujadores					
10001510	Ug-0					
10001512	Deshonradora					
10001513	Guías refrigeradas fricción					
10001514	Palpadores de horno					
10001515	Dosificadoras horno					
10003294	Aire de combustión					
10001518	Turbo ventiladores de horno					
10001521	Uh0					

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Plan de mantenimiento área tren desbaste**

Código SAP	Equipo	Nombre de tarea	Descripción de la tarea	Tiempo (h)	Frec	Cant. Persona
10001522	Vr1					
		Inspección de segmento tipo estrella vr1				
		+++++	Inspeccionar segmentos del #1 al #13	1	Trimestral	2
		Lubricación de rodamientos vr1				
10001523	Caja horizontal 0					
10001524	Caja horizontal 1					
10001525	Caja vertical 2					
10001526	Caja horizontal 3					
10001527	Caja vertical 4					
10001528	Caja horizontal 5					
10001529	Caja vertical 6					
10001530	Cizalla de despunte c6					
10001578	UI-1					

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Plan de mantenimiento área tren intermedio**

Código SAP	Equipo	Nombre de tarea	Descripción de la tarea	Tiempo (h)	Frec	Cant. Persona
10001532	Caja horizontal 7					
		Insp acoples de alargadera h7				
			Insp acople de alargadera lado molino	2,5	Cuatrimestral	2
			Insp acople alargadera lado reductor	2,5	Cuatrimestral	2
			Inspección motor/ reductor	0,5	Semestral	2
		Limpieza de electroválvulas de agua h7				
		Lubricación general h7				
10001533	Caja vertical 8					
10001534	Caja horizontal 9					
10001535	Caja vertical 10					
10001536	Caja horizontal 11					
10001539	Caja vertical 12					
10001541	Cizalla de despunte c12					
10001577	Ug-1					
10001579	UI-2					

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Plan de mantenimiento área tren acabador**

Código SAP	Equipo	Nombre de tarea	Descripción de la tarea	Tiempo (h)	Frec	Cant. Persona
10001544	Caja horizontal 13					
		Insp acoples de alargadera h13				
			Insp acople de alargadera lado molino	2,5	Bimensual	2
			Insp acople alargadera lado reductor	2,5	Cuatrimestral	2
			Inspección motor/reductor	0,5	Semestral	2
		Limpieza de electroválvulas de agua h13				
		Lubricación general h13				
10001546	Caja convertible 14					
10001548	Caja horizontal 15					
10001550	Caja convertible 16					
10001552	Caja horizontal 17					
10001554	Caja convertible 18					
10001580	UI-3					
10001581	Uh-1					
10001584	C-41					

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Plan de mantenimiento área de evacuación**

Código SAP	Equipo	Nombre de tarea	Descripción de la tarea	Tiempo (h)	Frec	Cant. Persona
10001585	Grupo de rodillos vr43					
		Inspección de desgaste de rodos vr43				
			Inspeccionar grupo de rodillos vr43	0,8	Semanal	1
		Inspección de desgaste en canaletas				
10001586	Línea de descargo (cm-43)					
10001588	Mesa de enfriamiento (rm-44)					
10001589	Transferidor de mantos (tf-45)					
10001613	Uh-49					

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Plan de mantenimiento área de salidas**

Código SAP	Equipo	Nombre de tarea	Descripción de la tarea	Tiempo (h)	Frec	Cant. Persona
10001592	C50					
		Inspección de gap clutch c50				
			Quitar guarda	0,5	Bimestral	2
			Calibrar	0,5	Bimestral	2
			Colocar guarda	0,5	Bimestral	2
			Inspección de estado de la faja	0,3	Bimestral	1
			Inspección de la tensión de la faja	0,3	Bimestral	1
10001593	Pm-50					
10001595	Tc52 sección a					
10003271	Tc52 sección b					
10001596	Tf1 sección a					
10003274	Tf1 sección b					
10001597	Tf2 sección a					
10003275	Tf2 sección b					
10001599	Tf3 sección a					
10003276	Tf3 sección b					
10001598	Atadoras neumáticas 1					
10003261	Atadoras neumáticas 2					
10003262	Atadoras neumáticas 3					
10003263	Atadoras neumáticas 4					

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Plan de mantenimiento área de salidas (continuación)**

Código SAP	Equipo	Nombre de tarea	Descripción de la tarea	Tiempo (h)	Frec	Cant. Persona
10003264	Atadoras neumáticas 5					
10003265	Atadoras neumáticas 6					
10003266	Atadoras neumáticas 7					
10003267	Atadoras neumáticas 8					
10003268	Atadoras neumáticas 9					
10001594	Vr51					
10001601	Vr5 sección a					
10003297	Vr5 sección b					
10001591	Vr47					
10001602	Atadora hidráulica a					
10003280	Atadora hidráulica b					
10001603	Tf6 sección a					
10003278	Tf6 sección b					
10001604	Tf7 sección a					
10003279	Tf7 sección b					
10001600	Ff4 sección a					
10003277	Ff4 lado b					
10001614	Ug2					
10001615	Ug3					

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Check list de centrales**

CHECK LIST DE CENTRALES DE LUBRICACIÓN, HIDRÁULICA Y GRASA		Versión: 0 Pág 1/3												
		Fecha de aprobación: dd/mm/aa												
Técnico Mecánico	Firma													
Fecha	Turno													
CENTRALES DE GRASA														
UG-0														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1.Limpieza externa del sistema														
2. Revisión del sistema neumático														
3. Nivelar aceite a unidad de mantenimiento														
UG-1														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1.Limpieza externa del sistema														
2. Revisión del sistema neumático														
3. Nivelar aceite a unidad de mantenimiento														
UG-2														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1.Limpieza externa del sistema														
2. Revisión del sistema neumático														
3. Nivelar aceite a unidad de mantenimiento														
UG-3														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1.Limpieza externa del sistema														
2. Revisión del sistema neumático														
3. Nivelar aceite a unidad de mantenimiento														
UG-41														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1.Limpieza externa del sistema														
2. Nivelación de grasa														
NOTA: Solo si se va a producir varilla de 1" a 1 3/8"														

Continuación apéndice 8.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN	Versión: 0	Fecha de aprobación: dd/mm/aa	Pág 2/3
-----------------------------------	------------	-------------------------------	---------

UG-GUÍAS ACABADOR														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1.Limpieza externa del sistema														
2. Revisión del sistema neumático														
3. Nivelar aceite a unidad de mantenimiento														

UG-CAJAS ACABADOR														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1.Limpieza externa del sistema														
2. Revisión del sistema neumático														
3. Nivelar aceite a unidad de mantenimiento														

CENTRALES DE LUBRICACIÓN														
UL-1														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Limpieza externa														
2. Revisión de fugas en el intercambiador														
3. Revisión de fugas en bombas														
4. Manómetros dañados														
5. Anotar temperatura de central														
6. Anotar nivel de aceite														
7. Anotar número de bomba en operación														
8. Anotar presión de bomba en operación														

UL-2														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Limpieza externa														
2. Revisión de fugas en el intercambiador														
3. Revisión de fugas en bombas														
4. Manómetros dañados														
5. Anotar temperatura de central														
6. Anotar nivel de aceite														
7. Anotar número de bomba en operación														
8. Anotar presión de bomba en operación														

Continuación apéndice 8.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN	Versión: 0	Fecha de aprobación: dd/mm/aa	Pág 3/3											
UL-3														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Limpieza externa														
2. Revisión de fugas en el intercambiador														
3. Revisión de fugas en bombas														
4. Manómetros dañados														
5. Anotar temperatura de central														
6. Anotar nivel de aceite														
7. Anotar número de bomba en operación														
8. Anotar presión de bomba en operación														
CENTRALES HIDRÁULICAS														
UH-0														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Limpieza externa														
2. Revisión de fugas en el intercambiador														
3. Revisión de fugas en bombas														
4. Manómetros dañados														
5. Anotar temperatura de central														
6. Anotar nivel de aceite														
7. Anotar número de bomba en operación														
8. Anotar presión de la central														
UH-1														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Limpieza externa														
2. Revisión de fugas en el intercambiador														
3. Revisión de fugas en bombas														
4. Manómetros dañados														
5. Anotar temperatura de central														
6. Anotar nivel de aceite														
7. Anotar número de bomba en operación														
8. Anotar presión de la central														
UH-49														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Limpieza externa														
2. Revisión de fugas en el intercambiador														
3. Revisión de fugas en bombas														
4. Manómetros dañados														
5. Anotar temperatura de central														
6. Anotar nivel de aceite														
7. Anotar número de bomba en operación														
8. Anotar presión de la central														

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Check list** de rutina área del horno

CHECK LIST DE RUTINA DEL ÁREA DEL HORNO		CÓDIGO DE ESTÁNDAR LLL-FRM-NNNN-NN												
		Versión: 0	Pág 1/5											
		Fecha de aprobación: dd/mm/aa												
Técnico Mecánico	Fecha	Firma												
VR0-S1														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras de rodillos en buen estado														
3. Anotar número de rodillo con fugas														
4. Amortiguador de rodillo en buen estado														
5. Anotar número de amortiguador dañado														
6. Eje de rodillo en buen estado														
7. Anotar número de eje dañado de rodillo														
8. Funcionamiento correcto del motor														
9. Anotar número de motor dañado														
10. Chumacera lubricada														
11. Anotar número de chumacera sin lubricación														
12. Reductor de rodillo en buen estado														
13. Anotar número de reductor con fugas														
VR0-S2														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras de rodillos en buen estado														
3. Anotar número de rodillo con fugas														
4. Amortiguador de rodillo en buen estado														
5. Anotar número de amortiguador dañado														
6. Eje de rodillo en buen estado														
7. Anotar número de eje dañado de rodillo														
8. Funcionamiento correcto del motor														
9. Anotar número de motor dañado														
10. Chumacera lubricada														
11. Anotar número de chumacera sin lubricación														
12. Reductor de rodillo en buen estado														
13. Anotar número de reductor con fugas														

Continuación apéndice 9.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN	Versión: 0	Fecha de aprobación: dd/mm/aa	Pág 2/5												
VR0-S3															
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
1. Guarda de seguridad en buen estado															
2. Mangueras de rodillos en buen estado															
3. Anotar número de rodillo con fugas															
4. Amortiguador de rodillo en buen estado															
5. Anotar número de amortiguador dañado															
6. Eje de rodillo en buen estado															
7. Anotar número de eje dañado de rodillo															
8. Funcionamiento correcto del motor															
9. Anotar número de motor dañado															
10. Chumacera lubricada															
11. Anotar número de chumacera sin lubricación															
12. Reductor de rodillo en buen estado															
13. Anotar número de reductor con fugas															
TRANSFERIDOR															
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
1. Cilindros en buen estado															
2. Anotar lado de cilindro con fugas (der o izq)															
3. Rodamientos dañados															
4. Levas sin fugas															
EMPUJADOR															
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
1. Patines en buen estado															
2. Lado de patin en mal estado (der o izq)															
3. Cilindros sin fugas															
4. Lado de cilindro con fugas (der o izq)															
5. Buen estado en Chumacera de leva de rodillos VR															
ZONA FRONTAL DEL HORNO															
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
1. Quemadores sin fugas															
2. Anotar número de quemador con fuga															
3. Existen armaduras dañadas															
4. Anotar número de armadura dañada															

Continuación apéndice 9.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN	Versión: 0	Fecha de aprobación: dd/mm/aa	Pág 3/5				
ZONA DERECHA DEL HORNO							
Verificar	LU	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SAB	DOM
	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No
1. Quemadores en buen estado							
2. Anotar número de quemador con anomalia							
3. Armaduras en buen estado							
4. Anotar número de armadura dañada							
ZONA IZQUIERDA DEL HORNO							
Verificar	LU	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SAB	DOM
	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No
1. Revisión de fugas en quemadores							
2. Anotar número de quemador con fuga							
3. Existen armaduras dañadas							
4. Anotar número de armadura dañada							
DESHORNADORA							
Verificar	LU	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SAB	DOM
	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No
1. Guarda de seguridad en buen estado							
2. Revisión de fugas de agua en la barra							
3. Existe desgaste en la barra							
4. Inspección de acople del rodo motriz							
5. Inspección de tuercas de eje de rodo motriz							
PALPADORES DE LADO DERECHO							
Verificar	LU	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SAB	DOM
	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No
1. Revisión de fugas de agua en barra							
2. Revisión de fugas de aire en cilindro							
3. Inspección en tornillos de anclaje							
4. Nivelación de unidad de mantenimiento							
PALPADORES DE LADO IZQUIERDO							
Verificar	LU	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SAB	DOM
	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No
1. Revisión de fugas de agua en barra							
2. Revisión de fugas de aire en cilindro							
3. Inspección en tornillos de anclaje							
4. Nivelación de unidad de mantenimiento							

Continuación apéndice 9.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN	Versión: 0	fecha de aprobación: dd/mm/a	Pág 4/5												
BOMBAS DOSIFICADORAS LADO IZQUIERDO															
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
1. Existe mangueras dañadas															
2. Anotar número de manguera dañada															
3. Existe manómetro dañado															
4. Anotar número de manómetro dañado															
5. Existen bomba dañada															
6. Anotar número de bomba dañada															
7. Existe acople dañado															
8. Anotar número de acople dañado															
9. Existe reductores dañados															
10. Anotar número de reductor dañado															
11. Existe fuga de bunker															
12. Anotar presión de bunker (bar)															
13. Anotar temperatua de bunker de tanque principa															
14. Anotar temperatura en zona de recalentamiento															
15. Anotar temperatura en zona de igualación (°C)															
BOMBAS DOSIFICADORAS LADO DERECHO															
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
1. Existe mangueras dañadas															
2. Anotar número de manguera dañada															
3. Existe manómetro dañado															
4. Anotar número de manómetro dañado															
5. Existen bomba dañada															
6. Anotar número de bomba dañada															
7. Existe acople dañado															
8. Anotar número de acople dañado															
9. Existe reductores dañados															
10. Anotar número de reductor dañado															
11. Existe fuga de bunker															
12. Anotar presión de bunker (bar)															
13. Anotar temperatua bunker de tanque principal (°C)															
14. Anotar temperatura en zona de recalentamiento (°C)															
15. Anotar temperatura en zona de igualación (°C)															

Continuación apéndice 9.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN	Versión: 0	fecha de aprobación: dd/mm/a	Pág 5/5
-----------------------------------	------------	------------------------------	---------

BOMBAS DOSIFICADORAS LADO DE CALENTAMIENTO														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Existe mangueras dañadas														
2. Anotar número de manguera dañada														
3. Existe manómetro dañado														
4. Anotar número de manómetro dañado														
5. Existen bomba dañada														
6. Anotar número de bomba dañada														
7. Existe acople dañado														
8. Anotar número de acople dañado														
9. Existe reductores dañados														
10. Anotar número de reductor dañado														
11. Existe fuga de bunker														
12. Anotar presión de bunker (bar)														
13. Anotar temperatura de bunker de tanque principa														
14. Anotar temperatura en zona de recalentamiento														
15. Anotar temperatura en zona de igualación (°C)														

GUÍAS REFRIGERADAS														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Existe flujo de agua														
2. Anotar número de guía en donde no existe flujo de agua														
3. Existe manguera dañada														
4. Anotar número de manguera dañada														

AIRE DE COMBUSTIÓN														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Existen fajas dañadas														
2. Existe fuga en cilindro neumático														
3. Funcionamiento correcto del sistema														

TURBO VENTILADORES														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Existen fajas dañadas														
2. Existe fuga en cilindro neumático														
3. Funcionamiento correcto del sistema														

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10 **Check list** de rutina área del tren desbaste

	CHECK LIST DE RUTINA DEL TREN DESBASTE	CÓDIGO DE ESTÁNDAR LLL-FRM-NNNN-NN					
		Versión: 0 Pág 1/2					
		Fecha de aprobación: dd/mm/aa					
Técnico Mecánico	Fecha	Firma					
VR-1							
Verificar	LU	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SAB	DOM
	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No
1. Guarda de seguridad en buen estado							
2. Presencia de residuos de segmentos tipo estre							
3. Número de segmento tipo estrella dañado							
H-0							
Verificar	LU	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SAB	DOM
	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No
1. Guarda de seguridad en buen estado							
2. Mangueras hidráulicas en buen estado							
3. Mangueras de grasa en buen estado							
4. Tubería de lubricación y reductor en buen							
5. Inspección de tornillos de media luna de acopl							
6. Detecta un ruido anormal en reductor							
7. Revisión de fugas en banco de válvulas							
8. Limpieza de banco válvulas							
H-1							
Verificar	LU	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SAB	DOM
	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No
1. Guarda de seguridad en buen estado							
2. Mangueras hidráulicas en buen estado							
3. Mangueras de grasa en buen estado							
4. Tubería de lubricación y reductor en buen							
5. Inspección de tornillos de media luna de acopl							
6. Detecta un ruido anormal en reductor							
7. Revisión de fugas en banco de válvulas							
8. Limpieza de banco válvulas							
V-2							
Verificar	LU	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SAB	DOM
	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No	Si No
1. Guarda de seguridad en buen estado							
2. Mangueras hidráulicas en buen estado							
3. Mangueras de grasa en buen estado							
4. Tubería de lubricación y reductor en buen							
5. Inspección de tornillos de media luna de acopl							
6. Detecta un ruido anormal en reductor							
7. Revisión de fugas en banco de válvulas							
8. Limpieza de banco válvulas							

Continuación apéndice 10.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN	Versión: 0	Fecha de aprobación: dd/mm/aa	Pág 2/2											
H-3														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Inspección de tornillos de media luna de acopl														
6. Detecta un ruido anormal en reductor														
7. Revisión de fugas en banco de válvulas														
8. Limpieza de banco válvulas														
V-4														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Inspección de tornillos de media luna de acopl														
6. Detecta un ruido anormal en reductor														
7. Revisión de fugas en banco de válvulas														
8. Limpieza de banco válvulas														
H-5														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Inspección de tornillos de media luna de acopl														
6. Detecta un ruido anormal en reductor														
7. Revisión de fugas en banco de válvulas														
8. Limpieza de banco válvulas														
V-6														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Inspección de tornillos de media luna de acopl														
6. Detecta un ruido anormal en reductor														
7. Revisión de fugas en banco de válvulas														
8. Limpieza de banco válvulas														

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Check list** de rutina área del tren intermedio

	CHECK LIST DE RUTINA DEL TREN INTERMEDIO	CÓDIGO DE ESTÁNDAR LLL-FRM-NNNN-NN	
		Versión: 0	Pág 1/2
		Fecha de aprobación: dd/mm/aa	

Técnico Mecánico	Fecha	Firma
-------------------------	--------------	--------------

H-7														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Detecta un ruido anormal en reductor														
6. Revisión de fugas en banco de válvulas														
7. Limpieza de banco válvulas														

V-8														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Detecta un ruido anormal en reductor														
6. Revisión de fugas en banco de válvulas														
7. Limpieza de banco válvulas														

H-9														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Detecta un ruido anormal en reductor														
6. Revisión de fugas en banco de válvulas														
7. Limpieza de banco válvulas														

Continuación apéndice 11.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN		Versión: 0		Fecha de aprobación: dd/mm/aa		Pág 2/2								
V-10														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Detecta un ruido anormal en reductor														
6. Revisión de fugas en banco de válvulas														
7. Limpieza de banco válvulas														
H-11														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Detecta un ruido anormal en reductor														
6. Revisión de fugas en banco de válvulas														
7. Limpieza de banco válvulas														
V-12														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Detecta un ruido anormal en reductor														
6. Revisión de fugas en banco de válvulas														
7. Limpieza de banco válvulas														

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. **Check list** de rutina área del tren acabador

CHECK LIST DE RUTINA DEL TREN ACABADOR		CÓDIGO DE ESTÁNDAR LLL-FRM-NNNN-NN	
		Versión: 0	Pág 1/2
Fecha de aprobación: dd/mm/aa			

Técnico Mecánico	Fecha	Firma
-------------------------	--------------	--------------

H-13														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Detecta un ruido anormal en reductor														
6. Revisión de fugas en banco de válvulas														
7. Limpieza de banco válvulas			/		/		/		/		/		/	

G-14														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Detecta un ruido anormal en reductor														
6. Revisión de fugas en banco de válvulas														
7. Limpieza de banco válvulas			/		/		/		/		/		/	

H-15														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Detecta un ruido anormal en reductor														
6. Revisión de fugas en banco de válvulas														
7. Limpieza de banco válvulas			/		/		/		/		/		/	

Continuación apéndice 12.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN	Versión: 0	fecha de aprobación: dd/mm/aa	Pág 2/2
-----------------------------------	------------	-------------------------------	---------

G-16														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Detecta un ruido anormal en reductor														
6. Revisión de fugas en banco de válvulas														
7. Limpieza de banco válvulas														

H-17														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Detecta un ruido anormal en reductor														
6. Revisión de fugas en banco de válvulas														
7. Limpieza de banco válvulas														

G-18														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Mangueras hidráulicas en buen estado														
3. Mangueras de grasa en buen estado														
4. Tubería de lubricación y reductor en buen														
5. Detecta un ruido anormal en reductor														
6. Revisión de fugas en banco de válvulas														
7. Limpieza de banco válvulas														

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. **Check list** de rutina área de evacuación

	CHECK LIST DE RUTINA DEL ÁREA DE EVACUACIÓN	CÓDIGO DE ESTÁNDAR LLL-FRM-NNNN-NN												
		Versión: 0	Pág 1/2											
		Fecha de aprobación: dd/mm/a												
Técnico Mecánico	Fecha	Firma												
VR43														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Existe desbalance en rodos														
3. Número de rodo con desbalance														
4. Existe desgaste en rodos														
5. Número de rodo con desgaste														
RM44-A														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Excéntrica en buen estado														
3. Anotar número de excéntrica en mal estado														
4. Acople en buen estado														
5. Número de acople dañado														
6. Desgaste en ruedas guías														
7. Número de rueda guía con desgaste														
8. Atrancamiento en rueda guía														
9. Número de rueda guía atrancada														
10. Revisión de fugas de aceite en reductores														
11. Anotar número de reductor con fugas														
RM44-B														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Excéntrica en buen estado														
3. Anotar número de excéntrica en mal estado														
4. Acople en buen estado														
5. Número de acople dañado														
6. Desgaste en ruedas guías														
7. Número de rueda guía con desgaste														
8. Atrancamiento en rueda guía														
9. Número de rueda guía atrancada														
10. Revisión de fugas de aceite en reductores														
11. Anotar número de reductor con fugas														

Continuación apéndice 13.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN		Versión: 0		Fecha de aprobación: dd/mm/a		Pág 2/2								
TF45														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Motor/reductor en buen estado														
2. Anotar número de motor/reductor en mal estado														
3. Segmento tipo extralla en buen estado														
4. Anotar número de segmento tipo estrella dañado														
5. Soportes en buen estado														
TC46														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Se encuentran las cadenas tensadas														
2. Número de cadenas destensadas														
3. Cilindros en buen estado														
4. Anotar número de cilindro en mal estado														
5. Carros transferidor alineado														
6. Anotar número de carro transferidor desalineado														
7. Carro transferidor en buen estado														
8. Anotar número de carro transferidor dañado														
VR44														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Existe desgaste en rodos														
2. Número de rodo con desgaste														
3. Motor/reductor cuenta con sprocket y cadena														
4. Número de motor reductor sin sprocket o sin cade														
5. Se encuentra dañada la cadena del contrapeso														
6. Número de contrapeso con cadena dañada														
7. Revisión de fugas en cilindros de levas														
8. Número de cilindro de levas con fugas														
9. Se encuentran las cadenas tensadas														
10. Número de cadenas sin tensar														

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. **Check list** de rutina área de salidas

CHECK LIST DE RUTINA ÁREA DE SALIDAS	CÓDIGO DE ESTÁNDAR LLL-FRM-NNNN-NN	
	Versión: 0	Pág 1/5
	Fecha de aprobación: dd/mm/aa	

Técnico Mecánico	Fecha	Firma
-------------------------	--------------	--------------

C50														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Verificar filo de las cuchillas														
3. Inspección de fuga en cilindros opresores														
4. Inspección de fugas en clutch														
5. Verificar nivel de aceite														
6. Anotar nivel de aceite														

PM50														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Inspeccion de fugas														
2. Inspección de lubricación de leva														
3. Inspeccion de anclaje de tope														
4. Presión de aire correcta														

VR51														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Rodillos giran libremente														
2. Faldones alineados														
3. Presencia de fugas en reductores														
4. Anotar número de reductor con fuga														
5. Motores en buen estado														
6. Presencia de fugas en cilindros														
7. Anotar número de cilindro con fuga														

VR-47														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Rodillos giran libremente														
2. Faldones alineados														
3. Presencia de fugas en reductores														
4. Anotar número de reductor con fuga														
5. Motores en buen estado														
6. Presencia de fugas en cilindros														
7. Anotar número de cilindro con fuga														

Continuación apéndice 14.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN	Versión: 0	Fecha de aprobación: dd/mm/aa	Pág 2/5											
VR5-A														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Rodillos giran libremente														
3. Presencia de fugas en reductores														
4. Anotar número de reductor con fuga														
VR5-B														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Rodillos giran libremente														
3. Presencia de fugas en reductores														
4. Anotar número de reductor con fuga														
TC-52														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Carros alineados														
2. Cadenas tensadas														
3. Uniones de cadenas en buen estado														
4. Presencia de fugas en reductores														
5. Anotar número de reductor con fuga														
6. Presencia de fugas en cilindros														
7. Anotar número de cilindro con fuga														
8. Rotulas y pines de levas en buen estado														
9. Banco principal sin fugas														
FF4-A														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Alineación de cunas correcta														
2. Base de cunas en buen estado														
3. Tensión de cadenas en buen estado														
4. Presencia de fugas en reductores														
5. Anotar número de reductor con fuga														
6. Cadena de reductor tensada														
FF4-B														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Alineación de cunas correcta														
2. Base de cunas en buen estado														
3. Tensión de cadenas en buen estado														
4. Presencia de fugas en reductores														
5. Anotar número de reductor con fuga														
6. Cadena de reductor tensada														

Continuación apéndice 14.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN	Versión: 0	Fecha de aprobación: dd/mm/aa	Pág 3/5
-----------------------------------	------------	-------------------------------	---------

TF1-A														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Alineación de cadenas correcta														
2. Cadenas en buen estado														
3. Uniones con chavetas														
4. Cadenas tensadas														
5. Presencia de fugas en reductores														
6. Anotar numero de reductor con fuga														

TF1-B														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Alineación de cadenas correcta														
2. Cadenas en buen estado														
3. Uniones con chavetas														
4. Cadenas tensadas														
5. Presencia de fugas en reductores														
6. Anotar numero de reductor con fuga														

TF2-A														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Alineación de cadenas correcta														
3. Cadenas en buen estado.														
4. Uniones con chavetas														
5. Tensión en buen estado														
6. Ganchos en buen estado														
7. Presencia de fugas en reductores														
8. Anotar numero de reductor con fuga														

TF2-B														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Alineación de cadenas correcta														
3. Cadenas en buen estado.														
4. Uniones con chavetas														
5. Tensión en buen estado														
6. Ganchos en buen estado														
7. Presencia de fugas en reductores														
8. Anotar numero de reductor con fuga														

Continuación apéndice 14.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN		Versión: 0		Fecha de aprobación: dd/mm/aa		Pág 4/5								
TF3-A														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Alineación de cadenas correcta														
2. Cadenas en buen estado														
3. Uniones con chavetas														
4. Tensión en buen estado														
5. Bases de cadenas en buen estado														
6. Presencia de fugas en reductores														
7. Anotar numero de reductor con fuga														
TF3-B														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Alineación de cadenas correcta														
2. Cadenas en buen estado														
3. Uniones con chavetas														
4. Tensión en buen estado														
5. Bases de cadenas en buen estado														
6. Presencia de fugas en reductores														
7. Anotar numero de reductor con fuga														
TF6-A														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Alineación de cadenas correctas														
3. Tensión de cadenas correctas														
4. Chavetas en uniones de cadenas														
5. Presencia de fugas en cilindros														
6. Anotar número de cilindro con fuga														
7. Fugas en bancos hidráulicos.														
TF6-B														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Alineación de cadenas correctas														
3. Tensión de cadenas correctas														
4. Chavetas en uniones de cadenas														
5. Presencia de fugas en cilindros														
6. Anotar número de cilindro con fuga														
7. Fugas en bancos hidráulicos.														

Continuación apéndice 14.

CÓDIGO DE ESTÁNDARLLL-FRM-NNNN-NN		Versión: 0		Fecha de aprobación: dd/mm/aa				Pág 5/5						
TF7-A														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Alineación de cadenas correctas														
3. Tensión de cadenas correctas														
4. Chavetas en uniones de cadenas														
5. Presencia de fugas en cilindros														
6. Anotar número de cilindro con fuga														
7. Fugas en bancos hidráulicos.														
TF7-B														
Verificar	LU		MAR		MIÉ		JUE		VIE		SAB		DOM	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1. Guarda de seguridad en buen estado														
2. Alineación de cadenas correctas														
3. Tensión de cadenas correctas														
4. Chavetas en uniones de cadenas														
5. Presencia de fugas en cilindros														
6. Anotar número de cilindro con fuga														
7. Fugas en bancos hidráulicos.														

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. *Check list* atadoras hidráulicas

CHECK LIST ATADORAS HIDRÁULICAS					CÓDIGO DE ESTÁNDAR LLL-FRM-NNNN-NN	
				Versión: 0	Pág 1/1	
				Fecha de aprobación: dd/mm/aa		
Técnico Mecánico					Fecha	
					Firma	
Cilindros Hidráulicos			Atadora A		Atadora B	
Verificar			Si	No	Si	No
1. Fugas de aceite						
2. Mangueras y conectores en buen estado						
3. Tuercas de seguridad ajustadas						
4. Seguros o chavetas colocadas en los pines						
5. Pines en buen estado						
Observaciones:						
Grupo de torcedura			Atadora A		Atadora B	
Verificar			Si	No	Si	No
1. Empalme giratorio presenta fugas						
2. Eje de pinza presenta fugas						
3. Motor de torceduras presenta fugas						
4. Torcedor alineado						
5. Temperatura del motor:						
Observaciones:						
Grupo de arrastre			Atadora A		Atadora B	
Verificar			Si	No	Si	No
1. Fugas de aceite						
2. Mangueras y conectores en buen estado						
Observaciones:						
Rodos Opresores			Atadora A		Atadora B	
Verificar			Si	No	Si	No
1. Tuerca de tapón de carga ajustado						
2. Eje de balancín con chaveta						
Observaciones:						
Central Hidráulica			Atadora A		Atadora B	
Verificar			Si	No	Si	No
1. Presión entre 85 y 90 bar						
2. Temperatura entre 36 a 40 °C						
3. Anotar nivel de aceite:						
Observaciones:						

Fuente: AGSA.

Anexo 2. Check list atadoras neumáticas

CHECK LIST ATADORAS NEUMÁTICAS		CÓDIGO DE ESTÁNDAR LLL-FRM-NNNN-NN	
		Versión: 0	Pág 1/1
		Fecha de aprobación: dd/mm/aa	
Técnico Mecánico		Fecha	
Firma			
Cilindros neumáticos	1 2 3 4 5 6 7 8	Observaciones:	
Verificar	Si No Si No Si No Si No Si No Si No		
1. Fugas de aire			
2. Mangueras en buen estado			
3. Pines y chavetas en buen estado			
4. Tuercas de seguridad de vástago ajustados			
Bancos neumáticos	1 2 3 4 5 6 7 8	Observaciones:	
Verificar	Si No Si No Si No Si No Si No Si No		
1. Electroválvulas presenta fuga			
2. Cuerpo de banco presenta fuga			
3. Presóstato presenta fuga			
4. Conectores eléctricos ajustados			
Unidad de mantenimiento	1 2 3 4 5 6 7 8	Observaciones:	
Verificar	Si No Si No Si No Si No Si No Si No		
1. Presión de aire principal no mayor a 85 psi			
2. Regulador de aceite cerrado			
3. Depósitos de aceite llenos			
4. Electroválvulas lubricadas una vez por semana			
Guía de alambre	1 2 3 4 5 6 7 8	Observaciones:	
Verificar	Si No Si No Si No Si No Si No Si No		
1. Perno de guía de alambre ajustado			
2. Guía inferior y superior en buen estado			
3. Media luna de guías ajustadas			
4. Tornillos sujetadores de la base del cilindro ajustados			
Grupo de torcedura	1 2 3 4 5 6 7 8	Observaciones:	
Verificar	Si No Si No Si No Si No Si No Si No		
1. Empalme giratoria presenta fuga			
2. Eje de pinza presenta fuga			
3. Castigadores de cuerpo pinza ajustados			
Disco arrastre	1 2 3 4 5 6 7 8	Observaciones:	
Verificar	Si No Si No Si No Si No Si No Si No		
1. Tuercas de seguridad ajustadas			
Ruedas de guía de alambre	1 2 3 4 5 6 7 8	Observaciones:	
Verificar	Si No Si No Si No Si No Si No Si No		
1. Tornillos de sujeción de base de patea a tubo de guía ajustados			
2. Lubricación de rodamientos una vez por semana			

Fuente: AGSA.

Anexo 3. **Check list CM43**

CHECK LIST DE LÍNEA DE DESCARGO CM- 43										LLL-FRM-NNNN-NN				
										Versión: 0	Pág 1/1			
										Fecha de aprobación: dd/mm/aa				
Técnico Mecánico:					Fecha:					Firma:				
CILINDRO AMORTIGUADOR					PIEZA TIPO H									
Pasadores fuera de posición		Ejes con desajuste		Presenta fugas		Pasadores fuera de posición		Ejes con desajuste		Estructura torcida o				
Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No			
Sección	Rodamientos en buen		Pasadores fuera de posición		Sección	Rodamientos en buen		Pasadores fuera de posición		Sección	Rodamientos en buen		Pasadores fuera de posición	
	Si	No	Si	No		Si	No	Si	No		Si	No	Si	No
23					59					95				
24					60					96				
25					61					97				
26					62					98				
27					63					99				
28					64					100				
29					65					101				
30					66					102				
31					67					103				
32					68					104				
33					69					105				
34					70					106				
35					71					107				
36					72					108				
37					73					109				
38					74					110				
39					75					111				
40					76					112				
41					77					113				
42					78					114				
43					79					115				
44					80					116				
45					81					117				
46					82					SEGURIDAD INDUSTRIAL		SI	NO	
47					83					Dispositivos de seguridad				
48					84					operacional en buen estado				
49					85					OBSERVACIONES				
50					86									
51					87									
52					88									
53					89									
54					90									
55					91									
56					92									
57					93									
58					94									

Fuente: AGSA.