



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

**ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE LA PLANTA DE LÍQUIDOS Y POLVOS DE LA EMPRESA
NATURAL SOAPS COSMETICS INTERNATIONAL, NSCI S. A.**

Bilder Ricardo Vásquez Fuentes

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, octubre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE LA PLANTA DE LÍQUIDOS Y POLVOS DE LA EMPRESA
NATURAL SOAPS COSMETICS INTERNATIONAL, NSCI S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BILDER RICARDO VÁSQUEZ FUENTES

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
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:

**ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE LA PLANTA DE LÍQUIDOS Y POLVOS DE LA EMPRESA
NATURAL SOAPS COSMETICS INTERNATIONAL, NSCI S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 9 de julio de 2014.

Bilder Ricardo Vásquez Fuentes



Guatemala, 21 de julio de 2015
REF.EPS.DOC.465.07.15.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Bilder Ricardo Vásquez Fuentes** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200031269, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PLANTA DE LÍQUIDOS Y POLVOS DE LA EMPRESA NATURAL SOAPS COSMETICS INTERNATIONAL NSCI 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. Edwin Estuardo Sarceño Zapata
Asesor-Supervisor de E.P.S.
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
EESZ/ra



Guatemala, 21 de julio de 2015
REF.EPS.D.340.07.15

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

Estimado Ingeniero Guzmán:

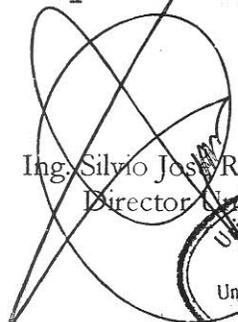
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PLANTA DE LÍQUIDOS Y POLVOS DE LA EMPRESA NATURAL SOAPS COSMETICS INTERNATIONAL NSCI S. A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Bilder Ricardo Vásquez Fuentes** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

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. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Universidad de San Carlos de Guatemala



SJRS/ra



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

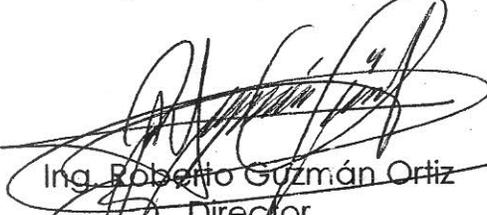
Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.238.2015

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 Supervisor, con la aprobación del Director del Departamento de EPS del trabajo de graduación titulado **ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PLANTA DE LÍQUIDOS Y POLVOS DE LA EMPRESA NATURAL SOAPS COSMETICS INTERNATIONAL NSCI S.A.** del estudiante **Bilder Ricardo Vásquez Fuentes**, autoriza que se continúe con el trámite respectivo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



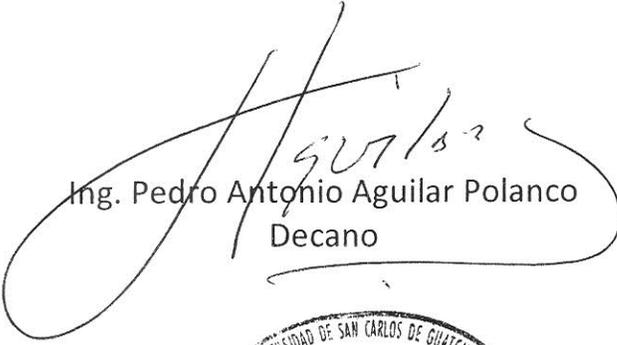
Guatemala, agosto de 2015



DTG. 573.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **ACTUALIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PLANTA DE LÍQUIDOS Y POLVOS DE LA EMPRESA NATURAL SOAPS COSMETICS INTERNATIONAL, NSCI S. A.,** presentado por el estudiante universitario: **Bilder Ricardo Vásquez Fuentes,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2015

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme vida, salud, sabiduría y fuerzas para alcanzar este gran logro en mi vida.
- Mi madre** Egberta Domitila Fuentes Orozco, por el amor, apoyo incondicional e inspiración en mi vida y carrera profesional, sobre todo, por brindarme la mejor herencia; la educación.
- Mis abuelos** Sixto Victoriano Fuentes Godínez y Adelina Nicolasa Orozco López, por su eterno amor y sus maravillosos consejos.
- Mi familia** Por sus sinceras muestras de cariño en todo momento.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por sobre todas las cosas, por darme la dicha de existir, por brindarme entendimiento y la sabiduría necesaria para alcanzar este éxito.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios y lugar de tantas experiencias vividas en el transcurso de mi carrera universitaria, y darme el orgullo de egresar como profesional de tan digna casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos y las herramientas necesarias, para mi superación académica.
Personal NSCI, S. A.	Por su apoyo incondicional en la realización del presente trabajo, en especial al ingeniero Julio Torres y al señor Genaro Girón, por compartir sus conocimientos y experiencias.
Mi asesor	Por todo el tiempo y apoyo en la realización de este trabajo.
Mis amigos	Por estar a lo largo de estos años conmigo y compartir muchas experiencias y brindarme su amistad en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Información general de la empresa	1
1.1.1. Historia.....	1
1.1.2. Planeación estratégica.....	2
1.1.2.1. Misión	3
1.1.2.2. Visión	3
1.1.2.3. Política de calidad.....	4
1.1.2.4. Valores de la empresa.....	4
1.1.2.5. Localización de la empresa	5
1.1.3. Estructura organizacional.....	5
1.1.3.1. Organigrama	5
1.1.4. Actividad principal	7
1.1.4.1. Recursos.....	7
1.1.4.2. Productos.....	8
1.1.5. Descripción del proceso.....	17
1.1.6. Conceptos generales	21
1.1.6.1. Definición de mantenimiento.....	21

	1.1.6.1.1.	Mantenimiento correctivo.....	22
	1.1.6.1.2.	Mantenimiento preventivo.....	24
	1.1.6.1.3.	Mantenimiento predictivo.....	26
	1.1.6.1.4.	Mantenimiento proactivo.....	28
	1.1.6.1.5.	Mantenimiento periódico.....	28
	1.1.6.1.6.	Mantenimiento programado.....	29
	1.1.6.1.7.	Costo de mantenimiento.....	30
1.1.7.		Taller de mantenimiento	33
	1.1.7.1.	Estructura organizacional	37
1.1.8.		Proceso de mantenimiento	37
1.1.9.		Diagnóstico de la maquinaria y equipo	39
	1.1.9.1.	Planta de líquidos	40
2.		FASE DE INVESTIGACIÓN: AHORRO ENERGÉTICO	49
2.1.		Recursos generales.....	49
	2.1.1.	Agua	49
	2.1.2.	Energía	50
	2.1.3.	Materiales	50
2.2.		Análisis de la situación actual sobre el consumo de los recursos.....	51
	2.2.1.	Diagnóstico sobre el uso y consumo de los recursos.....	52

	2.4.3.1.	Agua	78
	2.4.3.2.	Energía	81
2.5.	Plan de Acción		82
	2.5.1.	Metodología para accionar cada propuesta	83
	2.5.1.1.	Agua	83
	2.5.1.2.	Energía	84
	2.5.2.	Sensibilización al personal sobre el ahorro energético	85
2.6.	Resultados		86
2.7.	Procedimiento de mejora continua		90
	2.7.1.	Plan de mejora continua	90
	2.7.1.1.	Recurso agua	91
	2.7.1.2.	Recurso energía	92
	2.7.2.	Beneficios ambientales con la implementación del proyecto	93
3.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		95
	3.1.	Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo	95
	3.1.1.	Fortalecimiento del Departamento de Mantenimiento	95
	3.1.1.1.	Planeación estratégica del Departamento de Mantenimiento	96
	3.1.1.1.1.	Misión	96
	3.1.1.1.2.	Visión	96
	3.1.1.1.3.	Análisis Foda	97
	3.1.1.1.4.	Tácticas y estrategias	98
	3.2.	Metodología para realización del mantenimiento preventivo ..	103
	3.2.1.	Hojas de paros	104

	3.2.1.1.	Tipos de paros.....	104
	3.2.1.2.	Formato.....	104
	3.2.2.	Hoja de reporte	109
	3.2.3.	Requisiciones.....	111
	3.2.4.	Grado de eficiencia de las máquinas	114
	3.2.5.	Técnicas de solución de problemas	116
	3.2.5.1.	Análisis de Pareto.....	118
	3.2.5.2.	Diagrama de Ishikawa	120
	3.2.5.3.	Diagrama de Gantt.....	123
	3.2.6.	Historial de mantenimiento.....	124
	3.2.7.	Ficha técnica	127
	3.2.8.	<i>Stock</i> de repuestos	129
3.3.		Procedimiento para realización de mantenimiento preventivo	131
	3.3.1.	Codificación de maquinaria.....	132
	3.3.2.	Determinación del tipo de mantenimiento a aplicar a la maquinaria	135
	3.3.3.	Proceso para la ejecución del mantenimiento preventivo	135
	3.3.3.1.	Diagrama de flujo de información para realización del mantenimiento	136
	3.3.3.2.	Ficha de pedido de trabajo	137
	3.3.3.3.	Ficha de orden de trabajo	138
	3.3.3.4.	Ficha de orden de compra	140
	3.3.3.5.	Ficha de programación de rutinas de mantenimiento	141
3.4.		Recursos técnicos	142
	3.4.1.	Recomendaciones del fabricante	142

3.4.2.	Recomendaciones de otras maquinas similares...	142
3.4.3.	Experiencia propia	142
3.4.4.	Documentación técnica	143
3.5.	Diseño del programa de mantenimiento preventivo	143
3.5.1.	Actividades de mantenimiento a realizar en maquinaria	144
3.5.1.1.	Inspección de condiciones ambientales	144
3.5.1.2.	Limpieza integral externa	146
3.5.1.3.	Inspección externa del equipo	146
3.5.1.4.	Limpieza integral interna	146
3.5.1.5.	Inspección interna	147
3.5.1.6.	Lubricación y engrase periódico	147
	3.5.1.6.1. Importancia de la lubricación	147
	3.5.1.6.2. Frecuencia de lubricación	148
	3.5.1.6.3. Tipos de lubricantes a utilizar	149
3.5.1.7.	Reemplazo de ciertas partes	149
3.5.1.8.	Ajuste y calibración.....	149
3.5.1.9.	Revisión de seguridad eléctrica.....	150
3.5.1.10.	Pruebas funcionales completas.....	150
3.5.2.	Rutinas de mantenimiento a maquinaria de la empresa.....	151
3.6.	Clasificación de defectos o averías en la maquinaria.....	168
3.6.1.	Defectos menores.....	168
3.6.2.	Defectos mayores.....	168
3.6.3.	Defectos críticos	168

3.7.	Control del mantenimiento preventivo	169
3.7.1.	Metodología a utilizar en la ejecución de las rutinas de mantenimiento	169
3.7.2.	Ficha técnica de registro	170
3.7.3.	Ficha de control de costos	172
3.7.4.	Ficha de contratación de personal externo	173
3.7.5.	Ficha de control de órdenes de trabajo	174
3.8.	Planificación y anticipación de inventarios de repuestos	175
3.8.1.	<i>Stock</i> mínimo de repuestos, materiales y herramientas	175
3.9.	Capacitación al personal.....	176
3.10.	Reducción de costos en la planta	176
4.	FASE DE DOCENCIA	179
4.1.	Presentación del proyecto a trabajadores.....	179
4.2.	Adiestramiento y capacitación	179
4.2.1.	Reuniones de sensibilización	180
4.2.2.	Talleres	181
4.2.3.	Charlas directas	181
4.2.4.	Capacitación constante	182
4.3.	Definir encargados en ejecución de tareas.....	184
4.3.1.	Responsabilidad.....	184
4.3.2.	Autoridad.....	187
4.4.	Tiempo requerido para la implementación	188
4.5.	Bitácora de actividades en maquinaria	188
4.5.1.	Historial de reparaciones	189
4.5.1.1.	Ficha histórica.....	189
4.5.1.2.	Ficha de control de paros	190
4.5.2.	Frecuencia de mantenimiento	192

4.5.2.1.	Ficha de informe de trabajos	193
4.6.	Ejecución del programa de mantenimiento preventivo	194
4.6.1.	Visitas	195
4.6.2.	Intervenciones preventivas	196
4.6.3.	Reacondicionamiento de elementos mecánicos... ..	196
4.7.	Análisis de proveedores de materiales y repuestos	196
4.8.	Evaluación de personal técnico encargado de mantenimiento	198
4.9.	Materiales indispensables en <i>stock</i> de repuestos y materiales	199
4.10.	Retroalimentación de información sobre mantenimiento.....	199
4.10.1.	Encuestas, sugerencias y comentarios	200
4.11.	Costos por implementación de programa de mantenimiento .	200
4.11.1.	Mano de obra	201
4.11.2.	Insumos	202
4.11.3.	Repuestos	203
4.12.	Beneficios de la implementación del programa de mantenimiento	205
4.13.	Control y monitoreo de actividades del programa de mantenimiento.....	206
4.14.	Verificación de cumplimiento de tareas de mantenimiento	207
4.15.	Evaluación del proyecto de mantenimiento preventivo.....	207
4.16.	Compromiso y mejora continua	211
CONCLUSIONES		213
RECOMENDACIONES		215
BIBLIOGRAFÍA.....		219

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa NSCI, S. A.	6
2.	Diagrama de transformación de materia prima	7
3.	Jabón de tocador	9
4.	Jabón translúcido	9
5.	Jabón opaco.....	10
6.	Jabón transparente	10
7.	Suavizante líquido Olimpito.....	11
8.	Suavizante de telas	11
9.	Detergente líquido	12
10.	Limpiador de vidrios	13
11.	Limpiador de grasa.....	14
12.	Lavatrastos líquido	14
13.	Desinfectante de cocina	15
14.	Cloro Olimpo	16
15.	Cera líquida.....	17
16.	Diagrama de flujo proceso de jabón líquido	20
17.	Costo de mantenimiento	32
18.	Taller de mantenimiento.....	34
19.	Equipo y herramienta de taller de mantenimiento	35
20.	Instrumentos de medición	36
21.	Elementos para distribución del aire comprimido I.....	48
22.	Elementos para distribución de aire comprimido II.....	61

23.	Diagrama de bloques para el procedimiento de mejora continúa del agua.....	91
24.	Diagrama de bloques para el procedimiento de mejora continúa de energía	92
25.	Matriz Foda.....	100
26.	Formato reporte de paros	108
27.	Formato de hoja de reporte	110
28.	Formato de requisición	113
29.	Diagrama de Pareto.....	119
30.	Esquema básico de un tipo de diagrama de Ishikawa	123
31.	Historial de mantenimiento para envasadora parte I, E-1	125
32.	Historial de mantenimiento para envasadora, parte II, E-1	126
33.	Esquema básico de la ficha técnica.....	128
34.	Gráfica porcentual del valor de inventario.....	130
35.	Ficha de pedido de trabajo	137
36.	Ficha de orden de trabajo	139
37.	Ficha de orden de compra	140
38.	Ficha de programación de rutinas de mantenimiento	141
39.	Ficha técnica de registro	171
40.	Ficha de control de costos	172
41.	Ficha de contratación de personal externo	173
42.	Ficha de control de órdenes de trabajo.....	174
43.	Ficha histórica.....	190
44.	Ficha de control de paros	191
45.	Ficha de informe de trabajos	194

TABLAS

I.	Departamentos de la empresa NSCI, S. A.....	3
II.	Consumo de agua.....	54
III.	Medición <i>in situ</i> de tratamiento de agua.....	55
IV.	Consumo promedio de energía.....	56
V.	Parámetros de gases de combustión.....	57
VI.	Medición de consumo de combustibles.....	57
VII.	Costo de pérdidas de vapor.....	59
VIII.	Consumo energético mensual.....	62
IX.	Matriz de Prioridades.....	77
X.	Actividades a realizar para el recurso de agua.....	84
XI.	Actividades a realizar para el recurso de energía.....	85
XII.	Resultados al implementar las opciones, para el recurso del agua....	88
XIII.	Resultados al implementar las opciones, para el recurso de la energía.....	89
XIV.	Reporte de paros (tanques, llenadora de tubos, llenadoras neumáticas).....	106
XV.	Reportes de paros (envasadora).....	107
XVI.	Estructura de código.....	133
XVII.	Codificación de maquinaria industrial.....	133
XVIII.	Codificación de según ubicación en la empresa.....	134
XIX.	Codificación según el sistema o unidad de la maquinaria.....	134
XX.	Documentación técnica necesaria para la empresa.....	143
XXI.	Actividades generales de mantenimiento.....	144
XXII.	Condiciones ambientales a evaluar.....	145
XXIII.	Rutina de mantenimiento de equipamiento de los tanques 1-12.....	152
XXIV.	Rutina de mantenimiento de mezcladoras.....	156

XXV.	Rutina de mantenimiento llenadora de tubos colapsibles	158
XXVI.	Rutina de mantenimiento envasadora neumática	161
XXVII.	Rutina de mantenimiento envasadora y selladora de Doy Pack	163
XXVIII.	Rutina de mantenimiento etiquetadoras	165
XXIX.	Rutina de mantenimiento compresores de aire	167
XXX.	Responsabilidades de técnico mecánico industrial	185
XXXI.	Responsabilidades de ayudante de mecánico	186
XXXII.	Responsabilidades de personal operativo	187
XXXIII.	Factores y ponderación a proveedores	197
XXXIV.	Calificaciones requeridas para la empresa	198
XXXV.	Costo por mano de obra	202
XXXVI.	Costo por insumos	203
XXXVII.	Costos por repuestos	204
XXXVIII.	Costo total por implementación del proyecto	204
XXXIX.	Costos de mantenimiento de junio a octubre de 2014	208
XL.	Esquema de ventajas y desventajas método actual	210

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cm	Centímetros, unidad de longitud, SI
Hz	Hertz, unidad de medida de frecuencia
KwH	Kilowatt hora
m	Metros, unidad de medida de longitud, SI
m³/día	Metros cúbicos por día
V	Voltios, unidad de voltaje

GLOSARIO

Análisis Foda	Herramienta administrativa utilizada para determinar las fortalezas y debilidades internas como oportunidades y amenazas externas, con la finalidad de poder plantear las estrategias hacia un área, proyecto o departamento determinado.
BMP	Bodega de materia prima.
BPT	Bodega de producto terminado.
Colector	Depósito utilizado para el almacenamiento de aire comprimido.
Compresor de aire	Mecanismo que absorbe el aire a presión atmosférica, disminuyendo el volumen y aumentando su presión, utilizado especialmente en la industria para la automatización de ciertos equipos.
Diagrama de flujo	Conocido también como flujograma, la finalidad es representar en forma gráfica las actividades necesarias en un proceso productivo, en el cual incluyen: operaciones, demoras, inspecciones, transporte, entre otros.

EPP	Equipo de Protección Personal utilizada en la industria como: taponeras de oídos, lentes de seguridad, casco, guantes, entre otros.
<i>In situ</i>	Dentro, adentro en el lugar de acción.
Intecap	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad.
<i>Empowerment</i>	Técnica administrativa enfocada al personal, con el propósito de delegar al subordinado la autoridad necesaria para realizar actividades que normalmente no ejecutaba.
Ionizador	Equipo eléctrico que descarga un alto voltaje, con el propósito de eliminar la estática.
Mantenimiento preventivo	Está basado en la programación de rutinas de mantenimiento a intervalos de tiempos definidos, y que se realiza con el propósito de anticiparse a las fallas.
Neumática	Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.
<i>Outsourcing</i>	Subcontratación para la ejecución de otras actividades (empresas ajenas y especializadas en su área).

Pirómetro	Componente que registra señales eléctricas de termocupla, utilizadas especialmente para controlar la temperatura de una resistencia eléctrica.
Planta de tratamiento	Lugar donde se limpia y clarifica el agua sucia de la planta con diferentes químicos.
Pluma de vapor	Diámetro de pérdida de vapor.
Rutinas de mantenimiento	Procedimiento de actividades ordenadas y sistemáticas para la ejecución del mantenimiento en una máquina o equipo.
Termocupla	Componente eléctrico que transforma el calor en una señal eléctrica.
Tiempo muerto	Conocido en producción como el tiempo que se deja de producir o tiempo no programado como: falla en equipos, falta de luz eléctrica, falta de personal en producción, entre otros.
Stock	Es un tecnicismo en inglés utilizado para designar un almacenamiento controlado de materiales.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue desarrollado a través del programa de EPS en la empresa NSCI, S. A., y se basa en la necesidad de diseñar un programa de mantenimiento preventivo en cada una de las máquinas que conforman el sistema productivo de la empresa, que se dedica a la producción de jabones líquidos, sólidos, productos de cuidado personal.

Se inicia con una breve descripción de las generalidades de la empresa NSCI, S. A., posteriormente se analiza la situación actual del mantenimiento, que se le brinda a toda la maquinaria de la planta de líquidos, donde se logró determinar la falta de un programa de mantenimiento preventivo que ayude a mejorar el rendimiento de los equipos industriales que posee la empresa.

Para las mejoras del Departamento de Líquidos, se realizó un estudio basándose en observaciones de las diferentes áreas de trabajo, determinando así las condiciones en que se encuentra el equipo.

La implementación del programa de mantenimiento preventivo en la maquinaria se fundamenta en los requerimientos de la empresa, de tener todas las máquinas de producción en condiciones de funcionalidad y de operación útiles, a fin de prestar el servicio para el cual fueron diseñados. Partiendo de esta premisa se establecieron tres enfoques fundamentales dentro del estudio técnico profesional, que son las bases para darle punto de partida a un mantenimiento preventivo:

- Mejoramiento del departamento de mantenimiento
- Metodología del mantenimiento preventivo
- Mantenimiento preventivo

La actualización de este plan de mantenimiento incluye la planificación de los trabajos, la programación y la frecuencia respectiva con la que se deben realizar dichas tareas de mantenimiento, con un procedimiento de operaciones previamente establecido, la contratación del personal propio de la empresa que se encargue exclusivamente de la ejecución y supervisión de todas las actividades de mantenimiento de las máquinas, como también la creación de un *stock* de repuestos y herramientas necesarias, a fin de que la realización de todas las rutinas de mantenimiento sea efectuada de una manera eficaz y eficiente.

Además de darle seguimiento respectivo a la implementación del plan, mediante la utilización de formatos de fichas de control, y de esta forma tomar en cuenta, qué acciones correctivas y preventivas debe aplicarse para mejorar el proceso, cuando estas sean necesarias. La retroalimentación toma un papel importante en esta etapa, ya que a partir de esta se tomarán decisiones importantes para la mejor del plan propuesto, mediante el registro, almacenamiento y evaluación de la información.

En lo que se refiere a la parte ambiental, la empresa ha tomado ya algunas acciones para mejorar su desempeño ambiental, entre las cuales se puede mencionar: tratamiento de las aguas residuales, disminución del consumo de agua, reporte de fugas diarias de todos los elementos energéticos que compone el área productiva.

OBJETIVOS

General

Actualizar e implementar un programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos y maquinaria industrial que conforman el sistema productivo de la planta de líquidos de la empresa, que permita eliminar con la mayor certeza los paros innecesarios en el proceso de producción.

Específicos

1. Efectuar un análisis de la situación actual de la empresa para determinar las necesidades que se tienen.
2. Diseñar formatos de fichas técnicas de control que se utilizarán en las actividades y procedimientos propios del mantenimiento a la maquinaria.
3. Diseñar rutinas y actividades de mantenimiento preventivo para cada una de las máquinas y equipos que tiene la planta.
4. Minimizar el mantenimiento correctivo.
5. Reducir tiempos muertos y paros innecesarios de la maquinaria y equipo por ejecución de mantenimiento inadecuado.
6. Capacitar al personal operativo y de mantenimiento, para evitar pérdidas económicas y evitar accidentes.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de mantenimiento que presenta la empresa NSCI, S. A., se basa en que actualmente la maquinaria utilizada en el proceso de producción de la planta de líquidos, carece de un plan de mantenimiento, que ayuda a prevenir fallas repentinas y muy frecuentes, y estas, tienen un elevado costo en reparación para la empresa, debido a que se tienen que detener las líneas de producción en forma repentina.

El siguiente trabajo se obtuvo de la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y que tiene como propósito la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo, ya que esta brinda una guía de cómo realizar todos los trabajos necesarios, a fin de ayudar al aumento en el rendimiento y vida útil del equipo industrial utilizado en la elaboración de jabón líquido, detergentes y suavizantes, a fin de que estas operen en óptimas condiciones de seguridad, eficiencia, economía.

Se presenta la fase de investigación de la empresa que consiste en las generalidades de la empresa, así como conceptos generales de mantenimiento, para luego realizar un diagnóstico general de la misma, tales como: organización, productos, proceso productivo, máquinas y equipos, componente situación actual de mantenimiento, tipo de personal que opera dentro de la empresa, recursos con los que cuenta, entre otros.

Se implementó un programa de ahorro energético que pretende lograr un ahorro económico y ambiental visible dentro de la empresa, eliminar puntos de recursos incorrectos, aumentar la eficiencia del recurso humano, mejorar la

calidad de los recursos, aprovechamiento de los materiales y realizar un ambiente de producción más limpia en la planta.

En la fase técnico profesional, se cimentan las bases de la implementación del mantenimiento preventivo propuesto, haciendo énfasis en los siguientes tres enfoques: fortalecimiento del Departamento de Mantenimiento, metodología del mantenimiento preventivo y mantenimiento preventivo a cada una de las máquinas o equipos.

Por último, los trabajadores y personal de la planta de producción reciben capacitación y adiestramiento para definir la modalidad de cómo se trabaja con el mantenimiento preventivo, como se ejecuta y así llevar un mejor control de los paros continuos que presentan los equipos al solo proporcionarles mantenimiento correctivo. Con esta metodología enseñanza-aprendizaje las personas involucradas se sienten parte integral de este proceso y de esta forma aportan información importante para desarrollar las tareas encomendadas y mantener una relación de cooperación y respeto.

1. GENERALIDADES

1.1. Información general de la empresa

NSCI S. A. (Natural Soaps Cosmetics International), dedicada a la fabricación y comercialización de jabón está integrada por varios departamentos de manufactura entre ellos el Departamento de Jabón Líquido y Sólido, y el área de cloros y detergentes.

1.1.1. Historia

NSCI S. A., inicia operaciones en 1979, llamada en ese entonces ISC Internacional, maquilando desinfectantes para pisos.

En 1981, inició con la maquila de productos cosméticos y en 1982, se expandió a la producción de jabón de lavandería a nivel industrial maquilando diversas marcas nacionales.

Ya para 1990, se desarrolla una fórmula de jabón translúcido y se inician las exportaciones de este producto a EE. UU.

Desde entonces se convirtió en una empresa exportadora de productos de higiene personal y fragancias para el hogar expertos en la aplicación de los estándares internacionales.

Se trabaja para compañías internacionales con el prestigio de Alberto Culver y Colgate, maquilando productos como champú, jabón de tocador y jabones de lavandería.

NSCI S. A., honra el compromiso de proveer productos de alta calidad. Esto se consigue siguiendo los procedimientos más seguros y adecuados de manufactura.

Esto requiere mantener un estricto control del proceso y vigilar que se respeten los procedimientos de higiene y limpieza de las líneas de producción, lo que asegura la integridad de los productos.

Al asegurarse que los productos contengan la mejor materia prima y las fórmulas sean examinadas y aprobadas antes de ir a producción, se logra mantener los estándares de calidad.

Se invierte en investigar a nivel mundial cuál es la tecnología más innovadora que ayude a satisfacer las necesidades de los clientes.

Esto, entre otras cosas, permite ser capaces de traducir las ideas innovadoras que provienen del Departamento de Investigación y Desarrollo en productos de bajo precio y alta calidad.

1.1.2. Planeación estratégica

El ambiente competitivo que existe hoy en día, llevan a la industria de jabón a crear nuevas técnicas de producción, para lograr una ventaja competitiva, demostrando de esta forma una mejora continua.

Tabla I. **Departamentos de la empresa NSCI, S. A.**

Departamento	Responsabilidad
Garantía y Calidad	Proveer productos de calidad a través de procedimientos seguros y adecuados de manufactura.
Investigación y Desarrollo	Asegurar que la materia prima y fórmulas sean examinadas y aprobadas en todos los aspectos antes de ir a producción.
Nuevas Tecnologías	Investigar internacionalmente tecnologías nuevas e innovadoras que serán exclusivas para el uso de los clientes.
Innovación y Creatividad	Ser capaz de traducir ideas innovadoras y creativas en un proceso factible de la fabricación para mantener un nivel bajo de precios.

Fuente: NSCI, S. A. (28 de mayo de 2014).

1.1.2.1. Misión

“Desarrollar, diseñar, producir y comercializar productos de limpieza del hogar, limpieza de ropa y cuidado personal creativos e innovadores, con los más altos estándares de calidad y mejores precios en el mercado que satisfagan las exigencias de los clientes y de las normas de producción internacionales en cuanto a desempeño y servicio. Esto a través de la continua capacitación del personal y optimización de procesos y recurso.”¹

1.1.2.2. Visión

“Producir y comercializar productos innovadores de la más alta calidad enfocados hacia diferentes segmentos del mercado.”²

¹ NSCI, S. A.

² *Ibíd.*

1.1.2.3. Política de calidad

“Nosotros en NSCI, S. A., estamos comprometidos a entregar a nuestros clientes productos que superen sus expectativas, mediante un proceso eficiente y eficaz donde la mejor continua es responsabilidad de todos.

- Objetivos de la calidad
- Satisfacción de nuestros clientes
- Rentabilidad económica
- Mejora continua
- Compromiso de nuestros empleados”³

1.1.2.4. Valores de la empresa

Los valores que influyen y guían la conducta cotidiana de todas las personas que laboran e integran la empresa, y constituyen el soporte de la cultura organizacional son:

- Confianza
- Compromiso
- Respeto
- Responsabilidad
- Honestidad

³ NSCI, S. A.

1.1.2.5. Localización de la empresa

La planta de producción de la empresa NSCI, S. A., se encuentra ubicada en la 2 Av. 2-76 zona 8 Granjas Gerona, San Miguel Petapa, departamento de Guatemala.

1.1.3. Estructura organizacional

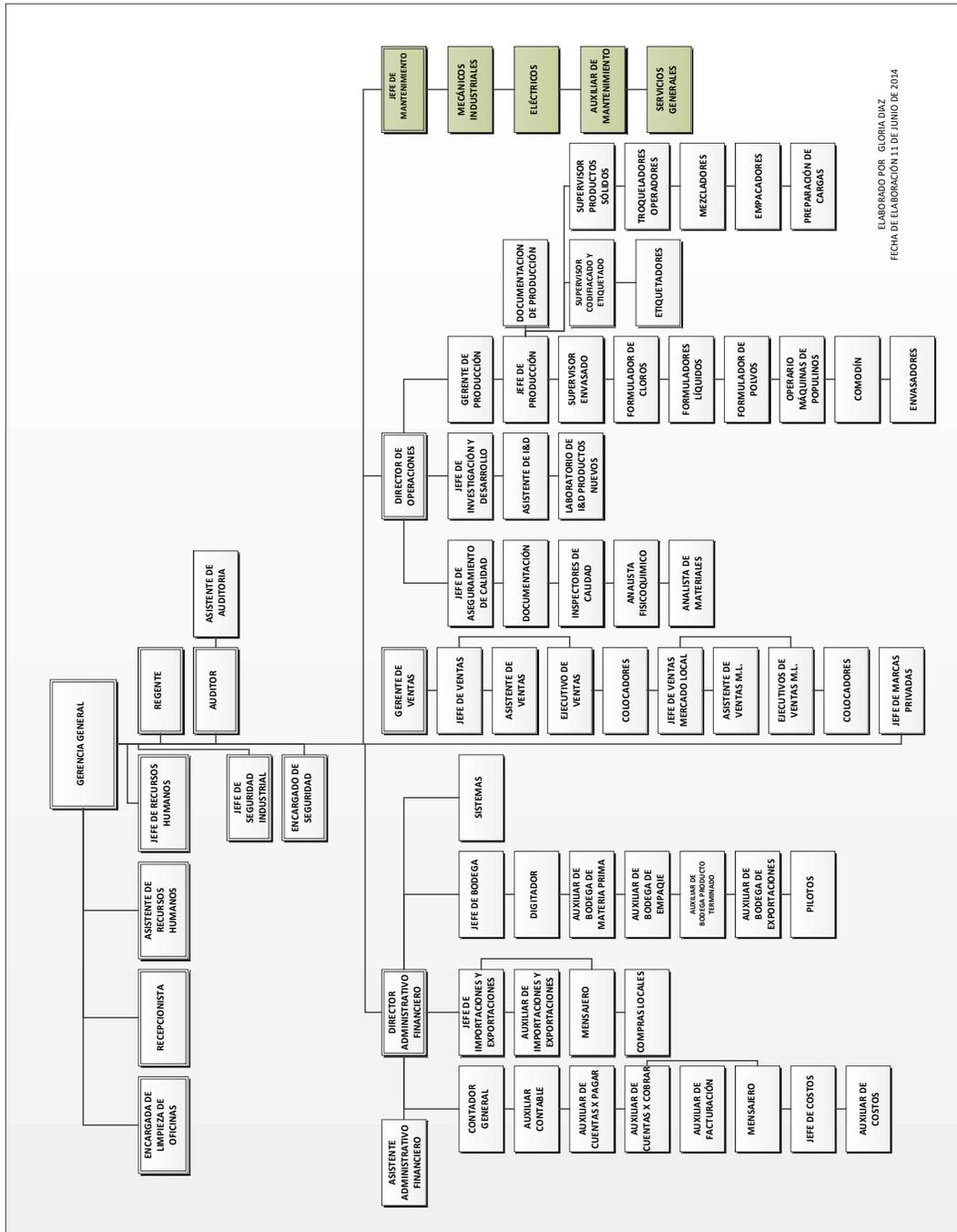
La manera en que se conforman grupos de personas coordinadas eficientemente para alcanzar las metas que no se podrían alcanzar individualmente, se le conoce administrativamente como una organización y esta representa la columna vertebral de toda empresa. Esta manera de organizarse conlleva establecer diferentes niveles de jerarquía tanto de autoridad con su respectiva responsabilidad. Según sea el tamaño de la organización así será el número de niveles que existan.

En el caso de la empresa NSCI, S. A., se pueden identificar cinco niveles dentro de la organización, como se describe a continuación:

1.1.3.1. Organigrama

El organigrama de la empresa es la representación gráfica de la estructura de la organización, es donde se pone de manifiesto la relación que hay entre los diversos cargos que la integran y define la jerarquía existente. El organigrama general de la empresa se presenta a continuación en la figura 1.

Figura 1. Organigrama de la empresa NSCI, S. A.



ELABORADO POR GLORIA DIAZ
FECHA DE ELABORACIÓN 11 DE JUNIO DE 2014

Fuente: NSCI, S. A. (28 de mayo de 2014).

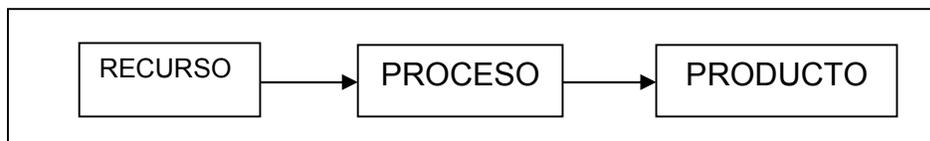
1.1.4. Actividad principal

Elaborados con una alta calidad, certificados en el mercado internacional NSCI S. A., fabrica y produce jabones, velas y otros productos de estándares óptimos con lo cual los clientes están muy satisfechos y constantemente haciendo nuevos pedidos para sus consumidores finales.

1.1.4.1. Recursos

La industria juega un papel fundamental dentro de la sociedad, su razón de ser es satisfacer las necesidades de los consumidores, creando una mejor calidad de vida. Para lograr esto, es necesario que las empresas cuenten con recursos que a través de un proceso, den como resultado, un producto o servicio tal como se muestra en el siguiente diagrama (figura 2).

Figura 2. Diagrama de transformación de materia prima



Fuente: elaboración propia, con programa Word.

Sin embargo, para satisfacer las distintas necesidades, se deben administrar correctamente los recursos y entre estos se mencionan: materia prima, mano de obra, recurso financiero, así como los conocimientos, experiencia, información, tiempo, insumos, entre otros.

Algunos recursos que se utilizan para la elaboración de los productos, son: soda cáustica y glicerina, material de empaque, cinta adhesiva, material para etiquetas. En la mano de obra se encuentran a los operadores de las distintas máquinas, así como empacadores, personal de llenado de canecas, mecánico y supervisor. Actualmente la empresa genera más de 70 puestos de trabajo y generan más de 5 000 litros jabón al día, dentro de una jornada diurna especial, iniciando labores a las 7:00 a.m.

1.1.4.2. Productos

Dentro de la industria existe una variedad de productos que se llevan a cabo y que a continuación se presentan.

Los productos y servicios que elabora y ofrece respectivamente, desde hace más de 30 años la empresa NSCI, S. A., a todos sus clientes, se detallan a continuación:

- Jabones de tocador

El jabón es una sustancia normalmente producida a base de grasas y que mezcladas con un producto alcalino da como resultado una pasta que puede ser de distintas viscosidades. A esta sustancia se le suele agregar fragancia y su uso para la higiene personal es conocido desde, por lo menos, la época egipcia. Jabones de base vegetal translúcida marmolizados y perlados. Pesos: 80, 100, 125 y 160 gramos.

Figura 3. **Jabón de tocador**



Fuente: NSCI, S. A.

Jabones de base vegetal translúcida perlados. Pesos: 100, 105 y 125 gramos.

Figura 4. **Jabón translúcido**



Fuente: NSCI, S. A.

Jabón opaco de base vegetal troquelado con diseño. Peso 100 gramos.

Figura 5. **Jabón opaco**



Fuente: NSCI, S. A.

Jabones transparentes troquelados, imitando la apariencia de piedras.
Peso: 80 y 100 gramos.

Figura 6. **Jabón transparente**



Fuente: NSCI, S. A.

- Jabones de lavandería

La línea de suavizante de telas Olimpito viene en varias presentaciones para su comodidad. Este suavizante se puede utilizar en el lavado a máquina o a mano.

Figura 7. **Suavizante líquido Olimpito**



Fuente: NSCI, S. A.

La línea de suavizante de telas Olimpito deja a su ropa con un agradable olor a limpio.

Figura 8. **Suavizante de telas**



Fuente: NSCI, S. A.

Este producto es un detergente líquido, el cual se puede utilizar en el lavado de la lavadora automática o en el lavado a mano. Es un producto fácil de disolver en agua fría. Elimina manchas y hace su lavado más fácil.

Figura 9. **Detergente líquido**



Fuente: NSCI, S. A.

- Productos de limpieza e higiene personal

Producto formulado con detergentes que emulsionan la grasa, es decir, la disuelven. Posee secuestrantes y desincrustantes que arrancan la suciedad. Está elaborado de manera que no deje trazos o manchas. Puede utilizarse cualquier artículo de vidrio o vinil. Aplicación directa.

Figura 10. **Limpiador de vidrios**



Fuente: NSCI, S. A.

Producto de alto poder para cortar y disolver la grasa y el sarro de inmediato, debido a su completa fórmula elaborada con base en amoníaco y solventes que emulsionan la grasa, haciéndola soluble en agua. Remueve el óxido y la suciedad. Ideal para uso del hogar o de la industria. Aplicación directa para limpieza (campanas de estufas, estufas, parrillas, zócalos y todo tipo de pisos, baños, azulejos y accesorios, depósitos de basura) y diluida en agua tibia para desodorizar (gabinetes y mesas).

Figura 11. **Limpiador de grasa**



Fuente: NSCI, S. A.

Su completa fórmula permite disolver y remover fácilmente la grasa y suciedad de toda la vajilla y utensilios de cocina. Además, está elaborado con materias primas de origen vegetal, que le da la cualidad de proteger y humectar las manos. Se tienen dos presentaciones. Ollas y sartenes: ultra efectivo en este tipo de utensilios, elimina la grasa rápidamente. Antibacterial: para vajillas, cristalería y porcelana.

Figura 12. **Lavatrastos líquido**



Fuente: NSCI, S. A.

Novedoso concepto para la limpieza de cualquier superficie. Limpia y corta la grasa dejando un agradable olor a limón. Su acción antibacterial asegura la eliminación de bacterias dejando las superficies limpias y desinfectadas. Su uso en baños y azulejos aseguran una limpieza profunda, elimina y previene los hongos. Con un solo producto se obtienen todos los beneficios para la limpieza del hogar.

Figura 13. **Desinfectante de cocina**



Fuente: NSCI, S. A.

Cloro Olimpo es un blanqueador desinfectante fabricado con materias primas importadas, garantizando así su calidad. Al envasar tiene una concentración del 5,10 %. No pone la ropa amarilla y puede ser empleado en la purificación de agua y para desinfectar frutas y verduras. También para blanquear la ropa tanto en lavado a mano como en lavadora.

Figura 14. **Cloro Olimpo**



Fuente: NSCI, S. A.

Cera de origen mineral emulsionada, posee acetato de vinilo, cuya función es la de ofrecer una superficie antideslizante y a la vez proporcionar autobrillo en pisos de granito, madera, vinil, mármol y terrazo. Su uso frecuente hace que los pisos queden brillantes y perfumados. Es de aplicación directa y secado rápido.

Forma una capa protectora de alto brillo en la madera sellada y no sellada, permitiendo la evaporación de los líquidos atrapados por la madera no tratada; cuidando los pisos parquet del desgaste diario. Es altamente antideslizante y no deja residuos pegajosos ni crea grietas. Proporciona brillo, humectación y protección. Limpia y resalta el brillo del piso cerámico. Fórmula lista para ser aplicada sin diluirla.

Figura 15. **Cera líquida**



Fuente: NSCI, S. A.

1.1.5. Descripción del proceso

Para tener la mejor calidad de jabón líquido para uso cotidiano, este debe de pasar por varios procesos, desde la obtención del producto base, el cuidado de su traslado, como su proceso en la industria. Los pasos para tener un producto de calidad principia en:

- Aseguramiento de la calidad de la materia prima (Lauril éter sulfato de sodio) en el proceso de la selección.
 - Elegir y almacenar la materia prima.
 - Verificar el índice de acidez.
 - Verificar el índice de yodo.
 - Verificar el índice de saponificación.
 - Controlar la calidad del agua destilada.
 - Limpiar y lavar los tanques de almacenamiento de la materia prima.

Los procesos anteriormente mencionados, los realiza la empresa para velar que la materia prima adquirida de los proveedores cumpla con estos pasos para que cuente con la mejor calidad posible.

- Aseguramiento de calidad de la materia prima (Lauril éter sulfato de sodio) dentro del proceso de producción en la industria.

Es aquí donde la industria juega un papel importante, el primer paso dentro de la industria es la adquisición del producto de buena calidad, contando para ello con varios proveedores que proporcionen el mejor sulfato sódico, con la mejor consistencia fisicoquímica para su proceso, también se adquiere otras materias de suma importancia como lo es el cloruro de sodio, betaína, fragancias el papel de empaque para las distintas presentaciones, entre otras materias primas directas e indirectas. Los distintos departamentos, Investigación y Desarrollo, Aseguramiento de la Calidad e Innovación y Creatividad, que adquieren dichas materias primas se encargan de que la calidad de esta sea la mejor, cerciorándose que el proceso de traslado y almacenamiento sea según las especificaciones que indican los proveedores, de lo contrario atrasaría la producción.

Posterior al proceso de adquisición, estos se almacenan en la bodega de materia prima, donde se manipula con mucho cuidado en un ambiente limpio y adecuado.

Para trasladar la materia prima a los tanques de proceso, se cuenta con un equipo de limpieza que elimina la mayor parte de las impurezas. Continuando con el proceso, la materia prima es trasladada a los tanques que incluye un eje rotativo que proporciona la cantidad de revoluciones para que la

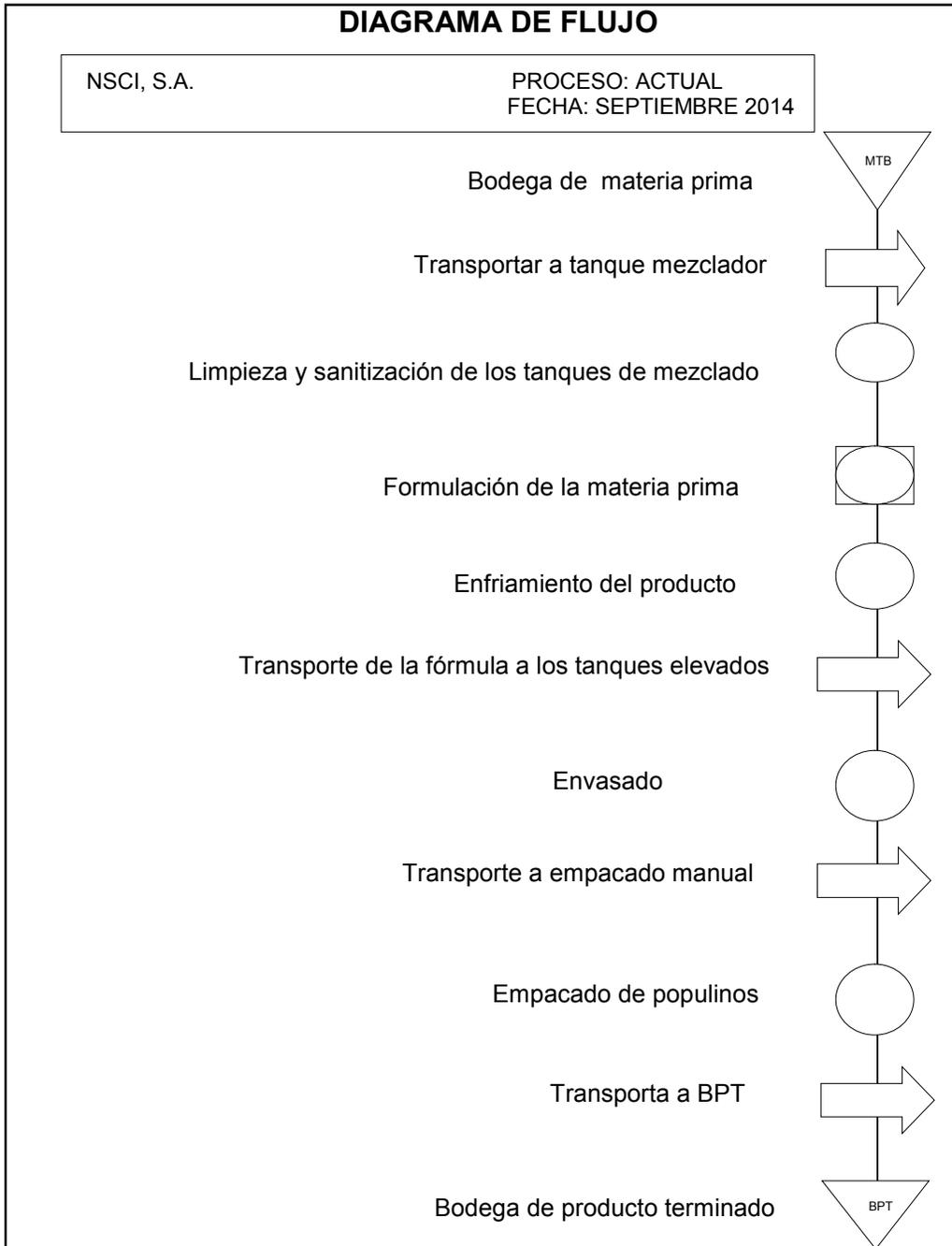
mezcla sea homogénea, creando así un jabón líquido de consistencia fija, con aroma y fragancia perfecta.

La siguiente operación al terminar el proceso de mezclado es trasladar el producto obtenido a los tanques de almacenamiento, por medio de tuberías de acero inoxidable a los depósitos de menor capacidad, para el llenado de los empaques en diferentes presentaciones.

Para el siguiente proceso se cuentan con varias envasadoras que contienen una llenadora de tres boquillas y sus respectivas selladoras.

Posterior a este se lleva a las mesas donde los operarios empacan el producto manualmente en cajas de doce, dieciocho y veinticuatro unidades y luego se procede a entarimar. Por último, se traslada a la bodega de producto terminado, finalizando así con el proceso de producción de jabón líquido para su distribución y uso cotidiano. A continuación se presenta el diagrama de flujo (figura 16).

Figura 16. Diagrama de flujo proceso de jabón líquido



Fuente: elaboración propia, con programa Word.

1.1.6. Conceptos generales

Es fundamental que los involucrados en el mantenimiento preventivo puedan definir, comprender e interpretar todos aquellos conceptos relacionados a esta materia, por lo que a continuación se exponen las siguientes definiciones:

1.1.6.1. Definición de mantenimiento

El mantenimiento se define como la acción emprendida para reparar o reemplazar maquinaria, instalaciones, construcciones y sus componentes a fin de restaurarlas a sus condiciones operativas normales. Es asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones para las que fue diseñado. Ha jugado papel importante no solo en la industria, sino en situaciones cotidianas de la vida. Lo que realmente se desea lograr es mantener los equipos en buenas condiciones, capaz de prestar un servicio cuando se necesiten con el menor costo posible. Dichas actividades requieren factores económicos, humanos y tiempo para llevarlo a cabo. Para realizar el mantenimiento, es necesario contar con una planificación y organización, como base, para mantener el servicio deseado al menor costo posible. Por tradición se ha observado que los ingenieros y técnicos en mantenimiento, le dan una mayor importancia a los aspectos de tipo técnico y como un plano secundario a los administrativos y logísticos lo que conlleva a bajo nivel de servicio, alto costo y demasiadas tensiones y fricción en la ejecución del trabajo.

¿Qué es lo que realmente hace que la falla se presente? Existen varios factores que causan la falla, se pueden clasificar en actos y condiciones. Los actos son generados directamente por el recurso humano, dentro de estas se tienen la mala operación de las máquinas, negligencia del mismo o de otros

departamentos, poco conocimiento, mal uso de las herramientas, poca atención del personal, falta de capacitación, instalación inadecuada del equipo, en general se puede mencionar que son todos aquellos factores que desde un punto proactivo se pueden minimizar (como una causa, se puede prevenir).

Las condiciones se refieren aquellos aspectos que no se encuentra directamente en las manos del recurso humano encargado, pero sí se puede evitar su prolongación.

Actualmente se han clasificado los mantenimientos por tipos, entre los cuales están:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento proactivo
- Mantenimiento programado
- Mantenimiento bajo condiciones

Cada una de estas tiene sus propias características que las diferencian, pero con la meta de alcanzar el mismo fin. Su aplicación depende de la necesidad de la empresa, sea por costos, medidas de seguridad, tiempo, urgencias, entre otros.

1.1.6.1.1. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo, como su nombre lo indica se refiere a corregir una falla en cualquier momento que se presente, este está basado en la falla ya que esta indica que se le debe de proporcionar el mantenimiento. Lo que se

quiere lograr es corregir el problema lo más rápido posible con el menor costo. Sin embargo, el servicio fue afectado sin previo aviso lo cual puede generarse presión por otros departamentos.

Dependiendo de la complejidad del equipo, así como la antigüedad del mismo, el mantenimiento irá incrementándose, por la existencia de un mayor desgaste en función del tiempo, lo que traería como consecuencia un mayor número de paros y un mayor número de personal encargado de este.

Cuando se presenta este tipo de problema existen varias etapas que se llevan a cabo:

- Identificación del problema
- Determinar las distintas alternativas de reparación
- Determinar las ventajas de cada una de las alternativas y elegir la óptima
- Planear la reparación con personal, material y equipo disponible
- Supervisar las actividades
- Clasificar y archivar

Atributos:

- Bajo costo en la planificación, ya que es mínima o nula
- No se requiere de una inversión
- Volumen reducido de *stock*
- Poco personal cuando la maquinaria es reciente

Desventajas:

- Personal de producción inactivo.

- Máquinas ociosas.
- Los repuestos en inventario no existen muchas de las veces por falta de información, por lo tanto una mayor demora.
- Una mayor presión hacia el personal que labora en el mantenimiento, especialmente si existe incentivos por producción.
- Las normas de seguridad no se aplican muchas veces, poniendo en peligro la vida de las personas.
- La calidad del producto se verá seriamente afectada.

Sin embargo, hay que mencionar que el mantenimiento correctivo es inevitable aun se halla implementado un mantenimiento preventivo, ya que siempre existen fallas no previstas.

1.1.6.1.2. Mantenimiento preventivo

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno, básicamente son todas aquellas actividades que conllevan a revisiones e inspecciones programadas, que pueden tener una consecuencia correctiva o de cambio. El mantenimiento se hace a través de un programa de actividades entre las cuales se tienen la revisión y lubricación, previamente establecidas. Para un mantenimiento preventivo es necesario contar con el apoyo de todo el personal dentro de la empresa para poder planificarlo adecuadamente, es de suma importancia mencionar, que la base del mantenimiento preventivo, está en función del tiempo. Es necesario que se lleve un control, lo cual indica un análisis detallado de cada una de las actividades y del estricto cumplimiento de estas; el control ayuda a comprobar que lo planeado se está llevando a cabo; en caso de que se presente una anomalía esta se puede corregir.

Una de las ventajas de mantenimiento preventivo es que se sabe con anticipación qué es lo que se debe de hacer, ya que se dispone de personal, documentos técnicos y repuestos.

Los trabajos pueden ser programados a futuro sin afectar las actividades de producción y se dispone de tiempo para realizar todas las tareas que no se pueden hacer cuando el equipo está en funcionamiento.

Dentro de los enfoques preferidos, frente al mantenimiento correctivo, se encuentran cuatro razones principales:

- La frecuencia con que ocurren las fallas prematuras pueden reducirse, mediante una lubricación adecuada, limpieza, ajustes, inspecciones promovidas por la medición del desempeño.
- Si la falla no puede prevenirse, la inspección y las mediciones periódicas pueden ayudar a reducir la severidad de la falla y el posible efecto dominó en otros componentes del sistema del equipo, mitigando de esta forma las consecuencias negativas para la seguridad, el ambiente o la capacidad de producción.
- Se puede vigilar la degradación gradual en función a un parámetro, como la calidad de un producto o la vibración de una máquina, puede detectarse el aviso de una falla inminente.
- Finalmente hay importantes diferencias en costos tanto directos (ejemplo, materiales) como indirectos (pérdidas de producción), debido a que una interrupción no planeada a menudo provoca un gran daño a los programas de producción y a la producción misma, y debido también a que el costo real de un mantenimiento de emergencia es mayor que uno planeado, y a que la calidad de reparación puede verse afectada de manera negativa bajo la presión de una emergencia.

Ventajas

- Con una buena organización del mantenimiento preventivo, se pueden determinar las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo.
- Se llegan a conocer puntos críticos de instalaciones, máquinas, entre otros.
- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, reduce el tiempo de fuera de uso de equipos.
- Mayor duración, los equipos e instalaciones tendrán una vida útil mayor que la que tendrían sin mantenimiento preventivo.
- Menor costo de reparación.

1.1.6.1.3. Mantenimiento predictivo

Para llevar a cabo este mantenimiento es necesario realizar mediciones mediante ensayos no destructivos. Los instrumentos utilizados para realizar este tipo de mantenimiento son de un alto costo. Sin embargo, hay que destacar que la mayoría de las inspecciones se realizan con el equipo en funcionamiento y sin causar paros en la misma.

La aplicación de este mantenimiento se presenta en los equipos que ponen en peligro la integridad del personal o puedan causar daños mayores.

Dentro de los instrumentos de mayor prioridad se encuentran:

- De desgaste: con espectrofotómetro de absorción atómica, este se puede aplicar sobre los aceites y proporcionan información de un excesivo desgaste de material.
- De espesor: con ultrasonido.
- De fracturas: partículas magnéticas, rayos X, ultrasonido, corrientes parásitas o tintas reveladoras.
- De ruido: con decibelímetros.
- De vibraciones: medidores de amplitud, velocidad y aceleración.
- De temperatura: termografía.

El mantenimiento predictivo se utiliza como información para un adecuado programa de mantenimiento preventivo. El uso de los instrumentos y la aplicación de pruebas permite anticipar problemas tales como:

- Sustituir en forma rutinaria partes costosas, solo para estar seguro.
- Estimar el tiempo de vida que le queda a los rodamientos, aislamiento, recipientes, tanques, motores, entre otros.
- Comprobar si un operario realmente está siguiendo las normas de operación.
- Suspender el servicio, fuera de programa, por fallas imprevistas.

Ventajas

- Las reparaciones se realizan solamente cuando es necesario hacerlas.

- El tiempo de operación aumenta, ya que se mantiene funcionando, hasta que la parada o el desarme se hace realmente aconsejable.
- Reparaciones relativamente sencillas pueden ser hechas, antes de que ocurra algún daño significativo o catastrófico.

A diferencia del mantenimiento preventivo, que debe aplicarse en conjunto, el mantenimiento predictivo puede aplicarse por pasos.

1.1.6.1.4. Mantenimiento proactivo

El mantenimiento proactivo como su nombre lo menciona, se anticipa de una forma proactiva a las posibles fallas que podrá generar un equipo o máquina, esta se destaca porque trata de eliminar la causa principal que puede generar varios problemas o efectos según transcurra el tiempo. Un mantenimiento proactivo se basa en localizar la causa principal del problema y tomar las medidas necesarias para que no incurra en el mismo factor.

Este tipo de mantenimiento se anticipa ante cualquier causa que puede repercutir en el futuro. Para realizar un mantenimiento proactivo se deben tener políticas dentro de la empresa que respalde cualquier necesidad que se acontezca y tener una mente abierta para poder resolver los problemas que se acontecen.

1.1.6.1.5. Mantenimiento periódico

Es el que se realiza después de cierto tiempo de haberle efectuado reparaciones a un equipo o instalación. Generalmente se aplica en períodos espaciados de tiempo. Permite identificar efectivamente quién, cuándo, cómo y dónde deben ejecutarse operaciones repetitivas específicas. Para implantarlo, se requiere de una excelente planeación e interrelación del Departamento de

Mantenimiento con las demás áreas de la empresa, para llevar a cabo las acciones en el menor tiempo posible.

1.1.6.1.6. Mantenimiento programado

Esta aplicación del mantenimiento toma en consideración el desgaste de las piezas que tiene una determinada vida útil y que es necesario cambiar en tiempos determinados. Para su aplicación es fundamental contar con la información técnica de los equipos y a través de ella, se determinarán las partes que se deben cambiar y la periodicidad con la que se deben hacer estos cambios.

Es necesario que se lleven registros claramente detallados de las operaciones realizadas.

Ventajas

- Permite llevar un control adecuado de suministros y repuestos
- Es posible hacer una programación de actividades reales
- Permite programar las asignaciones de los recursos con anticipación.

Mantenimiento bajo condiciones

Consiste en adecuar el programa de mantenimiento a las condiciones variables de la producción o condiciones de operación, teniendo en cuenta el efecto que causa el ambiente sobre el equipo. Se realiza de acuerdo a ciertas condiciones garantizadas y no de acuerdo a un cronograma establecido. Más que un tipo de mantenimiento, es una práctica que se debe seguir cuando se

tiene implantado un determinado sistema de mantenimiento. En otras palabras, mediante esta práctica se mantiene actualizado el programa existente.

Ventajas

Permite adaptar los recursos a las condiciones en las que se realizará el mantenimiento.

Se evitan paradas largas de la maquinaria al conocer las condiciones especiales para ejecutar el mantenimiento

Desventajas

Se debe conocer el programa de mantenimiento, de lo contrario no es funcional.

Cuando las condiciones de presión y temperatura no permiten la realización de las actividades de mantenimiento, se distorsiona el programa general.

1.1.6.1.7. Costo de mantenimiento

Es el precio pagado por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado específico.

El sector de mantenimiento en la planta o en la empresa puede ser considerado por algunos gerentes como un gasto, para otros como una inversión en la protección del equipo físico, y para algunos como un seguro de producción.

Para tener una representación más generalizada del costo de mantenimiento se recurrió a la gráfica del costo de mantenimiento, esta gráfica representa la relación que existe entre la cantidad de mantenimiento y el costo en que se incurre al proporcionar este servicio.

Por lo que representa a los costos directos de mantenimiento, la curva indica que con el transcurso del tiempo, además de incrementar el valor de la mano de obra, también el desgaste del equipo es mayor, exigiendo cambio de repuestos que cada vez son más caros, por lo que la curva muestra una tendencia ascendente. Se incrementan debido al desgaste de la maquinaria y equipo, lo que requiere que haya un mayor gasto de mano de obra y repuestos. Conforme se va utilizando el equipo o maquinaria, sus condiciones físicas van sufriendo desgastes o cambio de piezas, que por necesidad obligan a un aumento en la frecuencia de fallas del servicio, por lo tanto, estos costos aumentarán en forma sensible hasta el final de la vida útil del equipo.

En relación a los costos de parada de equipo son elevados en un inicio. Sin embargo, con el transcurso del tiempo y brindándole un buen mantenimiento, estos se van reduciendo como lo indica la curva respectiva de la gráfica.

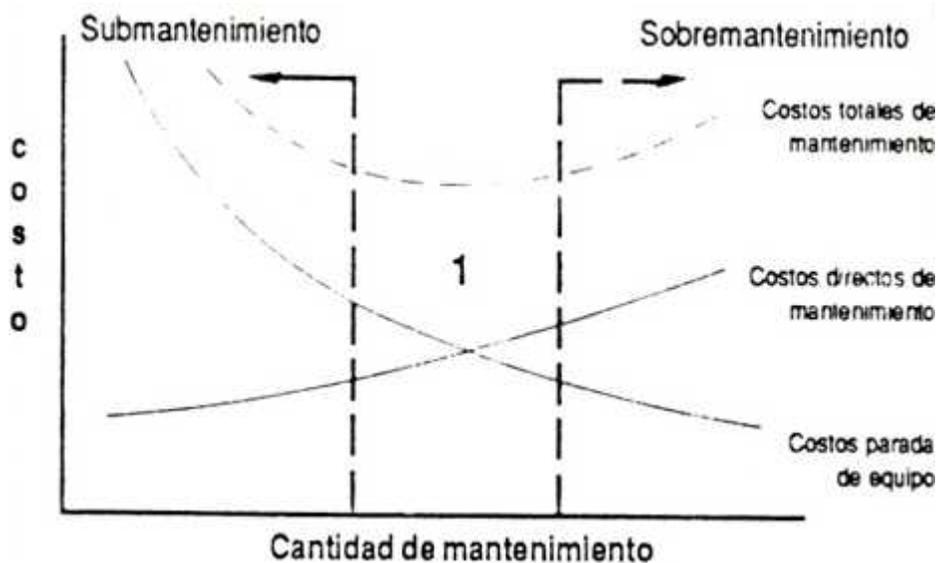
Debido a esta relación, los costos totales que se obtienen de la suma de los costos directos de mantenimiento y los costos de parada de equipo son altos al inicio, y van disminuyendo con el transcurso del tiempo, hasta llegar a un punto mínimo el que constituye un punto de equilibrio, lo que significa que los costos de parada de equipo son equivalentes a los costos directos de mantenimiento. A partir de este punto se elevan nuevamente y tienden a incrementarse, como se muestra en la gráfica.

Por lo tanto, se deduce que existe un costo total del servicio el cual es resultado de:

- El costo inicial del equipo considerando su depreciación
- El costo del mantenimiento considerando su incremento
- El costo de las fallas del servicio

Observando la curva del costo total se comprueba que existe una zona donde este es mínimo, por lo que sí es posible, la máquina debe ser remozada al comenzar a rebasar dicha zona, pero teniendo el cuidado de garantizar el servicio, considerando los nuevos gastos de desmontaje o instalación del equipo para fines de costo total.

Figura 17. Costo de mantenimiento



Fuente: Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. *Administración del mantenimiento industrial*. p. 18.

1.1.7. Taller de mantenimiento

Este se encuentra dentro del Departamento de Producción y proporciona los recursos necesarios capaces de cubrir con la demanda del mantenimiento actual, cuando no se cuenta con el equipo y recurso técnico/humano necesario, se envía a otra empresa para las distintas reparaciones.

Actualmente cuenta con varios equipos mínimos necesarios para realizar dicho mantenimiento. Se puede observar que dentro del taller se depositan piezas en desuso y que reducen la eficiencia del espacio físico para trabajar y de localizar piezas con una mayor facilidad. Un aspecto importante a tomar en cuenta es que dentro del taller existen herramientas capaces de sustentar alguna demanda del mantenimiento correctivo. Sin embargo, cuando esto no es posible, puede ocasionar que muchas veces se manipulen las piezas con herramienta inadecuada por la presión de ejecutar dicho mantenimiento en el menor tiempo posible.

- **Visión**

Ser un departamento capaz de contar con el equipo de técnicos capacitados para los servicios de mantenimiento industrial, aplicando de forma correcta, segura los procedimientos de mantenimiento.

- **Misión**

Garantizar el mantenimiento industrial, correctivo, preventivo y predictivo, con el apoyo humano altamente calificado y garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos necesarios para la producción.

Figura 18. **Taller de mantenimiento**



Fuente: NSCI, S. A.

Dentro del taller no se cuenta con una estricta política y muchas veces personal ajeno a producción utilizan las herramientas y no las deja en su lugar, lo cual perjudica a las personas encargadas de mantenimiento porque pierden tiempo en la búsqueda de las mismas.

Dentro de las herramientas y equipos de trabajo se cuenta con torno, esmeril, barreno, soldadura de arco eléctrico, soldadura oxiacetilénica y compresor de aire.

Figura 19. **Equipo y herramienta de taller de mantenimiento**



Fuente: NSCI, S. A.

Otro aspecto importante ajeno a las máquinas-herramienta es que se dispone de una mesa de trabajo; que cuenta con dos prensas para las distintas necesidades y una buena iluminación.

Dentro del taller se cuentan con instrumentos de medición y herramientas como: llaves de cola, llaves allen, desarmadores, extractores, vernier, escuadra, pinzas, alicates, tijeras, martillos de varios tipos, metros, alicates de presión, llaves de tubo, entre otros. Como se puede apreciar en la siguiente imagen:

Figura 20. **Instrumentos de medición**



Fuente: NSCI, S. A.

El taller cuenta con equipo de protección personal (EPP) para evitar cualquier tipo de accidente, lo cual queda a fácil acceso del personal.

Dentro del taller se almacenan algunos componentes mecánicos, eléctricos, solventes y algunos pocos repuestos. Sin embargo, no se lleva un control para qué equipo pertenecen ni de cuánto se posee.

1.1.7.1. Estructura organizacional

El taller de mantenimiento es dirigido por el jefe de Mantenimiento, quien vela por la situación del mismo. Sin embargo, no existe una persona encargada quien ejecute el mantenimiento del taller cada cierto período de tiempo como: limpieza, orden, entre otros, lo cual puede provocar fricciones de responsabilidad. El personal que más frecuenta el taller de mantenimiento es el mecánico y la mayoría de las veces colabora con la limpieza y el orden.

1.1.8. Proceso de mantenimiento

Como ya se mencionó anteriormente, la empresa cuenta con un taller, cuyo encargado es el jefe de Mantenimiento; actualmente el taller es utilizado por los operarios que se encargan de cubrir la demanda de mantenimiento, ya que al momento de fallar algún equipo o máquina ellos cuentan con la experiencia para minimizar los problemas que se acontecen día a día. Sin embargo, contar únicamente con el mantenimiento correctivo, conlleva a mantener un proceso a un costo elevado, no únicamente por el tiempo perdido en la reparación del equipo dañado, sino en el costo por no contar con el producto a tiempo, lo que genera incomodidad del cliente y lo obliga a buscar un producto de distinta marca, reduciendo la demanda de este producto (costo por no calidad).

Para satisfacer la demanda de producción, actualmente se cuenta con personal con experiencia para sustentar el mantenimiento correctivo. Algunos de los operarios tienen la capacidad de reparar algún tipo de averías por la experiencia que poseen. El proceso de mantenimiento se lleva a través de una secuencia de pasos, para solucionar el problema inmediatamente. En el siguiente párrafo se presenta las actividades a realizar al momento de ejecutar un mantenimiento correctivo.

Cuando la falla se presenta, se le notifica al supervisor de Producción para que este a su vez notifique al mecánico. El operario o encargado de la máquina, hace referencia del fallo; el mecánico realiza una revisión general e identifica el problema, analiza las distintas alternativas, las presenta y selecciona la mejor o la que indiquen las autoridades superiores u otros departamentos. Para reparar el equipo o la máquina como primer paso, se hace uso de los recursos disponibles en el taller o si el problema es complejo y requiere de un conocimiento especializado, se contrata a una firma externa de la empresa.

En caso de cambiar alguna pieza, se hace una requisición para mandar a comprar; cuando se adquieren los repuestos se hacen los cambios, se arma el equipo y se realizan las pruebas.

Para la lubricación de los distintos equipos, los operarios encargados de cada área, engrasan las partes indicadas, así como la inspección de los niveles de aceite, para que el equipo se mantenga en constante funcionamiento. Sin embargo, muchas veces pasa desapercibido por no contar con una hoja de control para la lubricación de las distintas partes y del consumo de aceite de cada una de ellas.

Se debe destacar que se realiza un mantenimiento anualmente, para la limpieza, ajustes y cambio de algunas piezas de los equipos.

No se cuenta con registro de todas las actividades ejecutadas, así como los cambios de cada una de las piezas realizadas y al no llevar un registro, se puede estar atacando los efectos y no las causas, ya que no se sabe exactamente cuándo se realizó el cambio y a qué equipo.

1.1.9. Diagnóstico de la maquinaria y equipo

La antigüedad de los equipos repercute en el costo del mantenimiento, ya que en estos se pueden encontrar un mayor desgaste en relación con equipos o máquinas de modelos más recientes. El desgaste de piezas en una máquina es una de las principales causas que se deben de minimizar con un buen mantenimiento para evitar el deterioro repentino de las máquinas. Actualmente dentro de la empresa se encuentran equipos que sobrepasan los 20 años, este es el caso de algunos de los tanques de formulación, lo cual indica que las reparaciones de estos tanques son de un mayor costo que otros modelos de reciente fabricación. Además, muchas de las veces por la inexistencia de repuestos (antiguos), ha llevado a tomar medidas de modificación a los equipos y no se lleva un control de los cambios realizados.

Esto es de suma importancia tomando en cuenta que se debe tener un eficiente programa de mantenimiento preventivo, para ajustarlo a este tipo de equipos.

Indiscutiblemente la humedad puede causar oxidación y luego corrosión en las máquinas si estas no se protegen adecuadamente. En algunas partes de los equipos se ha empezado a observar una ligera corrosión.

Factor de suma importancia es que hay áreas, en donde el ambiente contiene partículas de solventes químicos en forma de polvo y que cae directamente en las máquinas, haciendo que su funcionamiento no sea óptimo, lo que implica tomar medidas preventivas para este tipo de problemas.

Una de las ventajas con que se cuenta dentro de la empresa, es que en el Departamento de Producción, cada operario es responsable de la limpieza de

su equipo, lo cual, si se organiza y planifica adecuadamente, pueden llegar a ser capaces de mantener en buenas condiciones las máquinas que demandan una mayor atención.

1.1.9.1. Planta de líquidos

- Tanques

Dentro de la planta se cuenta con once tanques de la misma capacidad, uno de modelo más reciente que tiene una capacidad mayor, tanque pulmón.

Estos tanques se encargan de mezclar los ingredientes que tiene el producto final que es el jabón líquido, dando el aroma y la mejor calidad posible.

Dentro de las partes más relevantes se tienen: cilindro de acero inoxidable, cilindro rotativo interno y principalmente el agitador (conocido por los operarios como ekato) quien se encarga de proporcionar la agitación de mezcla adecuada para que el líquido final sea homogéneo. Cada uno cuenta con una capacidad mayor a 3 toneladas, además cuenta con otras partes necesarias para su funcionamiento como: cajas reductoras, extractores de impureza, entre otros. Los tanques miden aproximadamente 4,5 metros de altura, un ancho mayor de 2,70 metros y un espesor de 5 centímetros y tienen más de 25 años de uso.

La inspección diaria del equipo es realizado por los operadores experimentados y que tiene conocimiento del mismo. Debido a la inexistencia de información no se tiene datos detallados del mantenimiento realizado ni modificaciones al equipo.

La superficie protectora de los tanques no es tan efectiva, ya que presenta deterioro y parte de la misma está dando lugar a que se puedan presentar problemas ya que la superficie metálica entra en contacto directo con el ambiente.

Muchos de los componentes de los tanques presentan deterioro y afectan la eficiencia del equipo. Es importante destacar que en el mercado se cuenta con repuestos para la mayoría de los componentes aunque no necesariamente de la misma marca.

Al momento en que falle este equipo se tiene el apoyo de tanques secundarios. Sin embargo, es necesario que este se repare lo más pronto posible, de lo contrario la producción se atrasaría.

- Tanque pulmón y mezcladoras

El área de tanques pulmón y mezcladoras cuentan con más de 6 años de instalación, muchas de las partes de los equipo no han recibido mantenimiento desde entonces. Sin embargo, desde un panorama general, esta se encuentra en buenas condiciones. Muchas de las políticas de las empresas en cuanto a equipo reciente, es no retirar ninguna pieza si se encuentra en buen funcionamiento lo cual es recomendable ya sea por garantía del equipo o para evitar que partes del equipo que trabajan bien, dejen de hacerlo.

Se cuenta con dos tanques pulmón, la función de estos es almacenar el producto en sus contenedores con capacidad de 7 000 kilogramos cada uno y mezclar los productos bases para la elaboración del jabón líquido, para después enviar a los tanques del proceso de llenado a través de una bomba trasegadora o de diafragma, conducida en una tubería de acero inoxidable. Para enviar el

producto a los tanques pulmón se cuenta con dos tolvas con sus respectivos motores e impulsores, que funcionan con engranes que cuya fuerza empujan el producto hasta los contenedores, creando una mezcla de agua destilada y lauril éter, sulfato de sodio y cloruro de sodio. Algunas piezas como chumaceras ya se encuentran en mal estado y requieren de reparaciones.

La función de la mezcladora es proporcionar una mezcla homogénea de los distintos jabones líquidos y así proporcionar un producto de mejor calidad.

La mezcladora cuenta con dos contenedores cuya capacidad es mayor a 3 000 litros, un motor eléctrico, una caja reductora, la mezcladora (paleta) y un transportador.

Dentro de los puntos más importantes a tomar en cuenta, es el sistema de lubricación, ya que se cuenta con 10 transportadores, cada uno con dos chumaceras, motor y caja reductora y no se lleva ningún control del mantenimiento realizado.

- Llenadora de tubos colapsibles

La llenadora y selladora de tubos colapsibles es un equipo electro neumático y semiautomático utilizada para envasar productos de fluidos viscosos en tubos de aluminio, plástico o laminados sellados por la parte posterior del tubo. La dosificación se efectúa a través de una válvula de mariposa de acero inoxidable que ayuda la salida y la regulación del producto. Lleva un PLC programable controlado por electroválvulas y operado por el personal de producción ya que existe una variedad de cambios de productos según sea requerido.

La temperatura está dada por tiempo de calentamiento de la resistencia, el cual es regulado por el temporizador de sellado que es ajustable. Esto significa que a mayor fracción de tiempo mayor temperatura. Los operarios esperan iniciar el temporizador en 6 segundos e ir ajustando la escala según el calibre del tubo a sellar hasta 30 segundos.

La presión está dada por un pedal. El pedal queda sostenido o enclavado mientras dura el proceso de sellado y enfriamiento. Si el pedal se desbloquea antes de terminado el tiempo de enfriamiento, el plástico del tubo se encoge y se arruga deteriorando la calidad y por ende la presentación y resistencia del sello.

- Llenadora neumática o envasadora

El funcionamiento de la envasadora es controlado por el equipo electrónico, cuyas funciones se realizan sincronizadas por la posición en grados de la máquina (*encoder* o detector sobre rueda dentada) o por tiempo (neumática).

La máquina permite trabajar con diferentes opciones, tales como:

- Calefacción por calor constante o impulsos
- Sincronismo con pesadora, dosificador volumétrico
- Largo de bolsa por *spot* o por grados de máquina

El equipo electrónico dispone de una pantalla digital, en el que se visualizan los datos de programación y un teclado para introducir los datos y seleccionar las distintas opciones, niveles de llenado y tiempo de llenado.

Los datos programados para un determinado producto pueden ser guardados en memoria. La capacidad de la memoria es de 6 productos.

Permite efectuar una comprobación o *test* de los elementos de entrada (detectores, *encoder*, entre otros) y de salida (electroválvulas, motor), para localizar el fallo o avería. Dispone de detección de alarmas, en cuyo caso efectúa un paro de máquina o no permite su puesta en marcha, indicando el tipo de alarma.

La selección de funcionamiento y las opciones principales se efectúan por teclas directas, indicadas con símbolos representativos. Permite trabajar en pulsos (manual), semiautomático en ciclo o automático.

Mandos exteriores de marcha, paro, mandos exteriores de selección de transporte y producto, todas las demás funciones se seleccionan por perillas y luces indicadoras.

- Envasadora y selladora de populinos

Su función es envasar y sellar el producto en bolsitas (populinos) de 260 mL cada uno y en modelos más recientes 500 mL por bolsa. Dentro de la empresa se cuenta con cuatro envasadoras, dos de modelo 1995 y dos modelo 2000. En el caso de las envasadoras más antiguas, presentan modificaciones. Sin embargo, no se tiene registro de cada una de las modificaciones. Las envasadoras tienen un promedio de altura de 1,50 metros sin tomar en cuenta la altura de la tolva y trabajan con base en el sistema neumático.

La envasadora cuenta con un dosificador para el llenado, la parte del sellado contiene un carro que está compuesto por una estructura que contiene dos mordazas horizontales y la cortadora.

Se cuenta también con un dispositivo de mangueras de llenado de líquido, pedales accionados por medio de válvulas neumáticas. Las mordazas llevan en su interior una resistencia eléctrica que le proporciona calor a estas para la soldadura del envase y evita que el producto entre en contacto con el medio ambiente.

Dentro de los problemas de mayor frecuencia se encuentran: fallo en la cortadora, falla de resistencias eléctricas de las mordazas, fallas en la termocopla, problemas con el sensor de llenado.

- Etiquetadoras

Una máquina etiquetadora, como su nombre lo indica, se emplea para etiquetar envases plásticos con etiquetas antifalsificación, código de barras. NSCI, S. A., cuenta para su etiquetado de envases con dos etiquetadoras semiautomáticas capaces de etiquetar 20 envases por minuto.

Estas máquinas para pegado de etiquetas generalmente, trabajan con etiquetas cortadas o en bobina, mientras que las etiquetas sensibles a la presión son suministradas siempre en bobina. Las etiquetas cortadas se pueden realimentar sin necesidad de parar la máquina, pero las de bobina necesitan un paro para el cambio de la bobina, y cuando se necesita cambiar de presentación del producto. Como el diámetro de la bobina es limitado, los paros dependerán de la longitud y espesor de las etiquetas, así como, del material de soporte.

Las operaciones principales de las etiquetadoras dependen del tipo de envases, pero a nivel general el diagrama de operaciones es similar y podría clasificarse en las siguientes operaciones:

- Alimentación de etiquetas desde el rollo.
- Presionado de la etiqueta en el envase con almohadillas, aire comprimido, correa o cepillo. Existen las que posicionan y sujetan el envase con movimiento rotativo. Los envases son sostenidos por un tambor rotatorio, mediante el movimiento en línea recta de una cinta transportadora rueda en estrella o mecanismo de tornillo.

Los defectos en el etiquetado pueden ser provocados por diferentes causas:

- Etiqueta desplazada respecto al lomo del producto.
- Etiqueta mal encolada o arrugada.
- Orientación defectuosa de la etiqueta respecto la vertical del producto.
- Ausencia de etiqueta.

El proceso de operación de etiquetado se ejecuta por el panel de control principal tomando en cuenta los distintos mandos electrónicos que poseen dichos equipos, entre estos se pueden mencionar:

- Tipo de alimentación en rollo o bandeja.
- Límites de velocidad.
- Sentidos de operación.
- Conocimientos y entrenamiento de los operarios en: operación, mantenimiento, recambios, tiempo y piezas de recambios, provisión e identificación de los recambios.
- Capacidad de recargado durante el funcionamiento.

El manejo de envases en las máquinas se suministra de forma continua, separando la alimentación del etiquetado, por medio de sensores, que controlan la velocidad de la banda transportadora que conducen el envase a la posición de la etiqueta, la altura se regula por tornillos graduables. La línea de envases puede ir en intermitente o en continuo, en línea recta o ser rotatoria. Por lo que respecta a la descarga puede ser por medio de una mesa recolectora estacionada al final de la banda transportadora lineal o giratoria, la que finalmente dirigirá el envase al empaquetado final.

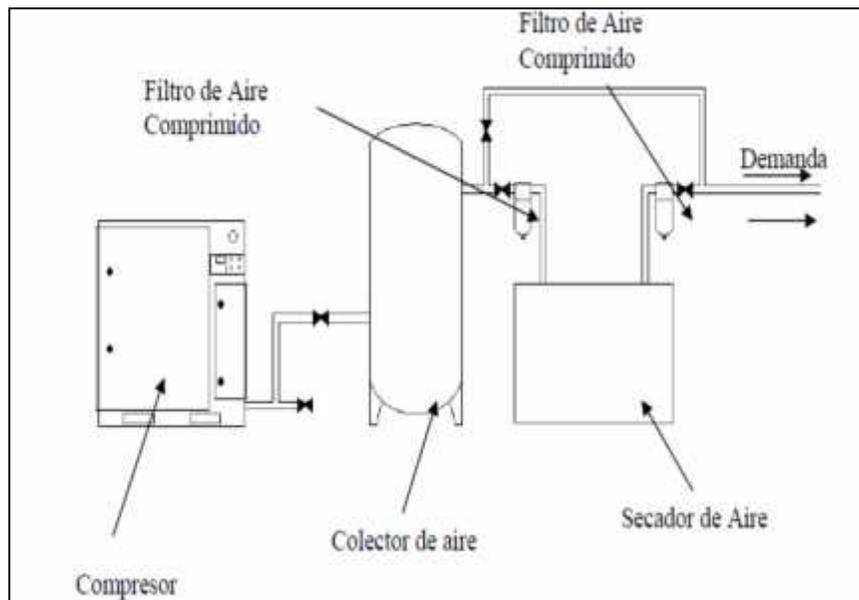
- Compresor

El aire acondicionado es vital para toda la industria ya que sin este dejarían de funcionar varios equipos. El compresor es una unidad de tornillo de una etapa que se acciona mediante un motor eléctrico, completa con todos los componentes necesarios canalizados, cableados y montada sobre una placa base.

La comprensión en el compresor de aire de tipo tornillo la crea el engranaje de dos rotores helicoidales (macho y hembra). La mezcla de aire refrigerante se descarga desde el compresor al sistema de separación. Este sistema elimina del aire de descarga la totalidad del refrigerante salvo unas pocas partes por millón (ppm). El refrigerante se devuelve al sistema de refrigerante y el aire pasa por el refrigerador final y sale del compresor. La transmisión asistida desde el motor de accionamiento al rotor macho de la unidad compresora es automático. El compresor funcionará para mantener una presión fijada de la línea de descarga y está dotada de un sistema de arranque automático, que se usa en plantas en las que la demanda de aire varía suficiente para permitir que un compresor se pare y ahorre energía.

El compresor cuenta con una potencia de Hp y una capacidad de 250 C.F.M cuenta con más de 6 años. El compresor posee un refrigerador, sistema del separador, colector, motor principal, filtro de aire y la unidad compresora (tornillos, helicoidales). Adicional al compresor, se cuenta con una secador de aire y un colector (ver figura 21). El estado actual del equipo es considerado en buenas condiciones.

Figura 21. **Elementos para distribución del aire comprimido I**



Fuente: *Manual de manejo y mantenimiento de compresor Schulz*. p. 43.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN: AHORRO ENERGÉTICO

2.1. Recursos generales

Conocer la necesidad de los recursos porque sin ellos no se puede vivir ni hacer productivas las industrias, es parte de la responsabilidad que tienen las empresas para mejorar la disponibilidad de estos.

El programa ahorro energético contempla disminuir el consumo de los principales recursos con los se trabaja y que son parte del medio ambiente.

2.1.1. Agua

El agua es un recurso natural, renovable y vital, pero también finito y que es patrimonio de todos.

A la mayoría de las personas les parece natural tener acceso al agua potable. Se usa para todo, se deja correr, siempre estuvo ahí y siempre estará, como el aire que se respira y también así de imprescindible. Sin embargo, hoy 1 500 millones de personas en el mundo no pueden gozar de este mismo privilegio y es la ONU, quien afirma que para el 2025 la demanda de agua potable será el 56 % más que el suministro.

El aprovechamiento inteligente del agua es algo tan añejo como la historia misma de la humanidad. Las antiguas civilizaciones florecieron siempre a orillas de ríos generosos y, a medida que se ha desarrollado la tecnología, la explotación del “vital liquido” ha adquirido proporciones colosales.

2.1.2. Energía

Todo ser humano viviente sobre la tierra utiliza diariamente una u otra forma de energía, y el uso de la energía es un elemento central de la actual sociedad industrializada. De esta forma, no resulta sorprendente que la energía y el medio ambiente se encuentren íntimamente relacionados. La extracción, transportación y utilización de combustibles primarios (principalmente fósiles) y la generación y transmisión de electricidad afectan el medio ambiente a escala local, regional y global.

Los principales consumidores de electricidad en el país son: la industria manufacturera, residenciales, comerciales y agropecuarios de energía, quienes mantienen un consumo mayor debido a que utilizan grandes cantidades de combustibles, vapor, aire comprimido, energía eléctrica, entre otros. Que incrementan el porcentaje de consumo.

La demanda futura de energía para cada uno de los subsectores energéticos (industria manufacturera, industria energética, transporte y consumo residencial y comercial) presenta escenarios tendenciales son del tipo negocio de costumbre que se considera la evolución del sector energético según el comportamiento de la economía nacional y su crecimiento histórico.

2.1.3. Materiales

En referencia a los materiales o recursos del medio ambiente con los que vive el hombre y que, directa o indirectamente, se relaciona con los seres humanos existen los recursos renovables y los no renovables.

- Recursos renovables

Se considera renovables los recursos que, de manera natural o artificial, pueden aprovecharse una y otra vez. De hecho se trata de recursos que, bien administrados, pueden regenerarse por los siglos de los siglos.

- Recursos no renovables

Incluyen a los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y a los minerales (cobre, estaño, oro, plata, cromo, hierro, arsénico, entre otros). Aquí convendría aclarar que no son raros los metales extraídos una y otra vez de los desechos industriales para su reutilización constante.

2.2. Análisis de la situación actual sobre el consumo de los recursos

Conocer la cantidad que se consume de los recursos en las operaciones de la planta, la disponibilidad de los recursos y como se está utilizando en cada una de las áreas de producción. Se debe partir de levantar información sobre los principales puntos de consumo en operación y limpieza, seguido de evaluar sobre las cantidades que utilizan actualmente.

La evaluación en planta se basa en la realización de actividades como: recopilación de datos sobre el consumo de recursos, revisión y análisis de información, recorridos en planta, entre otros, esto con el fin de aplicar medidas técnicas, operativas y económicas para fortalecer la eficiencia.

Con base en la evaluación se encontró que las áreas de mayor consumo de agua es la línea de producción de jabón líquido, debido a que se trabaja con una mezcla de 70 % de agua y que para su transformación es necesario el recurso, también las prácticas de lavado de equipo y maquinaria en todas las

líneas son puntos donde se puede mejorar el uso del agua, pues existe desperdicio del vital recurso, por la forma en que la utilizan el personal operativo.

En lo que se refiere a energía se observó que se puede efficientizar el trabajo de las calderas y otras máquinas con mantenimiento correctivo, mejorar la operación de aire comprimido. La energía solar se aprovecha en algunas áreas, pero se puede aumentar este beneficio porque actualmente no se aprovecha en toda la planta. En cuanto a materiales, existen muchos y distintos insumos que se pueden aprovechar de mejor manera, pero se enfocará el estudio a mejorar la disponibilidad de bolsas plásticas.

El enfoque del análisis es: la reducción de consumo y uso de agua, optimización del uso de los recursos, recuperación y aprovechamiento de los servicios, reuso y reciclaje de materiales, eficiencia energética, manejo de emisiones y desechos, entre otros.

2.2.1. Diagnóstico sobre el uso y consumo de los recursos

A partir del levantamiento y recopilación de datos de consumo general de la planta y de la identificación de áreas potenciales para la aplicación del análisis de ahorro energético, lo cual se logró por medio de actividades como recorridos a la planta, entrevistas con las personas encargadas de las líneas y mediciones *in situ*; para determinar un análisis específico de la situación actual de la empresa y los puntos donde se pueden obtener beneficios económicos como ambientales con implementación de opciones del programa. A continuación se detallan los resultados del proceso antes mencionado.

2.2.2. Proceso de consumo de agua en la planta

Las fuentes de abastecimiento con la que se cuenta dentro de la empresa son dos pozos y un tanque de captación elevado.

Se cuenta con un caudal en la entrada principal a la planta de aproximadamente 180 gpm en temporada baja, y de 230 gpm en temporada alta.

Principalmente el consumo se realiza en las áreas de Producción (predominantemente la mezcla de jabón líquido, agua y lauril éter), limpieza, cocina, baños y tratamientos aplicado al agua de cloración.

En cuanto al proceso de consumo de agua se enfoca a la necesidad que existe de encontrar mecanismos por los cuales se optimice el recurso, y de esta manera poder disminuir costos y aumentar la productividad.

2.2.2.1. Uso de agua en proceso de producción

Se ha estimado el volumen de agua utilizada en los puntos donde se ha considerado que se da el mayor consumo de este insumo. Esto se llevó a cabo por medio de mediciones *in situ* en los puntos de descarga o salida del agua de cada una de las siguientes operaciones:

Tabla II. **Consumo de agua**

Área	Consumo estimado (m ³ /día)
Baños, cocina, jardines	15,82
Fabricación de cloro	50,87
Mezclado de jabón líquido	110,58
Fabricación de desinfectante	83,74
Consumo total en estos puntos	216,01

Fuente: sistema de medición de mantenimiento de la empresa NSCI, S. A.

Con esta estimación se calculó aproximadamente el consumo que tienen en las líneas de producción de jabón líquido y el área de transparentes, porque son puntos donde se puede lograr racionar el consumo de agua por diferentes mecanismos. Estos datos fueron recabados a través de sistema de rebosamiento y lecturas de medidores de caudal, el cual mide el flujo volumétrico para la cantidad que se necesita al realizar el proceso de mezclado de los jabones.

Actualmente se cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales en la cual se ha estimado un costo anual de aproximadamente US\$ 90 000, para productos químicos aplicados en el tratamiento; y un rango de caudal de 75 – 90 gpm, tomando en cuenta que el cambio está a Q7,75 por \$1,00. A partir de esta información se ha relacionado las mediciones *in situ* con el caudal mínimo estimado por (80 gal/min) y el costo de tratar el agua residual de estas operaciones, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla III. **Medición *in situ* de tratamiento de agua**

Volumen mínimo diario de entrada a la Plata de Tratamiento	103,90 m ³ /día
Costo en químicos del volumen de agua residual	1,42 US\$/m ³
% del volumen total de agua (cuadro 1) en relación al caudal mínimo total de la P.T	66,60

Fuente: sistema de medición de mantenimiento de la empresa NSCI, S. A.

Estableciendo que del volumen medido en las operaciones, entra el 90 % a la planta de tratamiento.

Se pretende optimizar el agua en todos los procesos de operación y limpieza debido a que no es racional el uso, porque no existe el equipo necesario para facilitar la operación que al mismo tiempo ayude a usar debidamente el recurso. También la costumbre con la que se practican las operaciones por los trabajadores hace que incurra en el desperdicio del vital líquido, produciendo alto costo por el servicio y desaprovechamiento del mismo.

2.2.3. Proceso de consumo de energía en la planta

El consumo de energía se tiene principalmente en las actividades de producción y administración en iluminación el cual se estima aproximadamente en:

2.2.3.1. Energía eléctrica

La energía eléctrica se manifiesta como corriente eléctrica, es decir, como el movimiento de cargas eléctricas negativas, o electrones, a través de un cable conductor metálico como consecuencia de la diferencia de potencial que un generador esté aplicando en sus extremos.

Tabla IV. Consumo promedio de energía

	Consumo mensual promedio	Consumo mensual promedio
Contador 189	46 787 kWh	45 653 kWh
Contador 187	57 935 kWh	57 528 kWh

Fuente: sistema de medición de mantenimiento de la empresa NSCI, S. A.

Además el consumo de diésel que es significativo en el proceso de producción, con 350 89 galones mensuales y 4 200 galones anuales, el gas forma parte de la energía utilizada y se estima que el consumo mensual promedio es de 5 000 litros mensuales y 60 000 litros anuales.

2.2.3.2. Consumo de vapor y área de caldera

Dentro del área de Calderas y la línea de distribución de vapor, se realizaron mediciones de la eficiencia de la caldera principal, así como la inspección del estado del sistema de distribución de vapor y los consumidores principales. Se obtuvieron los siguientes resultados:

2.2.3.2.1. Eficiencia de caldera

Por medio de un instrumento para caracterizar los gases de combustión así como parámetros de eficiencia, se obtuvieron los siguientes resultados promedio (de cuatro mediciones realizadas):

Tabla V. **Parámetros de gases de combustión**

Parámetro	Dato
Temperatura de gases de chimenea	189 °C
% OC	10 %
% CO ₂	8,1 %
% CO	0 ppm
Eficiencia de combustión	56 %
Temperatura ambiente	27,5 °C

Fuente: sistema de medición de mantenimiento de la empresa NSCI, S. A.

A partir de los datos medidos y los datos de consumo de combustible, se obtuvieron los siguientes resultados, en cuanto a eficiencia y estado actual de rendimiento que tiene la caldera.

Tabla VI. **Medición de consumo de combustibles**

Tiempo de operación caldera (estimado)	2 920 horas/año
Eficiencia de combustión de caldera (según cálculos y tablas de eficiencia)	80,91 %
Consumo de combustible anual (según reporte de la empresa 2013)	3 600 galones
Exceso de aire en mezcla (estimado según tablas de eficiencia)	85 %

Fuente: sistema de medición de mantenimiento de la empresa NSCI, S. A.

Uno de los parámetros para medir la eficiencia de combustión de una caldera es el porcentaje de aire en la mezcla, siendo el valor recomendado 10 – 15 %, y en el caso del porcentaje de dióxido de carbono se recomienda el valor de 3 – 5 %.

Un problema importante en la planta desde una perspectiva global es la liberación de dióxido de carbono y otros gases que contribuyen al efecto invernadero como emisiones de sistemas de energía, su acumulación en la atmósfera y los cambios que esto ocasiona sobre el clima de la tierra y que aún no se comprende.

Otro problema que causa lo anteriormente mencionado es que existe ineficiencia de la caldera provocado por la impureza del combustible o bien por la necesidad de cambiar la máquina a una con mejor tecnología, porque genera contaminación en el ambiente de trabajo, alto consumo de combustible y minimización en tiempo de operación.

2.2.3.2.2. Identificación de pérdidas por fugas y tubería sin aislamiento

Durante la inspección de la línea de distribución de vapor, se identificaron varias fugas de vapor en las líneas de mezclado de detergente suavizante y jabón líquido para manos, así como un tramo de tubería de distribución de vapor sin aislamiento. A continuación se presentan las pérdidas que causan estas fugas dentro del sistema, que se obtuvieron al evaluar y observar en toda la línea de vapor.

Tabla VII. **Costo de pérdidas de vapor**

Pluma de vapor de 32" de largo	2 397,26 US \$/año
Pluma de vapor de 14" de largo	958,90 US \$/año
Tubería sin aislamiento (12 metros)	1 397,21 US \$/año

Fuente: sistema de medición de mantenimiento de la empresa NSCI, S. A.

Nota: para este cálculo, se utilizó un costo de Q22,00 por galón de diésel, tomando en cuenta que el cambio está a Q7,75 por \$1,00.

Los principales problemas que origina el alto consumo de vapor que se genera es: aumento de costos de energía debido a fugas, tubería sin aislamiento y escapes de vapor que necesitan un mantenimiento correctivo.

2.2.3.3. Uso de aire comprimido

Se ha identificado que dentro de las prácticas de limpieza y mantenimiento en las líneas de producción, se utiliza aire comprimido para eliminar polvo y producto botado en el piso, por medio de mangueras a flor del suelo de diferentes diámetros que utiliza el personal operativo.

Los principales puntos identificados se encuentran en las áreas de Envasado y Llenado, Empaque y en los tanques de mezclado, porque son estas áreas donde el consumo es mayor.

Bajo una inspección en todos los puntos con el servicio de aire comprimido y evaluar existe la posibilidad de eliminar puntos que realmente no son utilizados.

Actualmente, está en proceso de cálculo de las pérdidas que la empresa tiene por el uso de este recurso para prácticas de limpieza y operación.

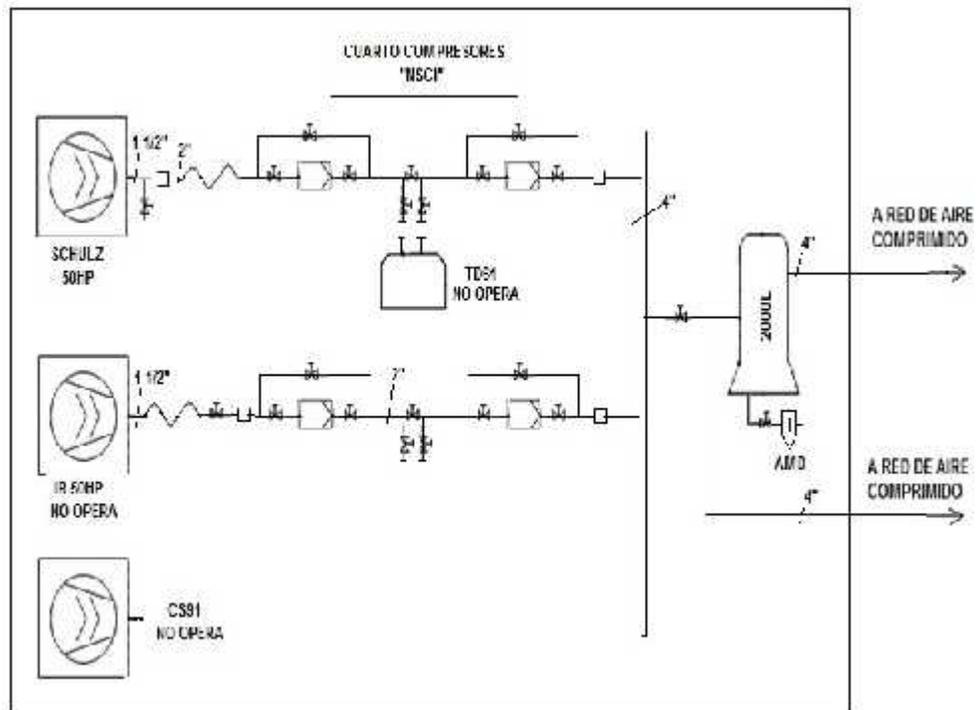
2.2.3.3.1. Compresor

El aire comprimido es vital para toda la industria ya que sin este dejarían de funcionar varios equipos. El compresor es una unidad de tornillo de una etapa que se acciona mediante un motor eléctrico, completa con todos los componentes necesarios canalizados, cableados y montada sobre una placa base.

La compresión en el compresor de aire de tipo tornillo la crea el engranaje de dos rotores helicoidales (macho y hembra). La mezcla de aire refrigerante se descarga desde el compresor al sistema de separación. Este sistema elimina del aire de descarga la totalidad del refrigerante salvo unas pocas partes por millón (ppm). El refrigerante se devuelve al sistema de refrigerante y el aire pasa por el refrigerador final y sale del compresor. La transmisión asistida desde el motor de accionamiento al rotor macho de la unidad compresora es mediante polea y correa. El sistema de control de carga del compresor es automático. El compresor funcionará para mantener una presión fijada de la línea de descarga y está dotada de un sistema de arranque automático que se usa en plantas en las que la demanda de aire varía suficiente para permitir que un compresor se pare y ahorre energía.

El compresor cuenta con una potencia de 50 Hp y una capacidad de 220 C.F.M cuenta con más de 6 años. El compresor posee un refrigerador, sistema del separador, colector, motor principal, filtro de aire y la unidad compresora (tornillos helicoidales). Adicional al compresor, se cuenta con una secador de aire y un colector. El estado actual del equipo es considerado en buenas condiciones.

Figura 22. Elementos para distribución de aire comprimido II



Fuente: sistema de medición de mantenimiento de la empresa NSCI, S. A.

- Análisis energético

La situación actual según datos medidos del lunes 28 de abril al domingo 4 de mayo de 2014, proyectada a 50 semanas de trabajo al año:

Tabla VIII. **Consumo energético mensual**

CONCEPTO		PROMEDIO
Precio del kilovatio hora		\$0,20
Cantidad de días		350
Horas de trabajo diarios		24
Demanda anual (pie ³ /año)		22 254 590
COSTOS ANUALES DE ELECTRICIDAD		\$20 296
COSTO 1 000 PIES CÚBICOS		\$0,9120
PROMEDIO	MEDICIÓN	
CFM	44,16	
KW	12,08	

Fuente: Departamento de Contabilidad de la empresa NSCI, S.A.

2.3. Implementación del programa de ahorro energético

Básicamente, aquí se mencionan las actividades, metodología y acciones que son necesarias para la implementación y ejecución del programa, desarrollando nuevos caminos para lograr la optimización de todos los recursos mencionados.

2.3.1. Programa de ahorro energético

En lo que se refiere a la parte medioambiental, en la planta se han tomado ya algunas acciones para mejorar su desempeño ambiental, entre las cuales se puede mencionar: manejo adecuado de los desechos sólidos, tratamiento de las aguas residuales, capacitación del personal, disminución del consumo de agua,

reporte de fugas diarias para los servicios básicos, entre otros. Sin embargo, el personal administrativo ha identificado que existen áreas donde todavía queda algo por hacer, y que al momento pueden estar afectando la eficiencia del proceso productivo. Es por lo anterior necesario diseñar un programa de ahorro con el cual se pueda disminuir la cantidad de desechos producidos, mejorar el uso de los insumos y materias primas, así como la eficiencia energética, en general mejorará las eficiencias de la empresa y aportar a la conservación del medio ambiente para ser una empresa más competitiva.

2.3.1.1. Aplicación de producción más limpia, en el proyecto

El fin fundamental de encaminar el programa junto a producción más limpia es obtener mejores resultados y crear una forma de consumo, por medio de herramientas que logren optimizar los recursos a través de un programa con acción que sea económicamente rentable, sostenible y eficaz con aportación al medio ambiente pues este es el tema principal de producción más limpia.

Se aplica producción más limpia (P + L), debido a que es una estrategia alternativa para aumentar la eficiencia del recurso humano y material a favor del medio ambiente y que integra a todos los departamentos como: Producción, Mejora continua, Seguridad industrial, Logística, Calidad, Mantenimiento, entre otros, por medio de principios como:

- Buen mantenimiento

Tomar las acciones apropiadas de administración y operaciones para prevenir:

- Fugas (vapor, aire, agua, aceite)
- Derrames (aceite, materia prima, insumos, agua)

- Paradas sorpresivas por mantenimiento correctivo
- Sustitución de materias primas (entradas)

Sustituir los materiales por:

- Menos tóxicos o no tóxicos
 - Renovables o renovables
 - Agregados que tengan una vida útil más larga
- Mejor control de proceso

Modificar:

- Procedimientos operativos.
 - Instrucciones de uso de equipos.
 - Llevar registros de operación de manera que los procesos se ejecuten más eficientemente a razón de menos desperdicios y emisiones.
- Modificación del equipo

Modificar el equipo de producción existente y sus accesorios para:

- Ejecutar los procesos a una mayor eficiencia
- Disminuir la generación de desperdicios y emisiones en la fuente

- Cambio de tecnología

Reemplazo de:

- Tecnología
- Secuencia de procesamiento

Para minimizar la generación de desperdicio y emisiones durante la producción.

- Recuperación/reutilización *in situ*

Reutilización de los materiales desperdiciados en el mismo proceso u otra aplicación útil dentro de la empresa.

- Modificación del producto

Modificar las características del producto para:

- Minimizar el impacto ambiental del producto durante o después de su uso (desecho).
- Minimizar los impactos ambientales de su producción.

- Utilización eficiente de la energía

Reduce el impacto ambiental del uso de energía por medio de:

- Eficiencia energética mejorada

- Utilización de energía de fuentes renovables

2.3.2. Objetivos de producción más limpia

Idealmente se quiere alcanzar los objetivos trazados con la implementación del programa de ahorro energético, pero para llevar a cabo este trabajo conjuntamente con producción más limpia, es necesario saber los objetivos comunes y relacionar el sentido de ambos programas.

Entre los objetivos de producción más limpia se tiene:

- En cuanto a los procesos, la estrategia tiene por objetivo reducir todos los impactos durante el ciclo de vida del producto con el consumo de energía, agua, y materiales desde la extracción de materias primas hasta su disposición final.
- Implementación de estrategias para aportar a la conservación del medio ambiente y disminuir el impacto ambiental por el consumo de los recursos por las diferentes industrias, servicios, comercios, viviendas, aledañas a la empresa.
- Cambiar formas de producción a través de técnicas como: mejorar el proceso, buenas prácticas operativas, mantenimiento de equipos, reutilización y reciclaje, cambios en la materia prima, cambios de tecnología.

Está claro que para el desarrollo del ahorro energético se debe hacer un vínculo con producción más limpia debido a la importancia como alternativa y estrategia, para lograr optimizar los recursos limitados con el fin de conservar el

medio ambiente que es el mismo camino que se pretende recorrer con el proyecto.

2.3.3. Importancia del ahorro de la energía dentro de la planta

En términos prácticos, reducir el uso de combustibles fósiles solo se logrará mejorando la eficiencia de las equipos de trabajo convencionales que producen y utilizan energía y generar cada vez más fuentes de energía renovables, esto con el fin de obtener beneficios económicos y ambientales además, de mejorar las condiciones de seguridad y salud ocupacional.

La producción y el consumo directo e indirecto de energía tienen toda una serie de impactos ambientales locales y regionales que incluyen:

- Contaminación del aire por la liberación de gases y partículas tóxicas que se forman durante la combustión de combustibles fósiles.
- Aplicación y liberación de pesticidas para mantener la transmisión y los derechos de vía.
- Contaminación por ruido ocasionada por las plantas de energía y los motores de combustión interna.
- Deforestación por la tala no moderada de bosques.

En resumen, los patrones actuales de uso de energía tienen un impacto total y acumulativo muy importante sobre el ambiente.

2.3.4. Ahorro del consumo de agua dentro de la planta

El mejoramiento de la administración de la demanda de agua en sistemas de abastecimiento dentro de la planta, no está restringido al uso de la metodología que se emplee en la determinación de la evolución del consumo.

Deberá tomarse en cuenta una nueva perspectiva: que la evolución de la demanda no debe ser de ninguna manera dependiente de la disposición de los responsables de los servicios de abastecimiento. La demanda de agua está condicionada, de cierta manera dentro de ciertos límites, por las políticas adoptadas por los responsables del abastecimiento y del consumo, además no se puede ignorar la posibilidad de su influencia en la demanda y abastecimiento de agua.

La planeación de la evolución del sistema de abastecimiento y de ahorro de agua debe concebir no solo la adopción de “medidas estructurales”, que se basan en la construcción de nuevas obras o adopción de nuevas formas de uso del recurso, sino también en la importancia de racionalizar el recurso. La administración y planeación de esos sistemas requiere también considerar el uso de “medidas no-estructurales” y, por lo tanto, se debe prestar especial atención a los problemas de la conservación del agua para empezar a fomentar en todo el personal el ahorro en el consumo del agua.

Empezar a equipar al personal con medios que puedan generar un ahorro considerable al utilizar el agua puede ser mecanismo para emprender, el programa y lograr disminuir las cantidades consumidas en volumen y costo.

2.3.5. Condiciones de trabajo

Para la introducción e implementación del programa se debe tomar en cuenta las condiciones de trabajo que actualmente, se tiene en todas las áreas involucradas.

Dentro de la planta las condiciones de trabajo no son las mejores para obtener resultados positivos a corto plazo, debido a que operan sin tener los medios y herramientas necesarios para que el ahorro de los recursos sea efectivo en cualquier momento. Pero lo que poseen es general más no específico para el uso de cada recurso, se necesitan herramientas, equipo y accesorios para desempeñar el trabajo, de tal manera que puedan ayudar al ahorro de los recursos.

Operativamente, las condiciones con las que trabajan tiene cierto porcentaje de riesgo en todos los puestos, por esa razón se debe tomar en cuenta las condiciones actuales para que al implantar nuevos equipo, accesorios y herramientas no solo se logre controlar el consumo de recursos sino también mejorar la condición y salud ocupacional en los puesto claves dentro de la planta.

Para optimizar tiempo en la ejecución de las diferentes actividades que ergonómicamente no son apropiadas y no contribuyen a la eficiencia como en la productividad de la empresa, se debe enfatizar que el equipo con el que se cuenta es importante en el desempeño del trabajo. Sin embargo, es necesario mejorarlo para que se obtengan mejores condiciones de trabajo para que cumplan con ciertas normas establecidas como buenas prácticas, manejo adecuado de equipo, cuidado con líquidos tóxicos, entre otras, las cuales son recomendadas por la organización mundial de seguridad industrial para aportar

a la salud ocupacional beneficios con el fin de disminuir accidentes de trabajo, enfermedades, ausentismo, entre otros, por el riesgo que se corre en la ejecución de las distintas actividades.

Con el debido control del uso de los recursos se aportará beneficios a los trabajadores, quienes deben estar motivados para que tenga sentido de pertenencia, colaboración y trabaje eficientemente.

2.4. Levantamiento de información de mejoras

Después de obtener información sobre el consumo de los recursos de agua, energía, se deben encontrar objetivamente los puntos a mejorar, debido a que hay áreas donde realmente no se puede obtener mayor beneficios pero si existen potencialmente a través de varias áreas, donde realmente el ahorro va generar beneficios considerables.

Para obtener mejoras considerables se deben visualizar las actividades de optimización de los recursos por prioridad, a tal grado que se pueda ir ampliando el camino para que las que tengan mayor complejidad puedan ser implementadas de la mejor manera.

2.4.1. Opciones para mejorar el uso de los recursos

Para poder encaminar el programa a un ahorro de consumo es necesario tener claro las opciones y propuestas del programa e identificar objetivos, actividades a realizar, requerimientos técnicos o metodología y beneficios para realizar acciones que lleven a la optimización de agua, energía y materiales y materia prima en general.

Mejorar el uso y control de los recursos es una herramienta para poder llegar a obtener beneficios económicos y ambientales, el procedimiento para obtener opciones que tengan un resultado preciso en el ahorro de los recursos, se enumeran a continuación las más válidas y rentables para la empresa según el recurso a optimizar.

2.4.1.1. Opciones para optimizar agua

El procedimiento para mejorar en materia de consumo y ahorro de agua se basa en opciones que representan alternativas para realizar las operaciones de mejor forma y aprovechar el recurso de manera óptima.

- Opción 1

Reuso/recirculación del agua para lavado y prelavado del área de tanques, en equipos como pilas de reposo, banda lavadora, marmitas, por medio de modificación de la operación con equipo adecuado que permita recircular el agua por medio de tuberías para evitar que sea manual, ya que esto genera mayor consumo del líquido.

Objetivo

Reusar el agua de lavado de tanques en el prelavado y para la lavadora y disminuir el consumo de agua que viene directamente del pozo para la operación de prelavado, debido a que esta agua no necesita características especiales por ser una preoperación.

- Opción 2

Reducción en el consumo de agua en el lavado de tanques por medio de un sistema mecánico.

Objetivo

Reducir el tiempo de prelavado por medio de la sustitución del sistema actual manual y con agua a presión, por un sistema mecánico apto para remover por si solo con menos agua. Esto a la vez reducirá el consumo de agua en esta operación.

- Opción 3

Optimización del uso del agua en el mantenimiento, limpieza de áreas y equipo de la planta en todas las líneas de producción a través de buenas prácticas operativas, con la instalación de nuevo equipo y accesorios que mejoren el desempeño y disponibilidad del recurso.

Objetivo

Reducción en el consumo de agua en las actividades de limpieza de áreas y equipo, por medio del uso de pistola diseñadas e instaladas en cada salida de agua para disponer de mejor forma el líquido.

- Opción 4

Instalación de contadores de agua en las líneas de llenado para mezcla inicialmente debido a que son las líneas que consumen alto porcentaje de agua

y se pretende contabilizar el consumo real, y con esto determinar el ahorro que se generó desde la implementación de las propuestas.

Objetivo

Implementar un sistema de control para el consumo de agua en la planta por medio de la lectura constante de los contadores, para reducir el consumo de agua en general.

2.4.1.2. Opciones para optimizar energía

Las opciones que se describen son las que se deben de implementar para lograr optimizar el recurso de la energía.

- Opción 5

Identificación de fugas y tubería sin aislamiento en red de vapor, de toda la planta, esto con el fin de aprovechar al máximo el insumo y evitar al mismo tiempo condiciones inseguras que puedan ocasionar accidentes.

Objetivo

Aprovechar la energía calórica del vapor y reducir el consumo por el escape del vapor.

- Opción 6

Optimización del uso del aire comprimido en limpieza de todas las empacadoras de las líneas de producción, por medio de instalación de nuevos equipos y accesorio que generen la racionalización del recurso.

Objetivo

Optimización del uso de este servicio, reducir costos por consumo de energía eléctrica para la generación de aire comprimido debido al trabajo de sopleteo en la limpieza de los equipos y maquinaria.

- Opción 7

Optimización de la energía eléctrica por el uso de iluminación artificial en la planta, por medio del aumento de láminas transparentes para aprovechar la iluminación natural así como disminuir el calor que genera las lámparas.

Objetivo

Optimización de iluminación a través de iluminación artificial (lámparas) y natural (láminas transparentes) para reducir costos por consumo de energía eléctrica y carga de calor en la planta.

- Opción 8

Análisis de la demanda de aire comprimido, a través del cambio de compresor, por un estudio técnico que permita verificar los componentes de todo el sistema de aire comprimido.

Objetivo

Determinar la demanda de aire comprimido en toda la planta, para saber la entrega que requiere de aire por compresor y la cantidad en cfm que utilizan los equipos día a día.

2.4.2. Matriz de opciones prioritarias

Esta matriz, se basa en la facilidad de implementación de la opción a desarrollar, se clasifica de esta manera para llevar un orden cronológico de las actividades que se llevarán a cabo en cada una de las opciones.

La esquematización de la matriz es por medio de una enumeración de la siguiente manera:

- Prioridad 1: se identifica así por la facilidad que representa la opción en la implementación y porque su complejidad es de menor grado.
- Prioridad 2: representa un grado intermedio de complejidad y logística, esto quiere decir que la implementación lleva más tiempo de logística que de acción.
- Prioridad 3: alta complejidad, se clasifica así debido a que el desarrollo de la opción requiere nueva tecnología, la cual debe ser estudiada desde diferentes puntos de vista como económicos, operativos, tecnológicos, ambientales entre otros, para poder lograr un beneficio importante con la opción propuesta.

La matriz describe la opción a implementar sin importar el recurso, clasificación de prioridad, área de implementación y las personas involucradas en cada una de las opciones.

El seguimiento del programa con base en las opciones mencionadas se debe realizar según la clasificación de prioridad. Es decir, se empieza por la prioridad 1 y se sigue sucesivamente con las de prioridad 2 y 3, con el fin de implementar de manera rápida, ordenada y fácil las opciones para obtener los resultados esperados.

El criterio que se utilizó para realizar la matriz de prioridades es la determinación del tiempo en corto, mediano y largo plazo, con base en la opción que se va a ejecutar, es decir que el número de prioridad asignada determina la facilidad en costos, tiempo, logística, mantenimiento, recurso humano, investigación para implementar la opción propuesta.

La tabla VIII localiza las propuestas más viables para desarrollar el programa de ahorro energético, con el apoyo de los principios de producción más limpias, con el fin de beneficios operativos y ambientales que generen maximizar costos, tecnología, recurso humano y capital.

Tabla IX. **Matriz de prioridades**

OPCIÓN	PRIORIDAD	ÁREA DE IMPLEMENTACIÓN	PERSONAS INVOLUCRADAS
Optimización del agua y aire en el mantenimiento y limpieza de área y equipo de planta.	1	Todas las líneas y en el área donde se almacenan los desechos sólidos.	Todos los supervisores de línea.
Ahorro de electricidad por medio de iluminación natural.	1	Techo de toda la planta.	Mantenimiento y supervisores de Producción.
Mantenimiento de fugas y escapes de vapor.	1	Tuberías de vapor en todas las líneas.	Supervisores de mantenimiento.
Instalación de contadores de agua.	2	Inicialmente en papa, idealmente en todas las líneas.	Jefe de Mantenimiento y supervisor de la línea de jabón líquido y transparentes.
Reducción de uso de agua en prelavado por medio de un sistema de prelavado mecánico.	3	Tanques, tanques pulmón, envasado.	Jefe de Producción, encargado y supervisor de línea.

Fuente: elaboración propia, programa Word.

2.4.3. Descripción de propuestas de ahorro energético

Con las opciones anteriormente descritas en la tabla IX, se hace una propuesta sobre las actividades a seguir para la realización de cada una de ellas. Es aquí donde se recomienda la cronología de actividades para poder implementar las opciones de manera se obtenga los mejores resultados tanto con el recurso humano como material.

2.4.3.1. Agua

El vital líquido se utiliza insustituiblemente para producir en las líneas así como en servicios sanitarios, prácticas de limpieza, proceso de operación de las líneas de jabón líquido y cloros. Se describen a continuación las propuestas para implementar las opciones de optimización de recursos.

- Opción 1

Reuso/recirculación del agua para lavado en el área de tanques, para poder implementar esta opción se deben realizar las siguientes actividades:

- Estimar el consumo de agua en la operación de lavado y en la operación de prelavado: ya se realizaron mediciones *in situ* y estimaciones sobre el consumo en la operación de lavado y prelavado (tabla III).
- Caracterizar el agua de lavado: verificar si existen registros de análisis de la calidad del agua de lavado o realizar los análisis dentro o fuera de la empresa.
- Esquemmatizar el sistema de entrada y salida del agua en la máquina lavadora: la máquina lavadora cuenta básicamente con dos puntos de alimentación, en las bandas transportadoras y en los tanques de almacenamiento. Esta agua se recolectada en el tanque que está al nivel del suelo para posteriormente ser drenada. De igual forma en el tanque antes mencionado también se ingresa el agua que se utiliza para la limpieza de pisos y tanques de reposo, esta agua tiene otras características que el agua de lavado (color, cantidad de sólidos

visibles, entre otros). Se debe esquematizar las entradas y salidas de la máquina lavadora para establecer el agua que puede ser re usada en otras operaciones (prelavado).

- Opción 2

Reducción en el consumo de agua en prelavado por medio de un sistema de mecánico, se hace mención de los pasos a seguir para poder realizar esta opción.

- Estimar el consumo de agua en la operación de pre lavado, caudal en las mangueras usadas, tiempos de la operación (ya se realizaron mediciones *in situ* (tabla III).
- Definir el sistema mecánico de pre lavado (en proceso): inicialmente se ha pensado en un sistema de paletas que genere cierta turbulencia en la mezcla de lauril éter sulfato de sodio y agua.
- Pruebas piloto con la opción técnica diseñada.

- Opción 3

Optimización del uso del agua en el mantenimiento y limpieza de áreas y equipo de la planta. Las actividades necesarias para realizar esta opción se refieren a continuación:

- Recopilación de información acerca las áreas donde se tiene instaladas mangueras, se tiene referencia que en la línea de papa se cuentan con mangueras con pistolas.
- Compra e instalación de pistolas, definición de una metodología para el uso adecuado del equipo.
- Opción 4

Instalación de contadores de agua, esta opción requiere de las siguientes actividades para su realización:

- Evaluación de los puntos más adecuados para la instalación de los contadores, requerimientos técnicos: inicialmente se sugiere colocar contadores de agua en las líneas donde se da el mayor consumo de agua: jabón líquido, cloros y suavizantes. De igual forma se sugiere instalar un contador general para toda la planta.
- Opción 5

Recuperación de almidón de papa y clarificación del agua de lavado de papa para su re uso por medio de un sistema de centrifugación. Esta opción tiene como actividades para realizarse lo siguiente:

- Estimar el consumo de agua en la operación de lavado, tiempos de la operación (ya se realizaron mediciones *in situ* (tabla III).

2.4.3.2. Energía

Disminuir el costo por servicio de energía para disminuir el impacto que produce el excesivo consumo en la producción y el medio ambiente, es una herramienta para mejorar la disposición del recurso. Se presenta a continuación las propuestas para este recurso.

- Opción 6

Identificación de fugas y tubería sin aislamiento en red de vapor, las actividades principales para eliminar el consumo de energía por la pérdida de vapor en la red son las siguientes:

- Localización de puntos de fuga y tubería sin aislamiento por línea
- Coordinar el mantenimiento correctivo
- Visualizar por medio de mapas de localización el avance del mantenimiento.

- Opción 7

Optimización del uso del aire comprimido en limpieza. Para lograr este ahorro se debe seguir los pasos que se mencionan a continuación.

- Identificación de los puntos donde se requiere aire comprimido: ya se llevó a cabo una identificación de todos los puntos de alimentación de este servicio.
- Evaluar los puntos realmente necesarios de aire comprimido y la eliminación de los puntos que son usados para realizar prácticas de limpieza que no justifiquen su uso.

- Opción 8

Optimización de la energía eléctrica. Esta opción es muy importante debido a esto, el proceso para llegar a realizarla, se mencionan las actividades a realizar a continuación:

- Realizar un estudio de iluminación, por medio de medición de los luxes con los que se opera en toda las áreas de la planta, en diferentes horarios.
- Coordinar limpieza y cambio de tragaluces actuales en la planta.
- Rediseño del techo de la planta para usar más luz natural.
- Puntos de instalación de láminas transparentes.

2.5. Plan de Acción

De acuerdo a la matriz de prioridad (tabla IX), se debe tomar acción en las propuestas, de la manera más viable para elevar la probabilidad de éxito. El plan de acción se basa en las opciones según la prioridad sin importar el recurso a optimizar, porque son las que se pueden activar y ver resultados a corto plazo, sin dejar a un lado las opciones de prioridad 2 y 3 que se refieren solo en metodología y no en resultados concretos.

Las actividades planificadas se pueden realizar a través de la colaboración del personal encargado de las diferentes áreas involucradas. La efectividad del programa depende del seguimiento paso a paso y de sensibilizar sobre la importancia de ahorro del consumo de los recursos, así como de capacitar a jefes en el seguimiento de la metodología del programa en cada una de las propuestas.

2.5.1. Metodología para accionar cada propuesta

Este procedimiento se debe realizar a través de varios requerimientos técnicos, operativos y económicos. Para que la compleja modificación en la costumbre del consumo sea aceptada por toda la organización y en especial por el personal operativo.

Para que se logren cambios significativos al accionar cada propuesta de debe enfocar los esfuerzos a la colaboración del personal de planta cuando se realizasen pruebas piloto, ensayos, muestreos, entre otros, tomar en cuenta los comentarios de jefes de producción, supervisores, operarios, entre otros.

Básicamente de englobar toda la participación activa del recurso humano de la planta, para que el sistema de metodología de cada propuesta sea aceptado por todos, de manera que se logren los beneficios esperados.

A continuación se describe la metodología más viable para realizar el proyecto.

2.5.1.1. Agua

El propósito más importante de la metodología para optimizar el recurso de agua es, ahorrar el consumo en cada práctica operativa, en la que se dé uso del vital líquido dentro de la planta y sobre todo realizar pruebas y sensibilización con el personal operativo, para que capten el fin primordial que es la conservación del agua para preservar el medio ambiente.

A continuación se muestra la tabla X, en donde se desglosan las actividades que se deben realizar para ejecutar la optimización del recurso de agua con el fin de implementar las mejoras.

Tabla X. **Actividades a realizar para el recurso de agua**

OPCIÓN	PRIORIDAD	METODOLOGÍA
Optimización del agua en el mantenimiento y limpieza de área y equipo de planta.	1	-Esquematización de puntos de consumo de recursos y validar si son realmente funcionales. -Compra de pistolas y accesorios. -Pruebas piloto de introducción de las pistolas. -Implementación de controles de uso y mantenimiento del equipo. -Control de mantenimiento, uso y manejo del equipo. -Sensibilización.
Instalación de contadores de agua.	2	-Compra de contadores, se puede iniciar con las áreas prioridades de consumo de agua. -Implementación de controles de consumo de agua por área.
Re uso/circulación del agua para lavado y prelavado de los tanques de almacenamiento y mezcladores de jabón líquido, suavizantes y cloro.	3	-Instalación de contenedores para el almacenamiento del agua a recircular. -Uso de equipo de bombeo existente. -Modificación en la operación de prelavado. -Implementación de controles de operación relacionados con el consumo de agua. -Realización de pruebas piloto para definir el diseño del sistema de recirculación -Entrenamiento y sensibilización.
Reducción de uso de agua en prelavado por medio de un sistema de prelavado mecánico.	4	-Instalación de equipo nuevo para el sistema mecánico de prelavado. -Modificación de la operación de prelavado actual. -Entrenamiento y sensibilización.

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

2.5.1.2. Energía

Respecto a la energía se debe enfatizar que la metodología para realizar la optimización, es de manera simple pues con el cambio de prácticas, equipos, accesorios, entre otros, se puede lograr un ahorro considerable del consumo que será de beneficio para la empresa y para el medio ambiente. Como se muestra a continuación.

Tabla XI. **Actividades a realizar para el recurso de energía**

OPCIÓN	PRIORIDAD	METODOLOGÍA
Optimización de aire en el mantenimiento y limpieza de área y equipo de planta	1	Esquematzación de puntos de consumo de recursos y validar son realmente funcionales. Compra de pistolas y accesorios. Pruebas piloto de introducción de las pistolas. Implementación de controles de uso y mantenimiento del equipo. Control de implementación, uso y manejo de equipo. Sensibilización.
Ahorro de electricidad por medio de iluminación natural	1	Esquematzación de techo de la planta. Limpieza de tragaluces actual. Estudio de iluminación. Ampliación de láminas transparentes para aprovechamiento de la luz natural. Sensibilización.
Mantenimiento de fugas y escapes de vapor	1	Observación de las necesidades dentro de la tubería de vapor. Esquematzación de localización de fugas y sin aislante en la tubería. Mantenimiento correctivo. Sensibilización.

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

2.5.2. Sensibilización al personal sobre el ahorro energético

Aprender a consumir racionalmente es una labor muy minuciosa. Sin embargo, se puede lograr a través de la creación de conciencia, sobre la importancia del ahorro de los recursos, debido a que la degradación ambiental existente en el mundo altera el ciclo normal del ambiente. Para lograr que las personas colaboren en los programas de ahorro, se debe apoyar con una

sensibilización la cual tiene diferentes fases o etapas como: expectación, aquí se introducirá brevemente la importancia de los recursos naturales. Captación, esta fase permitirá visualizar los daños tan grandes que se ha provocado en el medio ambiente para poder lograr concientizar a las personas sobre los problemas tan latentes actuales. Participación, el fin de esta fase es divulgar que existen mecanismos o caminos para aportar a la conservación del planeta y explicar de qué manera se puede realizar.

Con la sensibilización se pretende que todas las partes involucradas en la optimización de los recursos, colaboren y se sientan integrados en el programa que hará un cambio personal y laboral significativo, apoyen todas las acciones para llegar a un beneficio común, satisfacción y motivación como trabajadores, mejorar condición y salud ocupacional así como ayudar a la conservación del medio ambiente.

2.6. Resultados

Las mejoras “mes a mes” son información importante para las personas tanto dentro como fuera de la empresa. Cualquier reducción en el consumo de energía, agua o materiales, supone beneficios para los empleados y clientes, para la comunidad y para el medio ambiente. Por lo tanto, se debe hacer pública la información de los avances, logros y mejoras ya que serán buenas noticias los ahorros en los costos, la reducción de residuos y las mejoras en las condiciones de seguridad e higiene.

Por medio de este programa se espera llegar a alcanzar resultados con beneficio económico, técnico, ambiental y operativo que se mencionan a continuación:

- Beneficios o resultados esperados

Agua

El agua es un recurso utilizado para la mayoría de actividades en la planta.

En general es optimizar el vital líquido y contribuir a la conservación del recurso por medio de un consumo racional para evitar el impacto negativo que genera la pérdida del agua en la calidad de vida del ser humano.

Con la implementación de las propuestas establecidas se desea obtener los siguientes beneficios que se detallan según las opciones diseñadas para mejorar el consumo del agua.

Tabla XII. **Resultados al implementar las opciones, para el recurso del agua**

OPCIÓN	PRIORIDAD	BENEFICIOS
Optimización del agua en el mantenimiento y limpieza de área y equipo de planta	1	<p>Reducción del consumo de agua.</p> <p>Reducción de volumen de agua residual a tratar.</p> <p>Reducción en costos de bombeo, tratamiento de agua fresca y tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Optimización de la operación de limpieza, mejores condiciones de trabajo.</p>
Instalación de contadores de agua	2	<p>Reducción de agua, se ha estimado que al implementar un sistema de consumo de agua (como la instalación de contadores), se puede llegar a reducir hasta un máximo de un 10 % del consumo.</p> <p>Reducción de volumen de agua residual a tratar.</p> <p>Reducción en costos de bombeo, tratamiento de agua fresca y tratamiento de aguas residuales.</p>
Reuso/recirculación del agua para lavado y prelavado de tanques	3	<p>Reducción del consumo de agua.</p> <p>Reducción del volumen de agua residual a tratar.</p> <p>Reducción en costos de bombeo, tratamiento de agua fresca y tratamiento de aguas residuales.</p>
Reducción de uso de agua en prelavado por medio de un sistema de prelavado mecánico semiautomático	33	<p>Reducción del consumo de agua.</p> <p>Reducción de volumen a tratar.</p> <p>Reducción en costos de bombeo, tratamiento de agua fresca y tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Optimización de la operación de prelavado, mejores condiciones de trabajo.</p>

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

- **Energía**

Al igual que el agua la energía es un medio necesario para la producción y operaciones administrativas. Sin embargo, el alto consumo de este se puede disminuir aplicando las propuestas mencionadas en la tabla XIII, las cuales al implementar tendrán beneficios como:

Tabla XIII. Resultados al implementar las opciones, para el recurso del energía

OPCIÓN	PRIORIDAD	BENEFICIOS
Optimización de aire en el mantenimiento y limpieza de área y equipo de planta	1	Reducción en los cambios de presión del sistema. Optimización en el consumo de aire comprimido, y en energía eléctrica. Prevención de contaminación de la atmósfera de trabajo en las líneas de producción.
Ahorro de electricidad por medio de iluminación natural	1	Disminución de consumo de luz artificial. Mejor desempeño laboral. Contribución a la preservación de recursos naturales que se consumen al generar electricidad. Disminución de gasto por consumo de energía eléctrica.
Mantenimiento de fugas y escapes de vapor	1	Reducción en los cambios de presión del sistema. Optimización en el consumo de aire comprimido, y en energía eléctrica. Prevención de accidentes y disminución de riesgos en las condiciones de trabajo en las líneas de producción.

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

En general, con estas propuestas se pretende promover el seguimiento del programa para mejorar continuamente el consumo de los recursos, para

optimizar los recursos y mejorar el desempeño del trabajo en las áreas administrativas y operativas.

Los reconocimientos y los incentivos que ayudan a motivar a los empleados para volver a comenzar otro período con renovado entusiasmo, puede ayudar a divulgar la importancia del programa para el mejoramiento ambiental, laboral y personal de manera que los resultados anteriormente mencionados sean cada vez más evidentes.

2.7. Procedimiento de mejora continua

El objetivo de mejora continua es liderar el proceso de transformación cultural, que estandarice: las prácticas operativas, los sistemas, los procesos y estructuras que lleven a la excelencia operativa y que consolide una nueva cultura de trabajo de: alta calidad, bajo costo y gente comprometida.

2.7.1. Plan de mejora continua

Estandarizar como armonizar todas las mejores prácticas operativas, sistemas, proceso de trabajo y estructuras para llevar a la empresa a un proceso de manufactura de clase mundial, que es consolidar una nueva cultura de negocio en alta calidad a bajo costo y con un gran compromiso humano y ambiental.

El plan de mejora continua se basa en condiciones que generen mejoras día a día, con esfuerzos para lograr el éxito y seguir buscando programas que concedan reconocimientos en diferentes niveles de la industria.

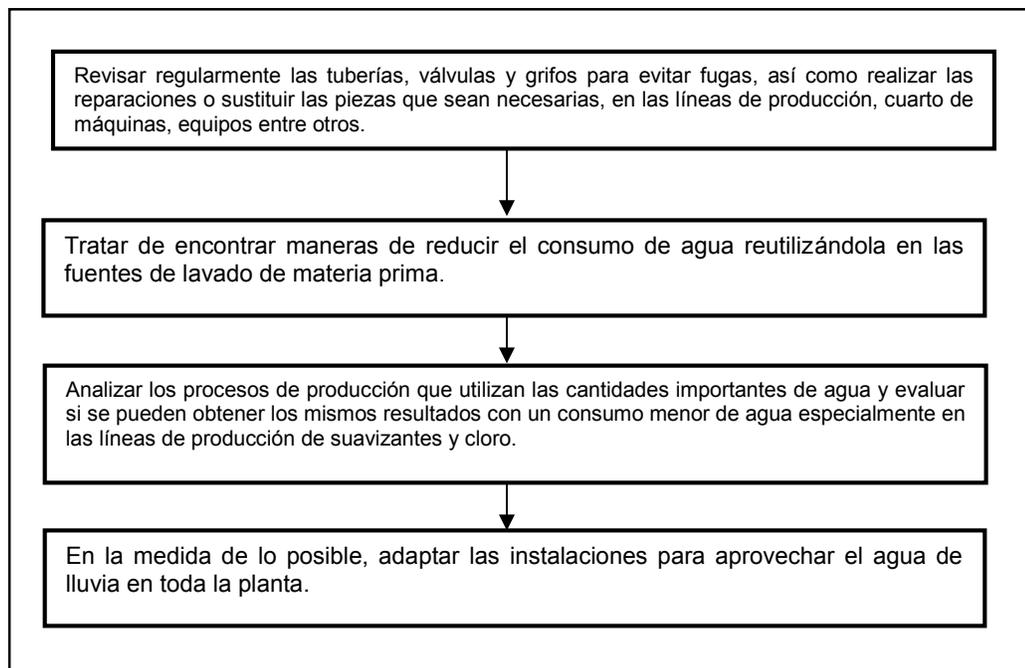
Estar consciente de cuáles son los problemas más importantes, tomar decisiones y hacer públicos sus logros en forma medioambiental y operativa es

el camino que se debe seguir para implementar acciones y mejorar continuamente.

2.7.1.1. Recurso agua

Para mejorar el desempeño de este recurso es necesario actuar operativa y administrativamente de manera continua bajo buenas prácticas operativas, controles, capacitación, entre otros, que conlleven a racionalizar cada vez más el agua. Se muestra a continuación el seguimiento de acciones para lograr optimizar el recurso.

Figura 23. **Diagrama de bloques para el procedimiento de mejora continua del agua**

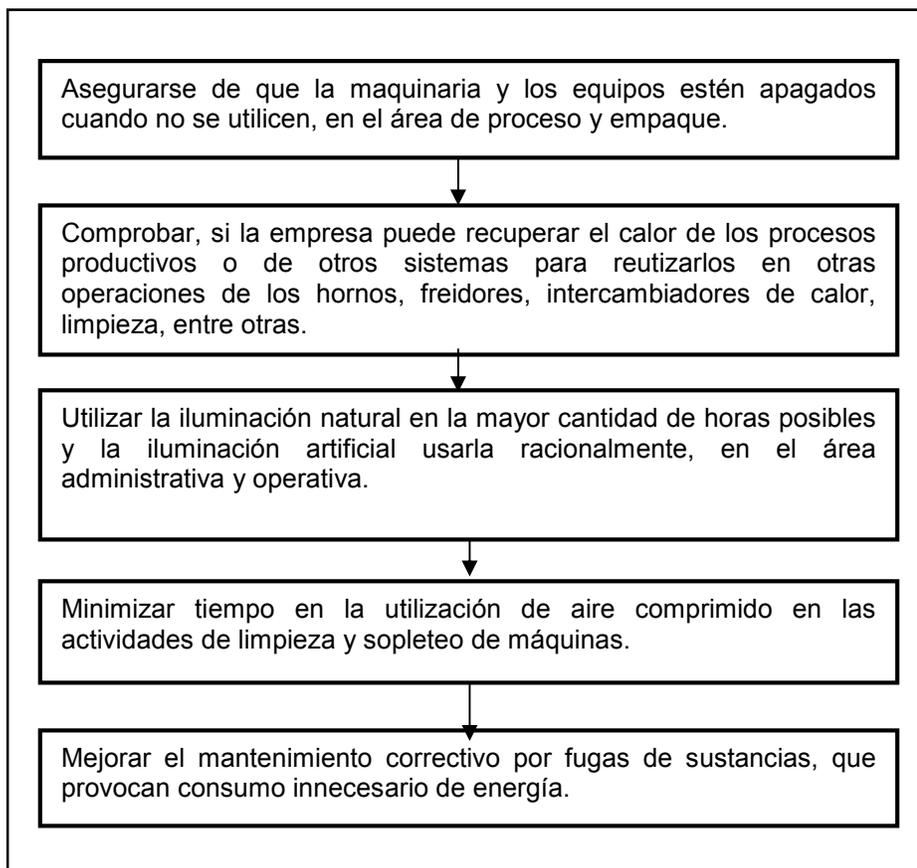


Fuente: elaboración propia, con programa Word.

2.7.1.2. Recurso energía

El desempeño en materia de energía tiene también importantes cambios continuos que se deben tomar en cuenta, para mejorar el desempeño del recurso así como mejorar las condiciones de trabajo. Las acciones para activar el mejoramiento continuo de la energía son:

Figura 24. **Diagrama de bloques para el procedimiento de mejora continua de energía**



Fuente: elaboración propia, con programa Word.

2.7.2. Beneficios ambientales con la implementación del proyecto

A nivel medio ambiental, el compromiso es disminuir el consumo de los recursos naturales y conservar el medio ambiente en general. Esto se logrará con el cambio de “costumbre de consumo” el cual se deben enfocar a controlar las aguas residuales, evitar generación de residuos que contaminen, disminuir emisiones a la atmósfera, reducir gastos excesivos y dirigir la producción hacia bienes y materiales más duraderos fácilmente reutilizables o reciclables, dirigir esfuerzos en ahorrar agua y buscar alternativas para el reuso, disminuir el consumo de electricidad y combustibles, con el fin de aportar grandes beneficios al medio ambiente para conservar su estado y que se mantenga en un balance natural propio de los ecosistemas nacionales para disminuir los desastres ecológicos, ambientales, forestales, entre otros., que actualmente existe por la deterioración ambiental.

Con las medidas preventivas apropiadas para la conservación del planeta se disminuirá la degradación ambiental existente que tiene como consecuencia: la deforestación, erosión del suelo, escases de agua, basureros clandestinos, proliferación de enfermedades, cambios climáticos, contaminación, incendios, lluvia ácida, extinción de fauna y flora, entre otras. Alteraciones ambientales que son causadas por el consumo desmedido que existe de los recursos naturales, debido a que se altera el ciclo normal del ambiente y conducen a cambios visiblemente grandes.

Aportar a la conservación del medio ambiente a través del consumo racional de los recursos en la vida cotidiana y laboral y de programas con fin de optimización, es el camino por el cual se debe enfocar todos los esfuerzos para lograr beneficios como:

- Aumento de cobertura forestal.
- Rescate de fuentes de agua.
- Favorecer a la protección y conservación de fauna y flora.
- Asegurar servicios ambientales a través del manejo racional y sostenible.
- Disminuir la contaminación (industrial, del agua, agropecuaria, atmosférica, entre otros).
- Fortalecer procesos productivos, a favor del medio ambiente.
- Disminuir índices de mortalidad y morbilidad.
- Ampliar el saneamiento básico.
- Crecimiento de especies.
- Reducción de cambios climáticos.
- Aumento de productividad en agricultura.
- Alternativas para reducir el impacto ambiental de desechos.
- Mejor aprovechamiento de materiales y materias primas.
- Aumento de productividad y eficiencia.
- Mejorar la calidad de vida personal y laboral.

Todo esto se puede alcanzar por medio de conciencia y actitud ciudadana para que todos participen en el consumo racional de los recursos. El reto principal es identificar nuevas oportunidades para mejorar y desarrollar estrategias creativas para optimizar los recursos limitados que ayuden a disminuir los efectos en el medio ambiente.

Alcanzar los objetivos del proyecto en optimización de recursos y mejorar el desempeño ambiental ante las necesidades de la empresa, para ejecutar de mejor manera los procesos y aportar a la preservación del planeta, es una estrategia que se reconoce, ya que a partir de esto se creará una mejora calidad de vida a nivel personal y laboral dentro de la empresa.

3. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1. Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo

Para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo será necesario establecer tres pilares fundamentales, los cuales consisten en el fortalecimiento del Departamento de Mantenimiento, metodología del mantenimiento preventivo y el mantenimiento preventivo a cada una de las máquinas y equipos.

3.1.1. Fortalecimiento del Departamento de Mantenimiento

Para crear un eficiente plan de trabajo, es necesario llevar a cabo una planificación de todos y cada uno de los aspectos a mejorar, así como las metodologías a implementar para que cualquier proyecto contemplado tenga éxito.

El mantenimiento por sí solo es difícil de manejar si no se tiene clara una visión de lo que se quiere lograr dentro del contexto global (el objetivo de la empresa); por lo que el Departamento de Mantenimiento debe estar relacionado con otras áreas, esto indica que debe existir una buena comunicación entre otros departamentos como: Gerencia, Producción, Compras, Contabilidad, Ventas, entre otros.

Cada uno de los departamentos mencionados juega un papel de suma importancia y por lo tanto, se debe estar en condiciones de las nuevas órdenes.

Para fortalecer un Departamento de Mantenimiento es necesario tomar medidas adecuadas con base en los objetivos de cada uno de los demás departamentos y que estos mismos contribuyan con los objetivos de la empresa, estas medidas se deben planificar y organizar en orden cronológico y así calcular la eficiencia del cumplimiento de estos planes.

3.1.1.1. Planeación estratégica del departamento

La planeación estratégica no es más que una herramienta administrativa que ayuda a orientar y encaminar los objetivos y metas, en el caso del Departamento de Mantenimiento, es necesario involucrar a todos los entes que participan en el mismo, para que se sientan comprometidos en la ejecución de esta planeación.

3.1.1.1.1. Misión

“Somos un departamento encargado de la manutención de las máquinas, equipos y sus distintos componentes, en condiciones óptimas, con el fin de sustentar el servicio para una producción fluida y continua al menor costo posible.”⁴

3.1.1.1.2. Visión

“Garantizar el mejor servicio posible, basados en las nuevas metodologías en función de la mejora continua y así poder prestar un servicio óptimo y sobre esta reducir los costos en mantenimiento a un plazo no mayor de 2 años.”⁵

⁴ NSCI, S. A.

⁵ *Ibíd.*

3.1.1.1.3. Análisis Foda

Fortalezas:

- Deseo de mejoramiento
- Apoyo de Alta Gerencia
- Personal de experiencia y conocimiento
- Herramientas adecuadas
- Algunos operarios conocen bien su equipo, solucionan fallas rutinarias

Oportunidades:

- Capacitación
- Nuevas metodologías
- *Outsourcing*
- Mejorar equipamiento
- *Empowerment*

Debilidades:

- Herramienta en mal estado
- Equipos muy antiguos
- Poca señalización
- Poca mantenimiento a las máquinas-herramientas
- Localización del departamento
- Poca planificación
- Falta de normas y lineamientos para el funcionamiento
- Escaso control del mantenimiento
- Falta de un adecuado *stock* de repuestos
- Falta de algunos equipos especiales

- Falta de documentación de mantenimiento (registro)
- Falta de coordinación
- Poco personal de mantenimiento

Amenazas:

- Negligencia de otros departamentos
- Asignación de escasos recursos
- Poca colaboración de otros departamentos
- Negligencia para el manejo de equipo y reporte de fallas

3.1.1.1.4. Tácticas y estrategias

Por si misma, la misión y la visión del departamento no se pueden llevar a cabo, es necesario contar con tácticas y estrategias que ayuden a solventar los distintos problemas que acontecen día a día. Estas orientan para lograr cada uno de los objetivos.

Tanto las tácticas como las estrategias guían a la mejora del departamento: estos planes a corto y largo plazo deben ser identificados y establecidos por el Departamento de Mantenimiento.

- Matriz Foda

Es una derivación del análisis Foda, que consiste en plantear estrategias y tácticas de una manera proactiva, cuya finalidad es asociar los aspectos internos con los externos y lograr una ventaja competitiva. Para realizar la matriz, es necesario asociar las oportunidades-fortalezas, amenazas-fortalezas, oportunidades-debilidades, amenazas-debilidades y así tomar medidas que

ayuden a alcanzar la misión y su visión exitosamente, dentro de un marco planificado. En la siguiente página se hace referencia a la construcción de la matriz Foda aplicada al departamento de mantenimiento en la empresa de NSCI, S. A.

Figura 25. Matriz Foda

	Fortalezas	Debilidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Deseo de mejoramiento. • Apoyo de Alta Gerencia. • Personal de experiencia y conocimiento. • Herramientas adecuadas. <p>Algunos operarios conocen bien su equipo, solucionan fallas rutinarias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Herramienta en mal estado. • Equipos muy antiguos. • Poca señalización. • Poca mantenimiento a las máquinas-herramientas. • Localización del departamento • Poca planificación. • Falta de normas y lineamientos. • Escaso control del mantenimiento • Falta de un adecuado <i>stock</i> de repuestos. • Falta de algunos equipos especiales. • Falta de documentación (Registro). • Falta de coordinación. • Poca personal de mantenimiento.
Oportunidades	<p>Se puede implementar programa de capacitación INTECAP. Se pueden mejorar lo método de mantenimiento como por ejemplo programas futuros para un TPM. Se puede subcontratar mantenimiento que internamente puede ser muy costoso. Se puede delegar a los trabajadores la autoridad de realizar mantenimiento cuando sea necesario.</p>	<p>Con las nuevas metodologías se puede crear planes para elaborar normas y lineamientos para el funcionamiento, así como una mejor planificación y crear planes de registro y control. Se pueden crear propuestas para equipamiento. Se puede subcontratar a empresas para realizar mantenimiento que dentro de la empresa sería muy costoso llevarlos a cabo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación • Nuevas metodologías • <i>Outsourcing</i> • Mejorar equipamiento • <i>Empowerment</i> 		
Amenazas	<p>Con un deseo de mejoramiento poder exponer a otros departamentos los planes y mejoramientos para que estos se involucren y cooperen con los nuevos planes, así como exponiendo las nuevas metodologías y los beneficios para la empresa llevando un control presupuestario.</p>	<p>Se debe contar con una adecuada planificación, tomando en cuenta el registro y control para que se mantenga la confiabilidad y necesidad de contar con un presupuesto adecuado. Al llevar un buena coordinación los demás departamentos se verán comprometidos a colaborar y a 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 un mejor estado de ánimo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Negligencia de otros departamentos • Asignación de escasos recursos • Poca colaboración de otros departamentos • Negligencia para el manejo de equipo y reporte. 		

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

- Herramientas básicas

Un Departamento de Mantenimiento debe contar con las herramientas básicas para laborar en el trabajo. Para llevar un control de cada una de estas, se le asignará a cada mecánico el juego de herramientas básicas para que este sea el encargado y responsable de sus herramientas.

Es necesario que el mecánico o el encargado, cuente con una caja de herramientas básicas, la cual debe contener: destornillador de castigadera y destornillador de estrella de varios tamaños, contar con un alicate de presión, pinzas, llaves de corona y cola, así como copas de las diferentes medidas, tanto milimétricas como en pulgadas, una linterna, juego de llaves Allen milimétricas y en pulgadas, así como toda herramienta mínima necesaria que se vaya solicitando para el mejor desempeño de sus labores.

Se debe destacar que mensualmente el mecánico u operario encargado de sus herramientas, presente un control y revisión de cada una de las mismas para evitar que se pierdan y determinar el estado de ellas. Al realizar esto, se logra que los encargados de las herramientas adquieran una cultura en donde prevalece el orden y el interés por mantener el buen estado de sus instrumentos de uso.

- Equipamiento

Para poder ejecutar un adecuado mantenimiento, es necesario que se cuente con el equipamiento necesario y en buen estado para tener éxito. Dentro del taller de mantenimiento se cuenta con varias máquinas y equipos (ver generalidades capítulo uno). Sin embargo, es necesario que a cada uno de

estos se les presente un plan de mantenimiento, el cual consista en mantener los equipos en buen estado cuando se les solicite.

Uno de los equipos del cual es necesario realizar un adecuado mantenimiento, es contar con una prensa hidráulica, esta ayudaría a montar cojinetes adecuadamente sin lastimar el componente, retirar rodos de los selladores de *doy pack*, montar *sprocket*, entre otros.

- Capacitación

El personal encargado del mantenimiento o en la administración del mismo debe ser capacitado para realizar y poner en prácticas las nuevas metodologías, que traen como consecuencia un mejor mantenimiento con enfoque económico razonable. Además, motiva al trabajador a aplicar los conocimientos adquiridos. Al finalizar la capacitación se debe contar con un control para evaluar el desempeño y los conocimientos adquiridos del capacitado.

Para las capacitaciones se recomiendan seminarios, conferencias y de aspecto técnico, en el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (Intecap), en la cual se debe contar con los cursos más recientes de interés para la empresa. Se recomienda que dentro del presupuesto anual, se tome en cuenta un cierto porcentaje para capacitaciones en función del mantenimiento.

- *Outsourcing*

Se debe contemplar que es necesario contar con un programa de subcontratación de mantenimiento para equipos, el cual sería muy costoso para la empresa realizar por diversos factores como la seguridad, en caso de que no

se cuente con las herramientas adecuadas para realizar dicho mantenimiento, por la poca experiencia o falta de conocimiento del mismo.

Se hace necesario mantener un listado actualizado de aquellas empresas potencialmente dispuestas a realizar este tipo de trabajo, mediante una llamada de emergencia y con asistencia oportuna para evitar pérdidas en producción.

- *Empowerment*

Para que el proceso de mantenimiento sea lo más rápido posible, es necesario delegar la autoridad para que tanto el operario como mecánico, tengan la capacidad de tomar decisiones basados en su experiencia y conocimiento, lo cual evitará se tenga que informar y recibir la orden de ejecutar lo que provocaría un retardo en la operación. Se debe destacar que para delegar a una persona de autoridad, es necesario que entre en un proceso por el cual la persona se capacite para poder realizar el trabajo. La persona que delega siempre debe tener claro que él conlleva la responsabilidad y no la puede delegar a sus subordinados.

3.2. Metodología para realización del mantenimiento preventivo

Una vez mejorado el Departamento de Mantenimiento, es necesario establecer las formas y los métodos adecuados para administrar el mantenimiento preventivo, estableciendo los formatos, hojas de paros, requisiciones, entre otros.

3.2.1. Hojas de paros

Las hojas de paros constituyen una de las herramientas más importantes para el mantenimiento preventivo, ya que proporciona información del comportamiento del equipo, tales como: cuánto tiempo ha prestado el servicio, quién opera la máquina, cuánto tiempo se ha perdido por fallas o por otros problemas. Otro beneficio de la hoja de paro es que proporciona información detallada para justificar la eficiencia de la línea y de esta manera tomar todas las medidas necesarias para solventar los distintos y posibles problemas que se presenten.

La hoja de paros es un formato que consta de un encabezado proporcionando información de la máquina, operario, fecha, número de serie entre otros. El cuerpo está dividido de tal manera que se pueda describir la información más precisa e importante como el tiempo del paro, el código, descripción y observaciones.

3.2.1.1. Tipos de paros

Existen dos tipos de paros: los paros programados o contemplados y los paros no programados. De una u otra manera estos son tiempos muertos en producción y repercuten en los costos.

3.2.1.2. Formato

Los paros programados o contemplados son todos aquellos tiempos muertos en producción que han sido planificados y que no se presenta de una manera inesperada como por ejemplo: el tiempo de refacción, reuniones, mantenimientos preventivos, entre otros.

Los paros no programados son todos aquellos tiempos que no se tienen contemplados y se generan de una manera inesperada, tanto por problemas del equipo o del operario como por otras áreas que hacen que el equipo esté en un estado ocioso.

Debido a la gran variedad de los tipos de paros que se dan en cada máquina, es necesario tomar en cuenta los más importantes dentro de cada máquina y codificarlos para simplificar el método de control. La codificación es independiente en cada máquina, con el objetivo de que a medida que se presenten distintos fallos, se puede agregar un código nuevo sin alterar la codificación en otros equipos.

Los operarios deben conocer y familiarizarse con cada uno de los códigos presentes y recopilar toda la información respecto a tiempos muertos de una manera veraz, para que se cuente con información confiable para el programa de mantenimiento y así tomar las medidas acertadas.

Al contar ya con la información recolectada, se podrá tomar medidas que ayuden a mejorar el programa de mantenimiento preventivo, fortaleciendo el sistema y continuamente retroalimentando. A continuación se presenta los distintos tipos de paros con sus códigos (tablas XIV y XV) y el formato de la hoja de paros propuesto (figura 26).

Tabla XIV. Reporte de paros (tanques, llenadora de tubos, llenadoras neumáticas)

	Tiempos contemplados	Código		Fallas eléctricas	Código		Fallas Mecánica	Código
1	Refacción	TC 1	1	Falta de energía eléctrica	FE 1	1	Lubricación	FM 1
2	Almuerzo	TC 2	2	Corto circuito	FE 2	2	Ajuste de piezas	FM 2
3	Mantenimiento	TC 3	3	Horómetro	FE 3	3	Acople	FM 3
6	Lubricación	TC 6	4	Termómetro	FE 4	4	Caja reductora	FM 4
7	Reuniones	TC 7	5	Cables eléctricos	FE 5	6	Elevador	FM 6
8	Preparación de máquina	TC 8	6	Motor eléctrico	FE 6	7	Faja	FM 7
			7	Sensores	FE 7	8	Chumacera	FM 8
			8	Falla eléctrica	FE 8	9	Cadena	FM 9
			9	Contador	FE 9	10	Tensor	FM 10
			10	Tablero principal	FE 10	11	Tornillo sin fin	F 11
						12	Conductos	FM 12
	Por Producción	Código		Falla neumática	Código	13	Rodillo	FM 13
1	Falta de personal	PP 1	1	Cilindro neumático	FN 1	14	Cojinete	FM14
2	Producto acumulado	PP 2	2	Electro-válvulas	FN 2	15	Sistema hidráulico	FM 15
3	Falta de materia prima	PP 3	3	Pulsadores	FN 3	16	Polea	FM 16
4	Falta de tarima	PP 4	4	Mangueras neumáticas	FN 4	17	Codo rotario	FM 17
5	Falta de producto	PP 5	5	Falta de aire comprimido	FN 5	18	Retenedor	FM 18

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

Tabla XV. Reportes de paros (envasadora)

	Tiempos contemplados	Código		Fallas eléctricas	Código		Fallas Mecánica	Código
1	Refacción	TC 1	1	Sello vertical malo	FE 1	1	Lubricación	FM 1
2	Almuerzo	TC 2	2	Sello horizontal malo	FE 2	2	Ajuste de piezas	FM 2
3	Mantenimiento preventivo	TC 3	3	Traslape malo	FE 3	3	Cortadora	FM 3
4	Cambio de bobina	TC 4	4	Bobina defectuosa	FE 4	4	Caja reductora	FM 4
5	Limpieza de mordaza	TC 5	5	Mal sellado	FE 5	5	Tiempo de caída	FM 5
6	Lubricación	TC 6	6	Producto defectuoso	FE 6	6	Leva	FM 6
7	Reuniones	TC 7			FE 7	7	Faja	FM 7
8	Preparación de máquina	TC 8			FE 8	8	Chumacera	FM 8
	Por Producción	Código		Fallas Eléctricas	FE 9	9	Cadena	FM 9
1	Falta de personal	PP 1	1	Falla de energía eléctrica	FE 10	10	Tensor	F 10
2	Producto acumulado	PP 2	2	Corto circuito (empalme)		11	Sierra (desgaste)	FM 11
3	Falta de materia prima	PP 3	3	Pirómetros		12	Sierra (ruptura)	FM 12
4	Falta de tarima	PP 4	4	Termo-copla			Falla neumática	Código
5	Falta de producto	PP 5	5	Resistencia	Código	1	Cilindro neumático	FN 1
			6	Cables eléctricos	FN 1	2	Electro-válvulas	FN 2
			7	Motor eléctrico	FN 2	3	Pulsadores	FN 3
			8	Sensores/microswitch	FN 3	4	Mangueras neumáticas	FN 4
			9	Ionizador	FN 4	5	Falta de aire comprimido	FN 5
			10	Contactador	FN 5			

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

3.2.2. Hoja de reporte

La hoja de reporte proporciona información importante para el analista del sistema de mantenimiento preventivo, ya que presenta información exclusiva por alguna falla o inconsistencia y esta advierte al personal de mantenimiento que es necesario realizar un mantenimiento dependiendo las características del problema.

Al contar con una hoja de reporte, se llevará un mayor control sobre la atención que el operario y el mecánico le atribuye a la máquina, a través de este reporte se tendrá constancia de que el operario reportó algún problema y que inmediatamente se proporcionó la mayor información posible al mecánico.

Cuando se genera un problema en la máquina, el operario o mecánico debe reportar este problema a producción y producción informará al Departamento de Mantenimiento, para que tome las medidas necesarias.

A continuación se presenta el formato propuesto de la hoja de reporte.

Figura 27. Formato de hoja de reporte

		<h2>HOJA DE REPORTE</h2>	
		Reporte núm.	
Máquina /Código		Fecha:	
Sistema: Mecánico <input type="radio"/> Eléctrico <input type="radio"/> Neumático <input type="radio"/> Otros		Hora:	
		Operario/Mecánico:	
Reporte			
Estado del Proceso			
Activo <input type="radio"/>			
Inactivo <input type="radio"/>			
Medida Tomada			
Correctiva <input type="radio"/> Preventiva <input type="radio"/> Reporte <input type="radio"/>	Posibles Causas		

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

Es importante tomar en cuenta las medidas realizadas por la persona que reporta, ya que esta misma puede prevenir que el problema continúe cuando la persona realice el reporte, es necesario que contribuya a localizar las posibles fallas para que el mecánico adquiera la mayor cantidad de información posible y al mismo tiempo colabore a solucionar el problema.

3.2.3. Requisiciones

Las requisiciones realizadas o generadas específicamente para mantenimiento, ayudarán a tener un mejor control de los gastos que se generan al momento de contar con un mantenimiento preventivo. Dentro de los gastos más comunes, se encuentran: repuestos, lubricantes y grasas, materiales, papelería y útiles, accesorios electrónicos, entre otros.

Al contar con un registro de las requisiciones se podrá llevar un detallado control presupuestario y así tomar medidas correctivas o preventivas según lo planificado.

A medida que se va generando la información se podrá estratificar los gastos por máquinas de una manera más detallada, lo cual contribuye a reforzar aquellos equipos que generan un mayor costo, al que se le debe prestar una mayor atención.

Las requisiciones deben ser llenadas detalladamente, de tal manera que se adquiera la mayor información posible; el procedimiento a seguir para la adquisición de algún repuesto o herramienta, debe ser el siguiente: el personal de mantenimiento debe solicitar a través de una hoja de requisición los repuestos o herramientas, justificando y describiendo con letra legible y molde cada una de ellas, se debe de anotar específicamente el número de repuesto

para así contar con un adecuado *stock* de repuestos, en caso de que no se conozca el código del repuesto llevar muestra.

Se entrega el documento al supervisor de la planta, este a su vez lo lleva a compras para su cotización, se envía a la administración para que haga las gestiones convenientes y la aprobación o rechazo del mismo.

Se procede a entregar al Departamento de Compras, para enviar al comprador, es necesario que solicite el código de repuesto al proveedor al hacer efectiva la compra, anotándolo en el lado adverso de la requisición o en algún documento ajeno, debe cerciorarse que el repuesto esté en buenas condiciones y cumpla con las necesidades requeridas. Realizada la compra, se debe entregar el repuesto al Departamento de Mantenimiento, donde se registrará el código y se cerciorará de que el repuesto sea el adecuado.

Se debe anotar en una hoja de repuestos de cada equipo, el código, la descripción del mismo y se llevará el registro para *stock* de repuestos. En la figura 28 se observa el formato de requisiciones propuesto.

Figura 28. Formato de requisición

		NSCI, S. A.		REQUISICIÓN No.	
Mantenimiento: Preventivo <input type="radio"/> Correctivo: <input type="radio"/> Otro: <input type="radio"/> DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
Sistema: Mecánico <input type="radio"/> Eléctrico: <input type="radio"/> Neumático: <input type="radio"/> Fabricación <input type="radio"/>					
Requerido por: _____				FIRMA Y SELLO	
Fecha /Hora: _____					
Proveedor: _____ Teléfono: _____					
FECHA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	REPUESTO No.	CANTIDAD	

Autorizado: _____ Recibido conforme: _____

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

3.2.4. Grado de eficiencia de las máquinas

Ya registrados los datos de los paros, se puede proceder a calcular tanto la eficiencia de la línea de producción como la eficiencia de cada una de las máquinas. Para lograr esto, las dimensionales del tiempo de trabajo, están en minutos, evitando la mayoría de veces utilizar los números decimales.

Disponibilidad (A): indica el porcentaje de tiempo realmente utilizado. A través de las hojas de paro se puede determinar el tiempo muerto no planeado y de esta manera calcular la disponibilidad del equipo.

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

Velocidad (S): consiste en el porcentaje de eficiencia de producción de la máquina. La velocidad de producción de una máquina puede variar por sufrimiento de desgaste del equipo, falta de mantenimiento, etc.

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

Calidad (Q): representa la eficiencia del equipo o máquina con respecto a la calidad o aceptación del producto que genera, ya que por problemas en el equipo, muchas veces el producto sale defectuoso.

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

Para obtener la eficiencia global del equipo (OEE) es necesario realizar el siguiente cálculo:

$$OEE = A \times S \times Q \times 100 \%$$

OEE: eficiencia global del equipo

A: disponibilidad

S: velocidad

Q: calidad

El objetivo de contar con una eficiencia global, consiste en involucrar varios indicadores y factores como: la calidad del producto, velocidad, entre otras, de lo contrario no se verían reflejadas las mejoras por un constante mantenimiento preventivo.

Es necesario calcular la eficiencia de toda la línea de producción, de tal manera que existan varios indicadores para ser analizados y comparados, con el objetivo de adquirir la mayor información posible y así tomar medidas idóneas. A continuación se presenta otra manera de calcular la disponibilidad o eficiencia de la línea:

$$\text{Ef línea} = \frac{\text{Cantidad real de producción}}{\text{Cantidad planeada de producción}}$$

Ef línea: eficiencia de la línea.

$$\text{Ef máquina} = \frac{\text{Tre}}{\text{Tre} + \text{Tfe}} \times 100\%$$

Ef máquina: eficiencia de la máquina

Tre: tiempo real del equipo

Tem: tiempo efectivo de la máquina

Tfe: tiempo por fallas en el equipo

- Interpretación de los datos

Ya obtenida la eficiencia de cada máquina y de la línea, se procede a determinar la causa de dichos problemas para plantear las soluciones y el mejoramiento del mantenimiento preventivo de la máquina; esta puede ser mejorando la rutina de mantenimiento, contemplar otros componentes que no se tomaron en cuenta, mejorar la frecuencia de mantenimiento, lubricantes o repuestos adecuados, dependiendo del origen del problema se podrá determinar la causa y tomar medidas preventivas.

Es de suma facilidad comprender que a medida que se realice el mantenimiento en cada equipo, la calidad del producto irá incrementándose (interpretar OEE).

Lo que se quiere lograr es que la eficiencia global se encuentre lo más cercano al 100 % con un costo equilibrado. Después de la implementación del mantenimiento preventivo, los indicadores proporcionarán información sobre la eficiencia de dicho mantenimiento, comparando estos datos, con información anterior a su implementación y determinando qué tanto ha repercutido en los costos.

3.2.5. Técnicas de solución de problemas

La recolección de datos y la calidad de estos repercuten definitivamente en el éxito de un programa de mantenimiento preventivo, no basta conocer únicamente los problemas que se presentan en cada una de las máquinas, sino es necesario realizar un análisis meticuloso para determinar la prioridad de los problemas, determinar sus causas y acoplar a un programa de mantenimiento sin repercutir en otras actividades. Existen diversas maneras para determinar la

causa de un problema y dar soluciones, es necesario dar a conocer las herramientas administrativas para facilitar la localización de la causa.

Al momento de realizar un estudio del problema es necesario contar con un equipo de trabajo (mente maestra), que se involucre para generar ideas y generar posibilidades de solución. Se deben realizar reuniones periódicas tanto para el Departamento de Mantenimiento como otros departamentos para dar remedio a los distintos inconvenientes.

A continuación se presentan algunos pasos que pueden ayudar a contar con un eficiente mantenimiento preventivo:

- Con base en los datos recolectados en la hoja de paros, realizar un estudio general adquiriendo información del operario o personal involucrado.
- Localizar en registros anteriores la presencia del problema.
- Realizar un análisis de Pareto.
- Basados en el análisis de Pareto proceder a realizar un Diagrama de Ishikawa iniciando con una lluvia de ideas (mente maestra).
- Ya localizada la causa principal, se procede a través de la lluvia de ideas determinar las posibilidades de solución.
- Basados en las posibles soluciones del equipo de trabajo, seleccionar la principal y preservar la de segunda prioridad (costo de oportunidad).
- Se lleva a puesta en marcha las actividades establecidas por el grupo de trabajo.
- Se determina si el problema se solucionó, de lo contrario iniciar nuevamente el proceso como un ciclo continuo.
- Se procede a archivar un resumen ejecutivo tanto en el historial de la máquina como a Alta Gerencia, dando a conocer todas las actividades

ejecutadas en la reunión, problemas, costos, causas, soluciones y actividades realizadas.

3.2.5.1. Análisis de Pareto

Este análisis ayuda a seleccionar el problema que es más conveniente atacar y se puede representar a través de una gráfica la importancia del mismo. Con esta información se tiene la falla principal presente. El análisis de Pareto indica que una pequeña proporción de los problemas, generan el mayor porcentaje de falla.

Al momento de ejecutar el plan de acción en la empresa NSCI, S. A., toda la información registrada en la hoja de paros para cada una de las máquinas, se procederá a realizar un análisis de Pareto a cada una de ellas, determinando la prioridad del mismo.

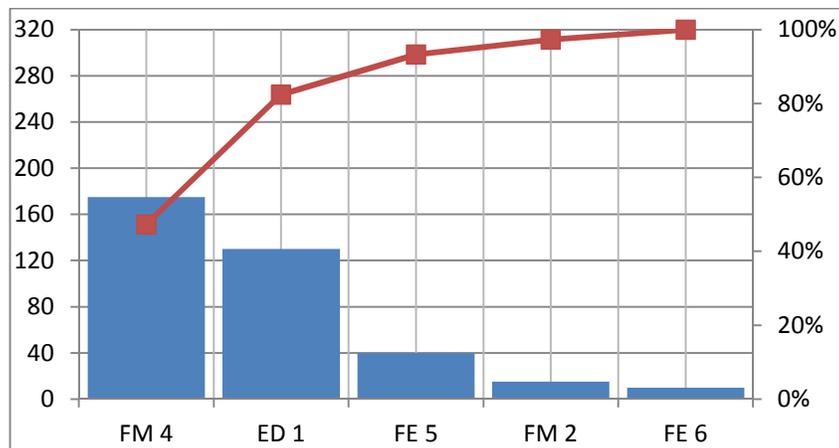
Para realizar el análisis de Pareto es necesario estratificar los diversos problemas tanto por máquina como por el período de tiempo a analizar. Es necesario efectuar los siguientes cálculos con base en la hoja de paros como a continuación se presenta:

- Se debe estratificar en un período de tiempo, por cuestiones de la empresa y otros factores, se recomienda realizar este mensualmente.
- Se debe agrupar por el tipo de paro, con su respectivo tiempo de paro.
- Se realiza una suma algebraica de todos los tiempos por cada paro, para determinar el tiempo total en minutos que el equipo o máquina interrumpió por ese paro.
- Se deben tomar en cuenta las descripciones y observaciones ya que de esta manera es más confiable el análisis.

- Se ordena los paros de mayor tiempo a menor.
- Se calcula el total de tiempo que el equipo paró en el mes sin importar el tipo de paro.
- Se divide el tiempo de cada paro por el tiempo total, con la finalidad de calcular el porcentaje representativo por cada paro del total del tiempo parado.
- Con base en los porcentajes, se procede a calcular el porcentaje acumulado.
- A través de una gráfica de barras verticales se representan cada uno de los paros, en donde la base representa el tipo de paro y la altura, el tiempo del paro y su porcentaje acumulado en el eje vertical derecho.

En la figura 29 se presenta un ejemplo del sistema del diagrama de Pareto aplicado a una envasadora.

Figura 29. **Diagrama de Pareto**



Fuente: NSCI, S. A.

En la figura 29 se presentan 5 problemas (ver reporte de paros de envasadora), cada uno representa el 1/5 del total del problema equivalente al 20 %. Se graficó de mayor tiempo a menor. En el eje vertical izquierdo se representa el tiempo total en minutos por cada paro y en eje vertical derecho el porcentaje acumulado de cada problema.

La línea discontinua representa que el 80 % de las fallas, se deben a un 28 % de los problemas, se deben tomar todos los problemas que se presenten del lado izquierdo de la línea discontinua vertical (FM 4, DE 1), este análisis ayuda a determinar que tanto el problema de la caja reductora como el sello vertical malo generan aproximadamente el 80 % de todas las fallas.

Este análisis debe presentarse mensualmente para determinar cuáles son los problemas de mayor relevancia y así proceder a determinar la causa principal. El análisis de Pareto se puede estratificar para determinar los principales problemas dentro de un subequipo.

3.2.5.2. Diagrama de Ishikawa

Conocido como diagrama de causa-efecto, diagrama de pescado o simplemente DI, es un método gráfico que ayuda a determinar la causa principal de un problema, esta herramienta se puede utilizar en diversos campos y el Departamento de Mantenimiento no es una excepción.

La utilización del diagrama de Ishikawa es de suma importancia para el éxito del mantenimiento preventivo ya que determinar la raíz del problema, su aplicación en el manejo del mantenimiento preventivo dentro de la Empresa NSCI, S. A., debe ser la siguiente:

- Una vez determinado el problema principal, con el grupo de trabajo (Mente Maestra) se procede a realizar la lluvia o tormenta de ideas de pensamiento creativo, sin restricción y que aporten libremente todos los pensamientos.
- Cada uno de los miembros del equipo debe realizar una lista de todas las posibles causas del problema de tal manera que todos se involucren y participen.
- Se turnan las ideas y se presenta visualmente. Ninguna idea debe considerarse como absurda ya que la crítica y la anticipación de juicios provocan barreras para la creatividad del grupo (se permite la comunicación o diálogo para dar alguna aclaración).
- Se procede a discutir y agotar todas las ideas en grupo y se debe anotar las ideas básicas.
- Se da la discusión abierta y respetuosa centrándose en las causas principales argumentando a favor y no rechazando opciones.
- A continuación se priorizan todas las ideas al cual se le presentó mayor interés y se pueden ponderar a través de votaciones y así eliminar las ideas que recibieron poca consideración.
- Si el objetivo es solo localizar la causa principal finaliza la sesión, de lo contrario se prosigue a determinar las herramientas, métodos y medios para eliminar o minimizar la causa del problema.

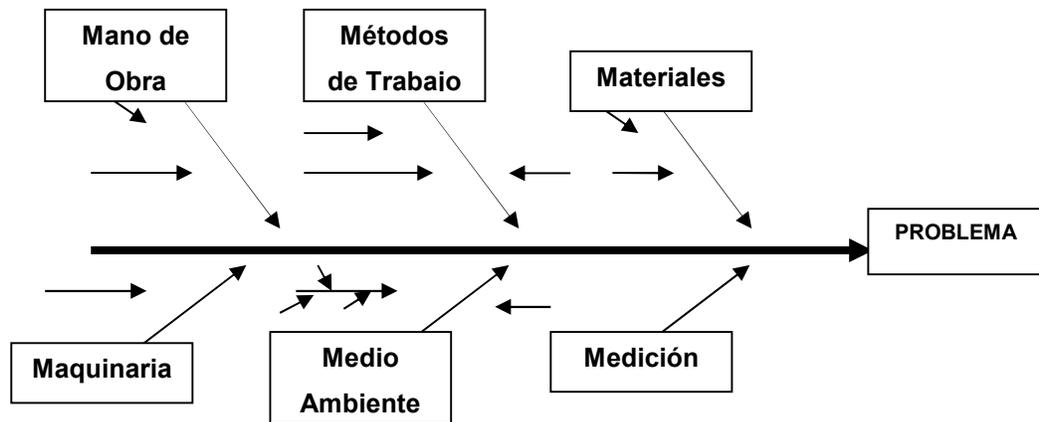
Causas principales que deben discutirse (Método 6M) para un eficiente programa de mantenimiento preventivo o en cualquier otro análisis: mano de obra, máquinas o equipos, métodos, materiales, mediciones o inspección y medio ambiente.

A continuación se desglosa cada una de las causas principales, se debe recalcar que estas son algunas de las causas principales. Sin embargo, el grupo de trabajo debe generar mayores ideas dependiendo del problema:

- Mano de obra: tomar en cuenta a los operarios de la máquina, mecánicos, conocimientos, habilidad y capacidad.
- Máquinas: ajustes, mantenimiento, desgastes, repuestos, modificaciones, instalaciones, entre otros.
- Métodos: estandarización, rutinas de mantenimiento, ordenes de trabajo, formatos, planificación, entre otros.
- Materiales: repuestos, proveedores, calidad del producto adquirido, entre otros.
- Mediciones: disponibilidad, comprobaciones, entre otros.
- Medio ambiente: temperatura de trabajo, limpieza, orden, entre otros.

En la figura 30 se da a conocer el esquema de un diagrama de Ishikawa.

Figura 30. Esquema básico de un tipo de diagrama de Ishikawa



Fuentes: GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 166.

3.2.5.3. Diagrama de Gantt

Lo planificado con los métodos anteriormente señalados, son de suma importancia para determinar que mejoras se deben de efectuar. El Diagrama de Gantt consiste en poner en orden cronológico las actividades y en marcha lo planificado, esta herramienta ayuda a evitar conflictos con otros departamentos y con los mantenimientos programados en función del tiempo de ejecución. Las actividades establecidas se deben colocar al lado izquierdo y el calendario o fecha de ejecución del lado derecho, con la finalidad de establecer cuándo inicia dicha actividad, su duración y cuando terminar, se puede detectar holguras o espacios que no han sido utilizados.

Se debe contar con un cronograma general de las actividades, para poder realizar este análisis y concluir cuándo se debe ejecutar.

3.2.6. Historial de mantenimiento

A través de un historial de mantenimiento se podrá determinar con detalles las modificaciones, cambios, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y los tiempos muertos generados por cada uno de estos en el transcurso del tiempo.

Asimismo se podrá contar con la información necesaria para solucionar problemas en el futuro y ayudará a tomar mejores decisiones y no cometer los mismos errores que se realizaron en el pasado.

El historial proporciona un conjunto de información que está sumamente relacionada al paro o al problema; dentro de estos se cuenta con el número de serie de la hoja de paro en producción, la hoja de paro que indica este problema, las causas potenciales, repuestos utilizados y las medidas de acción tomadas.

A través de esta hoja se podrá ir retroalimentando el *stock* de repuestos, ajustándolo cada vez más a la realidad y realizando de una mejor manera el presupuesto del departamento y reducir los costos.

Es necesario contar con un formato para cada una de las máquinas e ir almacenándolas en archivos para tener un fácil acceso. También es de suma importancia destacar al personal encargado, de anotar que la información sea la más detallada posible.

A través de la información adquirida se puede diseñar graficas (histograma) que pueden ir proporcionando las variaciones de las fallas, costos, materiales utilizados, entre otras.

Figura 31. **Historial de mantenimiento para envasadora parte I, E-1**

Núm.	FECHA	OPERARIO	MECÁNICO	CÓDIGO MÁQUINA	REPORTE	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	HRS. PERDIDAS (Producción)
1								
2								
3								
4								
5								
6								

Fuente: Departamento de Mantenimiento NSCI, S. A.

Figura 32. **Historial de mantenimiento para envasadora, parte II, E-1**

Núm.	CAUSAS POTENCIALES	CAUSA PRINCIPAL	RESPUESTOS UTILIZADOS (CÓDIGO)	MEDIDAS DE SOLUCIÓN (CORRECTIVO Y PREVENTIVO)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Fuente: Departamento de Mantenimiento NSCI, S. A.

A través de una gráfica se puede representar los datos del histograma con el objetivo de observar el desempeño del proceso y el impacto de una acción de mejora, en el proceso del mantenimiento preventivo (ver figuras 31 y 32).

3.2.7. Ficha técnica

Con el objetivo de contar con toda la información necesaria de un equipo o maquinaria en particular, para elaborar un programa sistemático de mantenimiento preventivo, es necesario recurrir a la denominada “ficha técnica” que colabora con el Departamento con datos que difícilmente variarán y que son características que se deben tomar en cuenta para tener un fácil acceso a la información.

A medida que transcurra el tiempo es recomendable que se elaboren fichas técnicas a los equipos nuevos para contar con información relevante, como: la fecha de instalación, la persona encargada de instalar el equipo, información de los proveedores, entre otros.

La ficha técnica no va dirigida únicamente al equipo o maquinaria en general, sino que puede ser más detallada aplicando a los subequipos y rigiéndose por el código de cada uno de estos.

El formato está dividido por el encabezado que identifica la máquina, la persona que lo elaboró y la fecha de elaboración (ver figura 23). El área para la imagen del equipo, para tener un simple reconocimiento. Las características donde se proporciona la información del equipo. Datos de los proveedores y algunas descripciones o notas que se llevaron a cabo en el transcurso del tiempo.

Figura 33. Esquema básico de la ficha técnica

 <p>NSCI, S. A.</p>	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
	FICHA TÉCNICA
	FICHA
	EQUIPO
	ANALISTA
<p>IMAGEN</p>	<p>Fecha de Fabricación: Fecha de Instalación:</p> <p>DATOS PROVEEDORES:</p> <p>Fabricante</p> <p>Proveedor:</p> <p>Dirección:</p> <p>Teléfonos E-Mail Fax</p>
	<p>CARACTERÍSTICA DATOS</p> <p>Descripción</p> <p>Características</p> <p>Notas</p>

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

A medida que se vayan adquiriendo nuevos equipos a la planta de producción, se deben de ir creando nuevas fichas técnicas tratando de adquirir la mayor información posible del equipo, ya que a futuro se ahorrará tiempo y dinero al contar con este documento en mano.

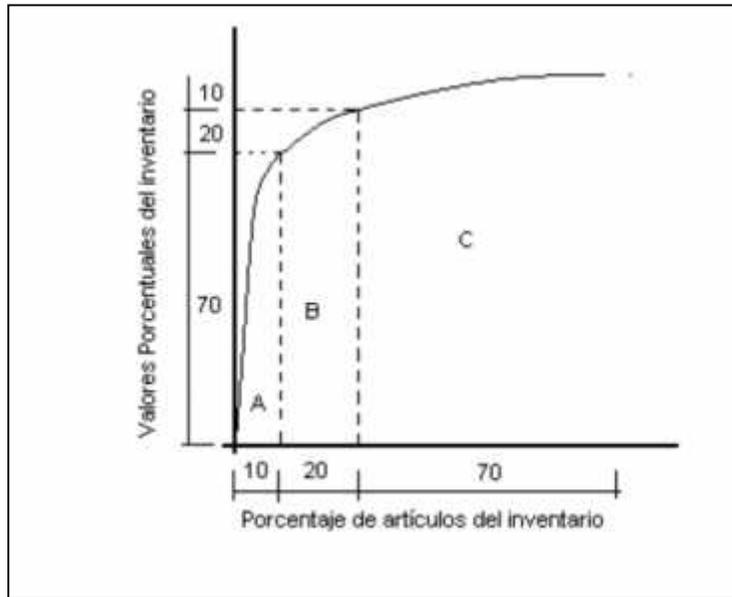
La ficha técnica debe ser actualizada en el momento de alguna modificación o cambio especial realizado al mismo, a medida que se van recolectando información como repuestos y otras partes relevantes.

3.2.8. Stock de repuestos

Mantener un *stock* de repuestos es de suma importancia para lograr un eficiente mantenimiento preventivo ya que de esta manera se podrán reducir los costos por los tiempos muertos en la máquina. Sin embargo, se destaca que un alto nivel de inventario puede elevar considerablemente los costos ya que es un capital inmóvil y se requiere de una alta inversión.

Para contar con un inventario menos costosa puede lograrse con un análisis ABC. El análisis ABC está basado en la ley de Pareto, que indica que los artículos de mayor importancia solo proporciona una pequeño porcentaje del número total de artículos de dicho grupo.

Figura 34. **Gráfica porcentual del valor de inventario**



Fuente: inventarios Departamento de Mantenimiento, NSCI, S. A.

Como se puede observar en la figura 34, el área A representa solo el 10 % de artículos del inventario. Sin embargo, representa un 70 % de valor en Quetzales proporcionales del inventario, para este tipo de repuestos se debe llevar un mayor control. El área B que indica un 20 % del porcentaje de artículos, representa un 20 % del valor en quetzales del inventario, este no requiere de un excesivo control.

El área C representa el 70 % de los artículos en el inventario. Sin embargo, un 10 % en el costo del mismo lo que indica que este tipo de refacciones conlleva un menos control que para el caso B.

A medida que se adquiera la información en los distintos reportes, se podrá contar con un adecuado nivel de inventario para las distintas máquinas y

de esta manera también contar con un adecuado presupuesto para el departamento en función de las refacciones.

Dentro de las requisiciones se deberán anotar las características que identifiquen los repuestos detalladamente para ir retroalimentando el programa.

Para contar con un buen control de los inventarios es necesario que una persona se encargue de almacenar y retirar las refacciones solicitadas, se debe llevar una hoja de registro de todos los repuestos adquiridos en un período de tiempo, en este caso es recomendable un período de un mes.

Se debe hacer énfasis que para el control de inventarios, es necesario un colchón de seguridad que indica el momento en el cual se deberá solicitar nuevamente los repuestos de este tipo y al mismo tiempo evitará que el departamento no cuente con dichos repuestos. Es necesario contar con un buen estudio de inventarios determinando la cantidad y período entre pedidos, para minimizar los costos en inventario.

A medida que se vaya solicitando los repuestos, será necesario clasificarlos y archivarlos, de esta manera pronosticar la demanda, realizando un presupuesto lo más realista posible.

3.3. Procedimiento para realización de mantenimiento preventivo

Establecidos el mejoramiento del Departamento de Mantenimiento y la metodología del mantenimiento preventivo, se podrá establecer ordenadamente el mantenimiento preventivo a cada una de las máquinas o equipos. Este consiste en un conjunto de actividades como la inspección, lubricación, cambio de piezas, entre otras, con el objetivo de minimizar los tiempos muertos. Para

llevar a cabo estas actividades, es necesario realizar un conjunto de procedimientos denominados rutinas de mantenimiento que deberán ir retroalimentándose a medida que transcurra el tiempo para ajustarse más a la realidad.

El procedimiento o las secuencias de actividades que deben realizarse a fin de poder ejecutar eficientemente todas las tareas relacionadas al mantenimiento preventivo de las máquinas y equipo industrial utilizado en la empresa, así como las fichas o formatos de control necesario, se presentan a continuación:

3.3.1. Codificación de maquinaria

Para iniciar con el programa de mantenimiento es muy importante contar con un código para cada máquina y para cada uno de los sistemas o elementos importantes que lo integran, esto permitirá llevar un mejor control, un orden y la identificación de toda la maquinaria de la empresa, la codificación de la maquinaria, facilitará el trabajo administrativo y lo hará más eficiente.

Para el diseño del código, se debe tener en cuenta que este tiene que contener solo la información necesaria y debe ser de fácil interpretación. La estructura de los códigos que se sugiere y la interpretación de los mismos para la empresa se presentan a continuación:

Tabla XVI. **Estructura de código**

MAQUINARIA	UBICACIÓN	SISTEMA O UNIDAD
DT T1	03	LL

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

La codificación de la maquinaria industrial existente en la empresa NSCI, S. A., se realiza con base en el orden que tienen las máquinas en los procesos productivos que se manejan en la planta y esta se presenta en la tabla XVII:

Tabla XVII. **Codificación de maquinaria industrial**

NOMBRE DE LA MAQUINARIA	CÓDIGO
Tanques (1 – 12)	DT 01 – 12
Tanque Pulmón	DT 014
Mezcladoras	DL 02
Llenadora de tubos colapsibles	DL 03
Envasadora y llenadora de populinos	DL 03
Etiquetadora	DL 03
Compresores	DL 04

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

La codificación según la ubicación en las distintas áreas de trabajo de la empresa, es la que se presenta en la tabla XVII:

Tabla XVIII. **Codificación de según ubicación en la empresa**

NOMBRE DE LA MAQUINARIA	CÓDIGO
Área de tanques	01
Área de mezcla	02
Área de llenado	03
Área de envasado	03
Área de etiquetado	03
Sala de compresores	04

Fuente: diseño de codificación de la maquinaria.

La codificación según el sistema o unidad de cada una de las máquinas, es la que se presenta en la tabla XIX:

Tabla XIX. **Codificación según el sistema o unidad de la maquinaria**

NOMBRE DE LA MAQUINARIA	CÓDIGO
Sistema de Alimentación	A
Sistema de Bombeo	B
Sistema de Enfriamiento	C
Sistema Motriz	M
Sistema Neumático	N
Unidad de Embobinado y Desembobinado	ED
Unidad de Etiquetado	UE
Unidad de Ajuste de Medidas	L
Unidad de Sellado	S

Fuente: diseño de codificación de la maquinaria.

3.3.2. Determinación del tipo de mantenimiento a aplicar a la maquinaria

Después de analizar la situación del mantenimiento aplicado actualmente en toda la maquinaria de la empresa NSCI, S. A., se opta a la implementación e introducción del mantenimiento preventivo en todas las máquinas y equipo industrial utilizadas en el proceso productivo.

Esto con base en que el mantenimiento preventivo es aplicable a cualquier tipo de empresa, no importando su tamaño ni tipo de producción y porque cualquier plan de mantenimiento preventivo deberá cumplir con los siguientes puntos:

- Una inspección periódica de las máquinas y equipos para detectar situaciones que puedan originar fallas o una depreciación perjudicial.
- Es el mantenimiento necesario para remediar esas situaciones antes de que lleguen a revestir gravedad.

El desarrollo del mantenimiento preventivo en la maquinaria se realizará a través de las actividades y rutinas de mantenimiento que se describen en el inciso 3.5.

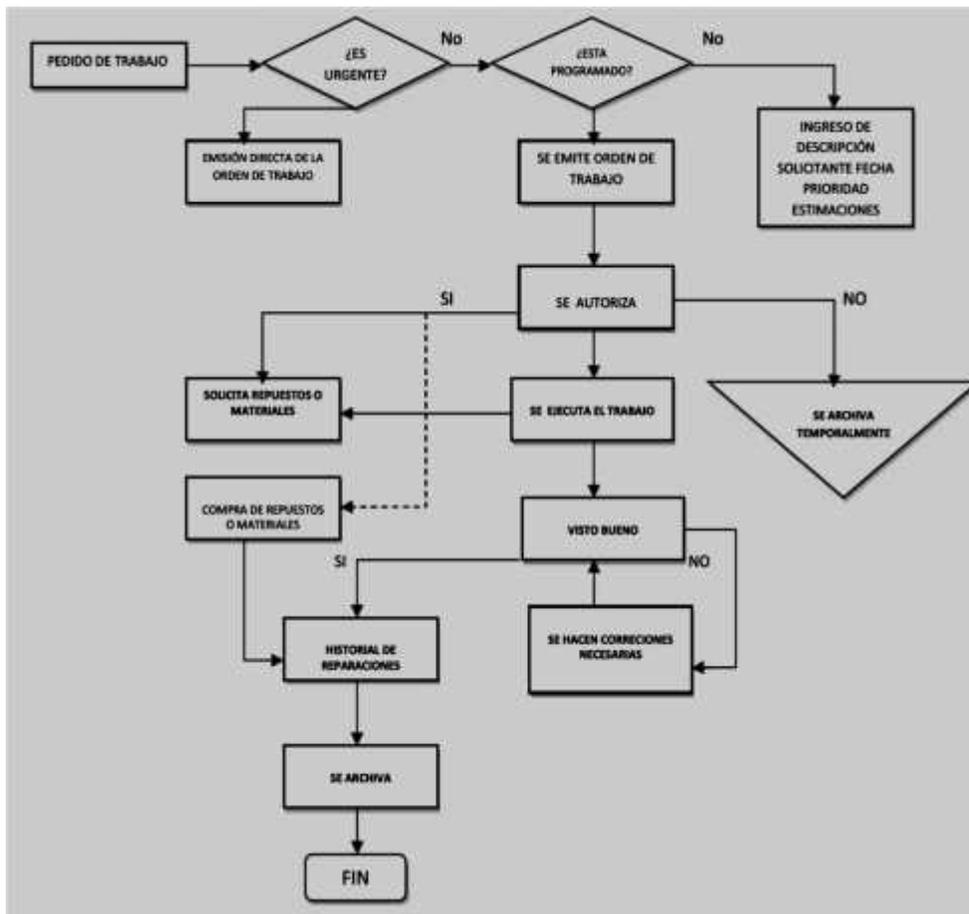
3.3.3. Proceso para la ejecución del mantenimiento preventivo

La secuencia de actividades que deben realizarse a fin de poder ejecutar eficientemente todas las tareas relacionadas al mantenimiento preventivo de las máquinas y equipo industrial utilizado en la empresa, así como las fichas o formatos de control necesario, se presentan a continuación:

3.3.3.1. Diagrama de flujo de información para realización del mantenimiento

El flujograma de actividades para poder realizar un trabajo de mantenimiento preventivo en las máquinas de la empresa se presenta en la figura 15:

Figura 15. Flujograma de información para realizar mantenimiento



Fuente: diseño de procedimiento para realización de mantenimiento.

3.3.3.2. Ficha de pedido de trabajo

Este formulario deberá contener datos como: tipo de máquina o equipo a tratar, respectivo código y ubicación, código de sistema o unidad, fecha en que se solicita, el grado de prioridad de la ejecución de la tarea, la descripción de la falla y el personal que lo solicita.

Este último, en conjunto con el mecánico encargado del mantenimiento podrán proponer sugerencias para llevar a cabo adelante la reparación, colaborando con la efectividad y la eficacia de la intervención.

Figura 35. **Ficha de pedido de trabajo**

		PEDIDO DE TRABAJO	
Fecha _____		Núm. _____	
Persona que solicita _____			
Nombre de la máquina o equipo		Descripción de la Falla	Prioridad
CÓDIGO	UBICACIÓN		Urgente <input type="checkbox"/>
Código de sistema o unidad			Normal <input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
Sugerencia para reparación:			

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

3.3.3.3. Ficha de orden de trabajo

Este documento se utiliza para solicitar y autorizar un trabajo de mantenimiento. Una vez recibida y gestionada la ficha de pedido de trabajo, se deberá llenar la orden de trabajo para realizar las intervenciones cuando se considere oportuno.

Estas órdenes contendrán el número, fecha de egreso e ingreso, la máquina, equipo o instalación a reparar, su respectivo código y ubicación en la planta, el sistema o unidad a intervenir, el tipo de mantenimiento, la descripción de la tarea a realizar.

Por otro lado, él o los operarios designados para la reparación deberán anexar datos como el tiempo empleado, las posibles reparaciones o intervenciones adicionales que pudiera surgir, el posible origen de la falla si este se desconoce y el tipo de falla que se tiene. Debido a que por lo general, al momento de efectuar una orden de trabajo se utilizan varios insumos, repuestos y materiales, debe existir un espacio destinado específicamente para la descripción, la cantidad y el costo respectivo de todos materiales o repuestos utilizados al momento de ejecutar la tarea de la orden de trabajo.

El mecánico encargado del mantenimiento mediante su firma es la única persona que puede autorizar la ejecución de una orden de trabajo. Los datos que se piden en una orden de trabajo deben llenarse de forma clara ya que de la información que se tenga dependerá el éxito del programa de mantenimiento preventivo.

Las órdenes de trabajo una vez ejecutadas en su totalidad serán eliminadas, si no ocurriera así, se colocarán en una carpeta con el rótulo "Pendientes".

Figura 36. Ficha de orden de trabajo



ORDEN DE TRABAJO

Fecha _____ Núm. _____

Solicitado por _____

Prioridad de tarea _____ Tipo de Mantenimiento _____

Máquina o equipo	Código	Ubicación	Sistema o unidad
OPERARIO/S	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA A REALIZAR		
	Falla:		
	Causa:		
	Solución:		

MATERIALES Y REPUESTOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO

Hora de inicio _____ Hora de finalización _____
HORA Y FECHA DE ENTREGA _____

F. _____ F. _____
 Encargado de mantenimiento Trabajo aceptado

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

3.3.3.4. Ficha de orden de compra

Este documento contiene datos sobre los elementos solicitados que son necesarios para efectuar el mantenimiento, el número de ficha correlativo, la fecha de solicitud, el nombre, el material componente básico, la cantidad requerida, características del mismo, datos del proveedor, el uso respectivo y las firmas necesarias. La gestión del mismo es responsabilidad del encargado de compras de la empresa.

Figura 37. **Ficha de orden de compra**

 ORDEN DE COMPRA				
Fecha _____			Núm. _____	
CANTIDAD	ELEMENTO	CARACTERÍSTICA	MATERIAL	PROVEEDOR
USO _____				

f. _____			f. _____	
Solicitante			Vo.Bo. Jefe de Producción	

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

3.3.3.5. Ficha de programación de rutinas de mantenimiento

Este formato presenta todos los trabajos o actividades referentes a las rutinas de mantenimiento que se deben efectuar en cada una de las máquinas de la empresa, estas se realizan conforme el programa de mantenimiento o con base en las necesidades que se presenten. Los datos más importantes que se registran en este documento son: los trabajos o actividades de mantenimiento a realizar en las máquinas y fecha de programación de las próximas visitas.

Figura 38. Ficha de programación de rutinas de mantenimiento

	PROGRAMACIÓN DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO	Núm. _____												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Máquina:</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Sistema o unidad:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Elemento o componente</td> <td style="padding: 5px;">Encargado:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Fecha de realización</td> <td style="padding: 5px;">Duración aproximada (min)</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Observaciones:</td> </tr> </table>	Máquina:	Sistema o unidad:	Elemento o componente	Encargado:	Fecha de realización	Duración aproximada (min)	Observaciones:							
Máquina:	Sistema o unidad:													
Elemento o componente	Encargado:													
Fecha de realización	Duración aproximada (min)													
Observaciones:														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">Actividades o tareas a realizar</th> <th style="width: 30%;">Última visita</th> <th style="width: 30%;">Próxima visita</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>			Actividades o tareas a realizar	Última visita	Próxima visita									
Actividades o tareas a realizar	Última visita	Próxima visita												
f. _____ Aprobación														

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

3.4. Recursos técnicos

Los recursos técnicos indispensables y recomendados para la empresa, para ayudar que el programa de mantenimiento preventivo se realice de una manera eficiente y cumpla con todos los objetivos por los cuales fue diseñado son los siguientes:

3.4.1. Recomendaciones del fabricante

Los fabricantes de la maquinaria proporcionan manuales en los cuales viene indicada la periodicidad con la que debe inspeccionarse y cambiarse las piezas, así como los intervalos de lubricación. Las máquinas de la empresa que no lo posean, deben seguir las recomendaciones de máquinas similares propias o de empresas que trabajen con el mismo proceso productivo.

3.4.2. Recomendaciones de otras maquinas similares

El mantenimiento realizado en máquinas similares a los que la empresa posee son semejantes, lo cual es de mucha ayuda para tomar como referencia de un promedio de tiempo de vida útil de algunas piezas o las actividades de mantenimiento, y compararlas con la máquina o el equipo a la cual se le diseña un plan de mantenimiento preventivo.

3.4.3. Experiencia propia

En la empresa debe haber, no solo información impresa, sino también: muestrarios de recubrimientos, muestrarios con piezas, entre otros. Una buena manera de trascender en el trabajo de mantenimiento, es dejar registros o documentos del trabajo que sea el resultado de la experiencia diaria de la labor.

Se debe documentar gráfica y literalmente en una bitácora. Todo esto, a fin de tener una guía o referencia sobre posibles fallas en el futuro.

3.4.4. Documentación técnica

Se debe contar con una fuente de información referente al mantenimiento, así como saber mezclar la información obtenida buscando la mejor manera de manejarla. A continuación en la tabla XX, se presenta la documentación técnica mínima que debe tener la empresa:

Tabla XX. **Documentación técnica necesaria para la empresa**

Libros sobre mantenimiento	Manuales de ingeniería
Reglamentos y normas	Apuntes
Revistas nacionales y extranjeras	Diccionarios de mecánica
Historial de documentación de fallas	Bitácoras
Libros comerciales de editorial	Manuales de seguridad industrial
Manuales de operación de los equipos	Catálogos Comerciales

Fuente: análisis propio de documentación técnica necesaria.

3.5. Diseño del programa de mantenimiento preventivo

El diseño de un programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria en la empresa NSCI, S. A., se basa en la necesidad de eliminar los paros continuos en la producción por desperfectos en las máquinas y a los altos costos de mantenimiento correctivo que conlleva efectuar las reparaciones necesarias.

3.5.1. Actividades de mantenimiento a realizar en maquinaria

Debido a la importancia del mantenimiento para la prolongación de la vida útil de los equipos, y en la continuidad de su funcionamiento adecuado, se han determinado diez actividades generales que debe poseer una rutina de mantenimiento. Estas constituyen la base de las rutinas para cada uno de los equipos; su aplicabilidad es determinada por las características específicas de cada máquina. Estas actividades son:

Tabla XXI. **Actividades generales de mantenimiento**

Núm.	ACTIVIDAD	NOTA
1	Inspección de condiciones ambientales	--
2	Limpieza integral externa	--
3	Inspección externa del equipo	Posible verificación funcional
4	Limpieza integral interna	--
5	Inspección interna	Posible verificación funcional
6	Lubricación y engrase	Posible verificación funcional
7	Reemplazo de ciertas partes	--
8	Ajuste y calibración	Posible verificación funcional
9	Revisión de seguridad eléctrica	Posible verificación funcional
10	Pruebas funcionales completas	Posible verificación funcional

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

3.5.1.1. Inspección de condiciones ambientales

Observar las condiciones del ambiente en las que se encuentra el funcionando el equipo. Los aspectos que se recomienda evaluar son: humedad, exposición a vibraciones mecánicas, presencia de polvo, seguridad de la instalación y temperatura. Para cada equipo deberán evaluarse la aplicabilidad de las condiciones.

Cualquier anomalía o no cumplimiento de estas condiciones con lo establecido, debe ser notificado como observación en la rutina, o inmediatamente dependiendo de la situación, y siguiendo el procedimiento especificado en el presente programa.

Tabla XXII. **Condiciones ambientales a evaluar**

FACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Humedad	La humedad del ambiente en el que trabaja el equipo, no debe ser mayor a la que especifica el fabricante. Si no se cuenta con esta información, o con los medios adecuados de medición, se puede evaluar por sus efectos, por ejemplo oxidación de la carcasa, levantamiento de pintura de paredes o del equipo, entre otras.
Vibraciones Mecánicas	Las vibraciones mecánicas pueden ser causa de falta de calibración mecánica o electrónica de algunos equipos, sobre todo los que necesitan determinada precisión en los procedimientos que realizan.
Polvo	Revisar que no haya una presencia excesiva de polvo en el ambiente, visualizando los alrededores del equipo, en el equipo mismo, o la existencia de zonas cercanas donde se produzca el mismo.
Seguridad en la instalación	Revisar que la instalación del equipo ofrezca seguridad, ya sea que esté montado sobre una superficie, instalado en la pared, o sobre una superficie móvil. Además, verifique que la instalación eléctrica a la que este está conectado, se encuentre protegida con medios de desconexión apropiados, y de instalación mecánica segura que no permita la producción de cortocircuitos o falsos contactos por movimientos mecánicos normales.
Temperatura	La luz solar directa o la temperatura excesiva pueden dañar el equipo, o alterar su funcionamiento. Verificar cual es la temperatura permitida por el fabricante, si este dato no está disponible, corrobore que el equipo no esté en exposición directa al sol (a menos que se trate de un equipo de uso de intemperie), y que la temperatura no sea mayor a la del ambiente.

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

3.5.1.2. Limpieza integral externa

Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desecho tanto químico como sólido, polvo, lodo o moho, en las partes externas que componen los equipos, mediante los métodos adecuados según corresponda. Esta actividad incluye la limpieza de la carcasa de las máquinas industriales utilizando limpiador de superficies líquido, lija, limpiador de superficies en pasta y pinturas anticorrosivas.

3.5.1.3. Inspección externa del equipo

Examinar o reconocer atentamente el equipo, partes y accesorios que se encuentran a la vista, sin necesidad de quitar partes de la máquina, tales como mangueras, fajas, conexiones eléctricas, alimentación de agua, fugas de lubricantes, vibración, sobrecalentamiento, desgastes, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas como también para tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

3.5.1.4. Limpieza integral interna

Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos tanto químicos como sólidos, polvo o lodo, en las partes internas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda. Esto podría incluir: limpieza de superficie interna utilizando limpiador de superficies líquido, lija u otros. También incluye limpieza de tabletas electrónicas, contactos eléctricos, conectores, utilizando limpiador de contactos eléctricos, aspirador y brocha.

3.5.1.5. Inspección interna

Examinar o reconocer atentamente las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas. Esta actividad podría conllevar de ser necesario, la puesta en funcionamiento de un equipo o de una parte de éste, para comprobar los signos mencionados anteriormente.

3.5.1.6. Lubricación y engrase periódico

Es una de las actividades más importantes del mantenimiento preventivo. Tiene gran influencia en la vida útil de las máquinas; una mala lubricación provoca en un buen porcentaje la aparición de averías en las máquinas. Esta actividad puede ser realizada en el momento de la inspección si se considera necesario.

La planificación de la lubricación de las máquinas, parte de la información proporcionada por el fabricante de la misma, dando la localización de los puntos que necesitan lubricación periódica, cambio y limpieza, así como el tipo de propiedades y aditivos que debe contener el lubricante.

3.5.1.6.1. Importancia de la lubricación

La lubricación es una operación que tiene por objetivo anular o disminuir la resistencia debida, al rozamiento que aparece en el movimiento relativo entre dos superficies en contacto.

La lubricación es indispensable también para reducir el desgaste y la corrosión, y protege contra la contaminación de sólidos y líquidos. Para conseguir esto se intenta, siempre que sea posible, que haya una película de lubricante (gaseoso, líquido o sólido) de espesor suficiente entre las dos superficies en contacto para evitar el desgaste.

3.5.1.6.2. Frecuencia de lubricación

La frecuencia de lubricación de la maquinaria industrial se basa en los siguientes principios:

- El principio de mayor importancia es, no lubricar lo que no requiere lubricación. El exceso es tan perjudicial como la falta, tanto por los costos, como el funcionamiento correcto de los elementos lubricados.
- El tipo y marca de lubricante (aceite o grasa) a utilizar. Esto tiene que estar basado en la información del fabricante del equipo. Se debe comparar los lubricantes disponibles en el mercado, el comportamiento de estos contra lo que el fabricante espera y la mejor formulación para las condiciones de trabajo.
- El programa de lubricación tiene que ser bastante simple para implementarlo. Se tiene que simplificar y estandarizar las grasas y los aceites a utilizar en la lubricación de toda la maquinaria al mínimo posible a fin de que cubran todos los requerimientos necesarios.

3.5.1.6.3. Tipos de lubricantes a utilizar

La selección de un lubricante depende de la gama de temperatura, la velocidad de rotación y las condiciones ambientales y de funcionamiento.

- El aceite es el lubricante apropiado cuando la velocidad o las condiciones de funcionamiento son altas. O cuando es necesario evacuar el calor del rodamiento.
- En los casos en que el rodamiento funciona en condiciones normales de velocidad y temperatura se elige la grasa como lubricante. Como lubricante, la grasa presenta diversas ventajas con respecto al aceite; requiere un sistema más sencillo y barato, mejor adhesión, y protección contra la humedad y los contaminantes del ambiente de trabajo, cuando el acceso a la lubricación es difícil.

3.5.1.7. Reemplazo de ciertas partes

La mayoría de los equipos tienen partes diseñadas para gastarse durante el funcionamiento del equipo, de modo que prevengan el desgaste en otras partes o sistemas del mismo. Ejemplo de estos son: las termocoplas, cojinetes, resistencias eléctricas, terminales, entre otras. El reemplazo de estas partes es un paso esencial del mantenimiento preventivo, y puede ser realizado en el momento de la inspección.

3.5.1.8. Ajuste y calibración

En el mantenimiento preventivo es necesario ajustar y calibrar los equipos, ya sea esta una calibración o ajuste mecánico, eléctrico, o electrónico.

Para esto deberá tomarse en cuenta lo observado anteriormente en las actividades de inspección externa e interna del equipo. De ser necesario poner en funcionamiento el equipo y realizar mediciones de los parámetros más importantes de este, de modo que este sea acorde a normas técnicas establecidas, especificaciones del fabricante, o cualquier otra referencia para detectar cualquier falta de ajuste y calibración.

Luego de esto debe realizarse la calibración o ajuste que se estime necesaria, poner en funcionamiento el equipo y realizar la medición de los parámetros correspondientes, estas dos actividades serán necesarias hasta lograr que el equipo no presente signos de desajuste o falta de calibración.

3.5.1.9. Revisión de seguridad eléctrica

La realización de esta prueba, dependerá del grado de protección que se espera del equipo en cuestión, debido a que no todos los equipos o maquinaria manejan la misma carga eléctrica y por lo mismo el margen de seguridad eléctrica para cada una difiere de las otras.

3.5.1.10. Pruebas funcionales completas

Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de la rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en conjunto con el operador, en todos los modos de funcionamiento que este posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador, con la consecuente determinación de fallas en el proceso de operación por parte del operador o del mismo técnico.

3.5.2. Rutinas de mantenimiento a maquinaria de la empresa

Las rutinas de mantenimiento son actividades programadas que se ejecutan a una máquina o a un conjunto de ellas para mantenerlas en perfecto estado de funcionamiento. Las rutinas de mantenimiento para toda la maquinaria y equipos de la empresa NSCI, S. A., son las que se presentan a continuación:

Tabla XXIII. Rutina de mantenimiento de equipamiento de los tanques
1-12

							
RUTINA DE MANTENIMIENTO EQUIPAMIENTO DE TANQUES 1-12							
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
<u>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN</u>							
Tanque de alimentación							
Limpeza general de tanques		X					
Revisar tapadera de cubierta de tanque	X						
Limpeza del tornillo sin fin		X					
Revisar y limpiar las aspas de agitar		X					
Verificar el nivel de llenado	X						
Revisar y limpiar boquilla de llenado							
Limpeza de filtros de purificación				X			
Revisar y calibrar el medidor de caudal		X					
<u>SISTEMA MOTRIZ</u>							
Motoreductores							
Cambio de aceite lubricante						X	
Revisar nivel de aceite lubricante				X			
Revisar temperatura exterior	X						
Revisión interna y externa de componentes			X				
Cajas reductoras							
Análisis de aceite y vibraciones							X
Cambio de cojinetes						X	
Cambio de empaques y retenedores						X	
Cambio de lubricante y limpieza interna					X		
Escuchar ruidos y vibraciones extrañas	X						
Limpeza de carcasa de caja		X					
Revisar fugas y nivel de aceite			X				
Revisar temperatura de trabajo	X						

Continuación de la tabla XXIII.

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
Fajas y poleas							
Alineación de poleas						X	
Revisar estado y tensión de fajas		X					
Carcasa de protección							
Aplicación de pintura protectora							X
Limpieza de residuos de material		X					
Limpieza interior de lodo y laca		X					
Engranajes y cadenas							
Engrase de piezas internas				X			
Ajuste de cadenas			X				
Limpieza de bandeja de aceite				X			
<u>SISTEMA ELÉCTRICO</u>							
Panel de control							
Calibración de pirómetros							X
Limpieza de variadores de velocidad					X		
Limpieza externa		X					
Revisar conexiones de cableado interno			X				
Revisar estado de cables y empalmes			X				
Revisar estado de conectores			X				
Revisar funcionamiento de variadores						X	
Revisar instalaciones eléctricas						X	
Revisar pirómetros tipo K							
Resistencias							
Revisar cintas calefactoras			X				
Revisar el voltaje de operación			X				
Revisar la continuidad de corriente			X				
Revisar la temperatura de operación			X				
Verificar estado de cintas calefactoras			X				

Continuación de la tabla XXIII.

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
Terminales							
Ajustar conexiones a contactores			X				
Ajustar conexiones a resistencias		X					
Revisar estados de cables de alta temperatura			X				
Limpieza de cables conectores			X				
Revisar y reparar conexiones falsas			X				
<u>SISTEMA DE CIRCULACIÓN DE AGUA</u>							
Bombas de agua (Succión y propulsión)							
Cambio de lubricante						X	
Detectar ruidos o vibraciones extrañas		X					
Limpieza externa						X	
Limpieza y revisión de nivel de aceite					X		
Revisar manómetro de bomba de succión						X	
Revisar presión y caudal de operación		X					
Revisar temperatura externa de funcionamiento		X					
Revisión de cojinetes					X		
Chorros							
Limpieza externa				X			
Revisar estado de funcionamiento			X				
Revisar posibles obstrucciones			X				
Revisar que el sistema esté alimentado	X						
Red de tuberías							
Revisar estado de toda la red				X			
Mangueras y tuberías			X				
Revisar caudal de circulación de agua			X				
Revisar posibles obstrucciones en codos			X				
Agua							
Revisión y análisis de contaminantes				X			
Controlar temperatura de agua	X						

Continuación de la tabla XXIII.

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
Torre de enfriamiento							
Revisar panel de relleno				X			
Limpieza interna y externa					X		
Aplicación de pintura anticorrosivo							X
Revisar posibles obstrucciones				X			
Lubricación el motor del ventilador					X		
Limpieza de la malla del depósito			X				
Ajuste de las aspas del ventilador					X		
Controlar el flujo de agua		X					
Guardas del ventilador				X			
Sistema de recolección de agua						X	
Válvula mecánica del flote					X		
Portafiltros							
Cambio de filtro			X				
Limpieza de residuos de material	X						
Limpieza de tanque elevado			X				
Limpieza de válvulas			X				
Cambio de carbón activado					X		
Cambio de tamices					X		

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

Tabla XXIV. Rutina de mantenimiento de mezcladoras

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
RUTINA DE MANTENIMIENTO MEZCLADORAS (CON EKATO)							
<u>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN</u>							
Tanque de alimentación							
Limpieza general de cilindros		X					
Revisar tapadera de cubierta de cilindros	X						
Limpieza del eje de agitar		X					
Revisar y limpiar las espas de agitar		X					
Verificar el nivel de llenado	X						
Revisar y limpiar boquilla de llenado							
Revisar y calibrar el medidor de caudal		X					
<u>SISTEMA MOTRIZ</u>							
Motoreductores							
Cambio de aceite lubricante						X	
Revisar nivel de aceite lubricante				X			
Revisar temperatura exterior	X						
Revisión interna y externa de componentes			X				
Cajas reductoras							
Análisis de aceite							X
Cambio de cojinetes						X	
Cambio de empaques y retenedores						X	
Cambio de lubricante y limpieza interna					X		
Escuchar ruidos y vibraciones extrañas	X						
Limpieza de carcasa de caja		X					
Revisar fugas y nivel de aceite			X				
Revisar temperatura de trabajo	X						

Tabla XXV. Rutina de mantenimiento llenadora de tubos colapsibles

 RUTINA DE MANTENIMIENTO LLENADORA DE TUBOS COLAPSIBLES							
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
<u>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN</u>							
Tanque de alimentación							
Limpieza general de tanques		X					
Revisar tapadera de cubierta de tanque	X						
Revisar y limpiar la tubería de llenado		X					
Verificar el nivel de llenado	X						
Revisar y limpiar boquilla de llenado							
Limpieza de filtros de purificación				X			
Revisar y calibrar el medidor de caudal		X					
<u>SISTEMA MOTRIZ</u>							
Motoreductores							
Cambio de aceite lubricante						X	
Revisar nivel de aceite lubricante				X			
Revisar temperatura exterior	X						
Revisión interna y externa de componentes			X				
Cajas reductoras							
Análisis de aceite y vibraciones							X
Cambio de cojinetes						X	
Cambio de empaques y retenedores						X	
Cambio de lubricante y limpieza interna					X		
Escuchar ruidos y vibraciones extrañas	X						
Limpieza de carcasa de caja		X					
Revisar fugas y nivel de aceite			X				
Revisar temperatura de trabajo	X						

Continuación de la tabla XXV.

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
Fajas y poleas							
Alineación de poleas						X	
Revisar estado y tensión de fajas		X					
Carcasa de protección							
Aplicación de pintura protectora							X
Limpieza de residuos de material		X					
Limpieza interior de lodo y laca		X					
Engranajes y cadenas							
Engrase de piezas internas				X			
Ajuste de cadenas			X				
Limpieza de bandeja de aceite				X			
<u>SISTEMA ELÉCTRICO</u>							
Panel de control							
Calibración de pirómetros							X
Limpieza de variadores de velocidad					X		
Limpieza externa		X					
Revisar conexiones de cableado interno			X				
Revisar estado de cables y empalmes			X				
Revisar estado de conectores			X				
Revisar funcionamiento de variadores						X	
Revisar instalaciones eléctricas						X	
Revisar pirómetros tipo K							
Resistencias							
Revisar cintas calefactoras			X				
Revisar el voltaje de operación			X				
Revisar la continuidad de corriente			X				
Revisar la temperatura de operación			X				
Verificar estado de cintas calefactoras			X				
Limpieza de las mordazas calefactoras		X					

Continuación de la tabla XXV.

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
<u>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</u>							
Verificar el nivel de refrigerante		X					
Controlar la temperatura de refrigeración	X						
Limpieza del sistema de recirculación		X					
Verificar la alta presión en el compresor		X					
Revisar la lubricación del compresor				X			
Revisar la tubería de circulación				X			
Controlar el sistema de condensado					X		
Verificar los controles eléctricos			X				
Detección de fugas de glicol						X	
Lavado del sistema							X
Revisar tubos capilares				X			
Cambiar filtro deshidratador					X		
<u>SISTEMA NEUMÁTICO</u>							
Verificar la presión a la entrada	X						
Limpieza del sistema de aire comprimido		X					
Revisar la unidad de mantenimiento		X					
Limpieza válvulas de accionamiento				X			
Revisar fugas de aire comprimido	X						
Cambiar la unidad de mantenimiento							X
<u>SISTEMA DE TEMPERATURA</u>							
Revisar termocoplas		X					
Limpieza de termocoplas		X					
Revisar sensor de temperatura			X				
Limpieza de mordaza de sellado		X					
Revisión de teflón autoadhesivo			X				
Cambiar teflón autoadhesivo			X				
Revisar los resortes tensores de presión				X			
Limpieza las resistencias de mordazas					X		
Revisar los puntos de lubricación							

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

Tabla XXVI. Rutina de mantenimiento envasadora neumática

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
<u>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN</u>							
Tolva de alimentación							
Limpieza general de las tolvas		X					
Revisar tapadera de cubierta de la tolva	X						
Limpieza general		X					
Revisar y limpiar las válvulas de tubería		X					
Verificar el nivel de llenado	X						
Revisar y limpiar boquilla de llenado							
Limpieza de filtros de purificación				X			
Revisar y calibrar el medidor de nivel		X					
<u>SISTEMA MOTRIZ</u>							
Lubricación general de piezas					X		
Limpieza de caja de desplazamiento					X		
Cambio de aceite lubricante						X	
Revisar nivel de aceite lubricante				X			
Revisar temperatura exterior	X						
Revisión interna y externa de componentes			X				
Análisis de aceite y vibraciones							X
Cambio de cojinetes						X	
Cambio de empaques y retenedores						X	
Cambio de lubricante y limpieza interna					X		
Escuchar ruidos y vibraciones extrañas	X						
Limpieza de carcasa de caja		X					
Revisar fugas y nivel de aceite			X				
Revisar temperatura de trabajo	X						
Revisión del sistema de levas					X		
Limpieza de articulaciones de bandas		X					

Continuación de la tabla XXVI.

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
Fajas y poleas							
Alineación de poleas						X	
Revisar estado y tensión de fajas		X					
Carcasa de protección							
Aplicación de pintura protectora							X
Limpieza exterior residuos de material		X					
Limpieza interior de lubricantes		X					
Engranajes y cadenas							
Engrase de piezas internas				X			
Ajuste de cadenas			X				
Limpieza de bandeja de aceite				X			
<u>SISTEMA ELÉCTRICO</u>							
Panel de control							
Calibración de pirómetros							X
Limpieza de variadores de velocidad					X		
Limpieza externa		X					
Revisar conexiones de cableado interno			X				
Revisar estado de cables y empalmes			X				
Revisar estado de conectores			X				
Revisar funcionamiento de variadores						X	
Revisar instalaciones eléctricas						X	
<u>SISTEMA NEUMÁTICO</u>							
Verificar la presión a la entrada	X						
Limpieza del sistema de aire comprimido		X					
Revisar la unidad de mantenimiento		X					
Limpiar válvulas de accionamiento				X			
Revisar fugas de aire comprimido	X						
Cambiar la unidad de mantenimiento							X

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

Tabla XXVII. Rutina de mantenimiento envasadora y selladora de Doypack

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
<u>SISTEMA DE LLENADO</u>							
Tanque de alimentación							
Limpieza general de tolvas		X					
Revisar dosificador	X						
Limpieza del eje de agitar		X					
Revisar y limpiar las aspas de agitar		X					
Verificar el nivel de llenado	X						
Revisar y limpiar boquilla de llenado							
Limpieza de filtros de purificación				X			
Revisar y calibrar el medidor de caudal		X					
<u>SISTEMA MOTRIZ</u>							
Motoreductores							
Cambio de aceite lubricante						X	
Revisar nivel de aceite lubricante				X			
Revisar temperatura exterior	X						
Revisión interna y externa de componentes		X					
Transportadores							
Motor eléctrico			X				
Cajas reductoras			X				
<u>SISTEMA DE SELLADO</u>							
Revisar estado del motor eléctrico		X					
Lubricación de caja reductora					X		
Limpieza de mordaza vertical							
Limpieza de mordaza horizontal 1			X				

Continuación de la tabla XXVII.

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
Limpieza de mordaza horizontal 2			X				
Revisar cilindro sello vertical		X					
Revisar estado del cilindro sello horizontal		X					
Limpieza de electro-válvula 1			X				
Limpieza de electro-válvula 2			X				
Limpieza carro de transportes	X						
<u>SISTEMA NEUMÁTICO</u>							
Limpieza de mangueras		X					
Revisar válvulas de accionamiento de pedal		X					
Ajuste de elementos de instrumentación			X				
Limpieza de cilindros neumáticos				X			
<u>SISTEMA ELÉCTRICO</u>							
Panel de control							
							X
Limpieza de variadores de velocidad					X		
Limpieza externa		X					
Revisar conexiones de cableado interno			X				
Revisar estado de cables y empalmes			X				
Revisar estado de conectores			X				
Revisar funcionamiento de variadores						X	
Revisar instalaciones eléctricas						X	
Revisar							
Tableros							
Revisar estado de contactores			X				
Revisar el voltaje de operación			X				
Revisar la continuidad de corriente			X				
Revisar			X				
Verificar estado			X				

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

Tabla XXVIII. Rutina de mantenimiento etiquetadoras

	RUTINA DE MANTENIMIENTO ETIQUETADORAS (ETIKAT)						
	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS					
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
<u>SISTEMA DE TRANSPORTE</u>							
Limpieza de la banda transportadora	X						
Revisar la guía de envases		X					
Limpiar rodillos de transporte		X					
Lubricar rodillos de transporte		X					
Limpiar y lubricar portasellos		X					
Análisis de vibraciones mecánicas					X		
Limpieza de cadenas de banda				X			
Revisión del eje de rotación				X			
Limpieza de mordazas de sujeción					X		
<u>SISTEMA ELÉCTRICO</u>							
Panel de control							
Limpieza de contactos y tarjeta electrónica						X	
Limpieza externa de control de mando				X			
Revisar instalaciones eléctricas	X						
Verificar interruptores de operación			X				
Variadores de tensión de etiqueta							
Verificación de interruptores de operación							X
Limpieza de contactos eléctricos y tarjetas						X	
Limpieza externa de control de mando						X	
Variadores de velocidad							
Limpieza externa		X					
Revisar funcionamiento			X				
Verificar regulación de velocidad	X						
Mecanismos de empalmes de bobina					X		

Continuación de la tabla XXVIII.

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
<u>SISTEMA NEUMÁTICO</u>							
Mangueras y racores							
Detección de fugas de aire	X						
Inspección completa de mangueras			X				
Inspección de uniones, tes, codos			X				
Cilindros y válvulas							
Accionamiento de las válvulas	X						
Cambio de las válvulas si es necesario			X				
Fugas de aire en válvulas y accesorios			X				
Lubricación de cilindros de simple efecto				X			
Revisión de cilindros de simple efecto		X					
<u>EMBOBINADO Y DESEMBOBINADO</u>							
Motor embobinador							
Cambio de aceite lubricante				X			
Analizar vibraciones anormales	X						
Limpieza del eje		X					
Revisar nivel de aceite lubricante				X			
Ejes de embobinado							
Limpieza de la barra embobinadora		X					
Revisión de cojinetes de barras				X			
Revisar velocidad de giro	X						
Verificar orientación de rotación	X						
Unidad de etiquetas							
Limpieza del sensor de etiquetas	X						
Revisar pegado de etiquetas	X						
Ajustar tornillo para regular altura de sensor	X						
Lubricación y limpieza de guías de etiquetas		X					
Revisar y ajustar balance de plato giratorio		X					

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

Tabla XXIX. Rutina de mantenimiento compresores de aire

 RUTINA DE MANTENIMIENTO COMPRESORES DE AIRE							
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA EN HORAS						
	24	120	240	500	1 500	3 000	6 000
Revisar el nivel de aceite	X						
Limpiar y revisar purga de condensado	X						
Revisar la temperatura de descarga del aire	X						
Revisar el manómetro	X						
Limpeza de carcasa		X					
Limpiar y revisar la válvula de condensado		X					
Revisar y limpiar el filtro de aceite		X					
Detectar posible fugas de aire		X					
Revisar la válvula de seguridad			X				
Revisar fajas de alineación de poleas (csn)			X				
Revisar el aceite (análisis de aceite)			X				
Lubricación de cojinetes y los mecanismos				X			
Detectar posibles fugas de aire				X			
Inspección completa de todo el sistema				X			
Limpiar y revisar el nivel de aceite (csn)					X		
Limpiar y revisar filtro de aire y aceite (csn)					X		
Revisar cojinetes y mecanismos (csn)					X		
Limpeza y revisión de motor eléctrico					X		
Revisar fugas de aceite en las mangueras						X	
Revisar fugas de aceite en los sellos						X	
Revisar cojinetes de motor eléctrico (csn)						X	
Limpiar y revisar manómetros (csn)							X
Limpiar y revisar las bandas y poleas (csn)							X
Cambiar filtro de aire							X
Revisar los contactos del arrancador							X
(cns) = Cambio si es necesario							

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

3.6. Clasificación de defectos o averías en la maquinaria

La clasificación de los defectos o averías en las distintas máquinas, se hace con la finalidad de saber el grado de urgencia con la que se requiere brindarles el mantenimiento a los equipos, conforme estas aparecen. Estos se dividen en:

3.6.1. Defectos menores

Son todas las averías que no afectan en lo mínimo al proceso productivo. Las tareas de mantenimiento se realizarán programadamente. Si la tarea puede realizarse “en línea”, es decir con la planta funcionando, normalmente se espera que ocurra en un plazo no mayor a una o dos días.

3.6.2. Defectos mayores

Son los defectos que afectan la continuidad del proceso productivo, debido a fallas en los elementos de las máquinas. Las tareas de mantenimiento deben programarse, con la mayor prioridad. Habitualmente se admite que una tarea para corregir un defecto mayor, debe realizarse en un plazo determinado muy breve, por ejemplo: en las próximas 24 hrs. Esta condición aplica al caso de reparaciones que intentan evitar que se produzca en la máquina un defecto crítico.

3.6.3. Defectos críticos

Son todas las averías que provocan la paralización total del proceso productivo. Son requerimientos de intervención de equipos, no programadas, debido a fallas muy serias, que afectan directamente a la producción.

Esta clase de fallas deben atenderse en forma rápida e inmediata, sin demoras en tramitaciones administrativas y superando a las prioridades de las tareas programadas. Esta condición de "crítico", debe aplicarse excepcionalmente y justificadamente, ya que implicará el quiebre de la programación normal de actividades y traerá aparejado costos mayores.

3.7. Control del mantenimiento preventivo

Para el desarrollo de todos los trabajos de mantenimiento que se han de realizar en cada una de las máquinas industriales de la planta, se contará con una metodología de acción a seguir, la cual estará apoyada con formatos o fichas de control, para poder de esta forma plasmar y recolectar toda la información necesaria respecto a estas actividades de mantenimiento preventivo o correctivo.

3.7.1. Metodología a utilizar en la ejecución de las rutinas de mantenimiento

Todos los trabajos de mantenimiento a ejecutarse en cada una de los equipos de la planta, son asignados o realizados por el mecánico de la empresa, este debe tomar en cuenta, todas las órdenes de trabajo existentes y la programación según el plan de mantenimiento preventivo. La metodología a seguir es el siguiente:

1. El mecánico revisa las órdenes de trabajo para ver la prioridad de las tareas y también el programa de mantenimiento, a fin de determinar las tareas a ejecutarse en la maquinaria de la planta.

2. Revisa las fichas de programación de tareas de cada máquina, para poder llenar las fichas de orden de trabajo a realizarse en cada día. Luego las registra en la ficha de control de órdenes de trabajo y proceda a asignar las tareas o ejecutarlas. (Con la colaboración del ayudante o los operarios según sea el caso).
3. Durante la ejecución de las tareas o al finalizar las mismas se deben llenar todas las fichas de registro respectivo, a fin de poder llevar el control de las actividades realizadas, repuestos utilizados, servicios externos requeridos, entre otras.
4. Se entrega una copia al jefe de Producción, para que este también tenga un registro de todas las actividades de mantenimiento efectuados en la maquinaria de la planta de producción.
5. Cuando se ha terminado la semana de trabajo, el mecánico genera todos los informes necesarios para evaluar el rendimiento del programa de mantenimiento preventivo y archiva las órdenes de trabajos ejecutados para poder llevar un historial propio de cada máquina.

3.7.2. Ficha técnica de registro

En esta ficha se anotan todos los datos técnicos más importantes de cada una de las máquinas de la empresa, esta actividad es realizada por el mecánico encargado del mantenimiento de la planta, la finalidad de esto es tener una referencia rápida sobre los repuestos recomendables y parámetros generales de funcionamiento de las máquinas.

Los datos que se registran en esta ficha son: nombre de la máquina, modelo, serie, ubicación, código, elementos mecánicos más importantes, tipo de lubricación, mantenimientos más frecuentes, proveedor de repuestos recomendado.

Figura 39. **Ficha técnica de registro**

 FICHA TÉCNICA DE REGISTRO			
NOMBRE DE LA MÁQUINA		MODELO:	
SERIE:		CÓDIGO:	
UBICACIÓN		FECHA DE MONTAJE E INSTALACIÓN:	
ELEMENTOS MECÁNICOS MÁS IMPORTANTES		TIPO DE LUBRICANTES A UTILIZAR	
Componentes mecánicos:	NOMBRE	CANTIDAD	
Componentes eléctricos:			
Componentes neumáticos:			
Componentes electrónicos:			
MANTENIMIENTO MÁS FRECUENTES	PROVEEDORES DE REPUESTOS RECOMENDADOS		
	NOMBRE	DIRECCIÓN	TELÉFONO

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

3.7.3. Ficha de control de costos

Esta ficha se utiliza para llevar un control de todos los costos que se incurren al efectuar los distintos trabajos de mantenimiento en las máquinas, esta ficha se llena con la información que se obtiene de las órdenes de trabajo que han sido ejecutadas. El encargado de llevar este control es el jefe de Producción de la planta, debido a que él es el único que autoriza, si un trabajo de mantenimiento es realizado o no.

En este registro también se discriminará en costos ocasionados por el mantenimiento correctivo o por el mantenimiento preventivo. Los datos que contienen esta ficha son: período de informe, número de informe, nombre de la máquina, código de maquinaria, ubicación, costo total en quetzales del mantenimiento preventivo, costo en quetzales del mantenimiento correctivo.

Figura 40. **Ficha de control de costos**

	
<u>CONTROL DE COSTOS</u>	
Informe del _____ al _____	Núm. _____
Nombre de máquina _____	Código _____ Ubicación _____
COSTO POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO	TOTAL (Quetzales)
COSTO POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO	TOTAL (Quetzales)
TOTAL (Quetzales)	

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

3.7.4. Ficha de contratación de personal externo

Este documento se utiliza a fin de tener un control de todas las empresas o personas externas contratadas, en todos los trabajos de mantenimiento que así lo requieran. Se podrá tener una información concreta de la forma que realizan sus trabajos, los precios que solicitan y de esta manera poder evaluarlos y elegir a los que convengan más para los intereses de la empresa.

Los datos que contiene son: fecha, número correlativo de ficha, nombre de la empresa o persona contratada, servicios brindados, costo por servicio prestado, calificación respectiva y observaciones.

Figura 41. Ficha de contratación de personal externo

 CONTRATACIÓN DE PERSONAL EXTERNO			
Fecha de contratación: _____		Núm. _____	
NOMBRE DE EMPRESA O PERSONA CONTRATADA	SERVICIOS PRESTADOS	FECHA DE ENTREGA	
CALIFICACIÓN DE TRABAJO			
CALIDAD	CANTIDAD	PRECIO	FECHA DE ENTREGA
OBSERVACIONES: _____			

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

3.7.5. Ficha de control de órdenes de trabajo

Esta ficha se utiliza para poder llevar un control minucioso y detallado de todas las órdenes de trabajo que se efectúa o se efectuaron durante un período de tiempo específico. Esto con la finalidad de poder tener parámetros que permitan evaluar el rendimiento y eficiencia de todos los trabajos de manteniendo que se llevan a cabo en la empresa.

Los datos que contiene son: período de informe, número de orden de trabajo, maquinaria trabajada, encargado de ejecución, fecha planeada, fecha realizada, observaciones.

Figura 42. **Ficha de control de órdenes de trabajo**

		<u>CONTROL DE ÓRDENES DE TRABAJO</u>		
Informe del _____ al _____		Núm. _____		
Núm. Orden	Máquina	Encargado	Fecha planeada	Fecha realizada
Observaciones: _____				

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

3.8. Planificación y anticipación de inventarios de repuestos

Es necesario llevar un control de los repuestos más utilizados, la frecuencia con la cual son reemplazados o requeridos, esto se hace con la intención de tomar la decisión de qué repuestos se deben comprar y cuándo debe efectuarse la compra, con el objetivo de que el día que se realice el mantenimiento preventivo se cuente con ellos, para que dicho mantenimiento pueda realizarse en la forma que se planificó.

También ayuda a disminuir los costos, al no tener un inventario voluminoso de repuestos, ya que esto crea estancamiento del capital pudiéndose utilizar estos recursos económicos en áreas más productivas.

3.8.1. Stock mínimo de repuestos, materiales y herramientas

Debido a que actualmente el tipo de mantenimiento aplicado a la maquinaria de la empresa NSCI, S. A., es el correctivo, no se tiene un registro histórico del consumo de los repuestos, ya que estos se compran a medida que se vayan requiriendo en el mantenimiento aplicado.

Con la experiencia de los operarios se logró establecer un listado de los repuestos más utilizados o las herramientas requeridos en los mantenimientos a la maquinaria. Con este listado, se iniciará un historial para cada repuesto a partir de la implementación del programa de mantenimiento preventivo, con la finalidad de establecer el control de inventarios de repuestos, materiales y herramientas.

Por el momento se propone iniciar con una mínima cantidad de cada repuesto y conforme el programa avance se podrá establecer definitivamente un *stock* de repuestos.

3.9. Capacitación al personal

La empresa debe considerar la capacitación y entrenamiento del personal como actividades prioritarias, para lograr así el desarrollo y desempeño profesional de su planilla y por supuesto, mejorar el nivel de producción. El personal administrativo determinará la metodología a emplear para el desarrollo de la capacitación y entrenamiento del personal, de acuerdo con las necesidades que se observen en la empresa. Con la capacitación del personal, la empresa NSCI, S. A., busca:

- Lograr una ejecución más eficiente de las tareas de mantenimiento
- Mejorar la productividad de las operaciones de la empresa
- Mejorar la capacidad técnica del personal
- Mejorar el manejo del equipo

En ese sentido, la empresa solicitará información de cursos técnicos a diversas empresas como el INTECAP, entre otros y se procederá a enviar al personal para capacitarlos.

3.10. Reducción de costos en la planta

El objetivo primordial de cualquier empresa es la reducción de costos en todas sus operaciones pero sin descuidar la calidad del producto y servicio que se presta a los clientes. Esto se logra en la empresa al momento de realizar las siguientes acciones:

- Eliminar tareas innecesarias por medio de las actividades preventivas, realizando una adecuada selección tanto del personal que lo llevará a cabo como de las herramientas necesarias; lo cual permitirá tener un ahorro en el tiempo de ejecución del mantenimiento, mayor productividad de la mano de obra, evitando tiempos adicionales de trabajo.
- Llevar un buen control de repuestos e insumos a utilizar, como lo es, contar con los repuestos realmente necesarios, manteniendo un *stock* bastante liviano de los mismos. Realizar las compras unos días antes de las actividades de mantenimiento, para evitar retrasos en la ejecución del mantenimiento por falta de algún repuesto.
- Las revisiones e inspecciones serias y objetivas sobre cómo se está llevando a cabo el mantenimiento preventivo, dará como resultado una maquinaria en buen funcionamiento y estado, disminuyendo así la mala calidad en la producción, evitando de esta forma, pérdidas por desperdicios de materia prima, es otra forma de reducir los costos.

4. FASE DE DOCENCIA

4.1. Presentación del proyecto a trabajadores

La presentación del proyecto a los trabajadores, se hará en dos fases, las cuales deben ser apoyadas en un 100 % por la Gerencia de la empresa, a fin de evitar malas interpretaciones por parte del personal operativo de planta. Este anuncio dará a conocer que la Gerencia apoya en su totalidad, lo necesario para la implementación del nuevo programa de mantenimiento preventivo.

- Primera Fase: presentación teórica del proyecto, dando a conocer la importancia de la introducción e implementación a corto plazo del programa de mantenimiento en todas las máquinas de la planta y también conceptos fundamentales y básicos respecto al mantenimiento industrial. Se realizarán varias presentaciones, apoyados con equipo audiovisual.
- Segunda Fase: aplicación práctica, esto en un porcentaje del programa de mantenimiento hacia las máquinas, a fin de familiarizarse con las rutinas de mantenimiento y dando a conocer de esta forma las actividades más básicas a realizar por el personal operativo. Se realizarán cuando las órdenes de producción sean mínimas, a fin de tener suficiente tiempo y hacerlo de una manera correcta.

4.2. Adiestramiento y capacitación

Para efectuar cualquier trabajo se debe tener la capacidad de hacerlo, debido a esto, es vital que el personal encargado del mantenimiento y los propios operarios de la empresa NSCI, S. A., tengan las habilidades ideales y

puedan ser capaces y responsables para desarrollar las actividades de reparación y mantenimiento en los equipos de la planta.

La metodología a utilizar en este proceso enseñanza-aprendizaje se presenta a continuación:

- Interactiva: con la única finalidad de establecer una dinámica entre los miembros de la empresa y el docente para integrar los aprendizajes y experiencias, que permitan la mejor comprensión de los temas a tratar.
- Participativa: para que las personas involucradas se sientan parte integrales de este proceso de capacitación y de esta forma poder aportar cualquier información que sea gran utilidad para ambas partes, empleados y organización.
- Formativa: los trabajadores de la planta, tienen el deber de observar normas de conducta preestablecidas dentro y fuera del lugar del adiestramiento, mejorar el ambiente, desarrollar sus tareas y mantener una relación de cooperación y respeto.

4.2.1. Reuniones de sensibilización

Debe ser necesario, para que este programa vaya en marcha, hacerle ver a todos los operarios, que al implementar este nuevo sistema de mantenimiento a la maquinaria, no siempre se va a generar recortes de personal o reducciones de salario; sino que por el contrario será benéfico para ellos, debido a que con la implementación de este plan de mantenimiento, traerá grandes beneficios para la empresa y al crecer la empresa están asegurando un mejor salario y unas condiciones de trabajo más seguras y de mejor calidad.

4.2.2. Talleres

Los talleres serán impartidos con el único objetivo de introducir más a todo el personal de la empresa NSCI, S. A., en relación al programa de mantenimiento que se va a implementar. Se recomienda varios talleres de capacitación que brinde al personal los conocimientos necesarios para la comprensión y aplicación del programa de mantenimiento preventivo, por lo que este tipo de capacitación deberá contener la siguiente información:

- Tipo de mantenimiento que se llevará a cabo en la maquinaria de la empresa.
- Definición de cada formato de ficha control, así como la presentación del diseño del mismo.
- Enseñar al personal de cómo llenar e interpretar cada formato de ficha de control.
- El procedimiento para la utilización de los mismos.
- Presentación de las actividades de mantenimiento a realizar en la maquinaria de la empresa.
- Presentación de las rutinas de mantenimiento en la maquinaria industrial.

Un conocimiento deficiente en la utilización como la aplicación de esta información, puede ocasionar la falta de interés en el personal para aplicar el mantenimiento preventivo o tener una mala interpretación de los mismos.

4.2.3. Charlas directas

Se llevará a cabo con todo el personal, al momento de efectuarse alguna actividad o rutina de mantenimiento en la maquinaria. Esto con la finalidad de orientar sobre alguna deficiencia en la aplicación de las tareas del programa de mantenimiento.

Se tendrá una comunicación directa y eficaz con el personal encargado del mantenimiento de la maquinaria como también con el personal operativo, a fin de poder identificar posibles factores negativos que influyan sobre la implementación adecuada del nuevo sistema de mantenimiento. Se obtendrá información importante sobre posibles cambios en el programa, como también sugerencias y comentarios del personal, quienes son los responsables directos de que la implementación del proyecto sea un éxito.

4.2.4. Capacitación constante

La capacitación constante del personal de la empresa es vital debido al papel fundamental que estos desempeñan, estos programas de capacitación consiste en los siguientes aspectos:

- Explicar y demostrar la forma correcta de realizar las actividades de mantenimiento.
- Ayudar al personal a desempeñarse bajo supervisión.
- Permitir que el personal se desempeñe solo, en las actividades y rutinas de mantenimiento programado.
- Evaluar el desempeño laboral demostrado.
- Capacitación de personal según los resultados de la evaluación.

Es posible que haya que repetir estos pasos varias veces antes de que un empleado capte correctamente lo que debe hacer. Cuando el empleado ha asimilado estos pasos, este puede realizar un paso más en este ciclo:

- Afianzar sus conocimientos capacitando a otra persona.

Hay una gran diferencia entre explicar a un empleado cómo se hace una tarea y transmitir conocimientos teóricos y prácticos con éxito. Aún después de una demostración, los trabajadores pueden cometer errores al tratar de repetir el proceso. Algunos conceptos son difíciles de aprender; otros exigen mucha práctica. Durante la capacitación del personal, es necesario:

- Evaluar constantemente el nivel de comprensión;
- Adecuar el nivel de capacitación según el grupo de participantes.
- Presentar un número limitado de conceptos por vez.
- Separar las tareas de aprendizaje en varios conceptos simples.
- Involucrar a todos los empleados relacionados (para que todos participen activamente, no solo observar la demostración de un individuo).
- Utilizar material visual y estimular a los participantes para que hagan preguntas sobre el tema.

Como en cualquier evento relacionado con el aprendizaje, los trabajadores van a sentirse más cómodos si el encargado es amable y les demuestra paciencia. Los elogios honestos y merecidos también ayudan.

Durante la capacitación de personal, las explicaciones y demostraciones son muy importantes, pero los empleados recordarán mejor la información si la aplican. Lamentablemente, este paso se elimina muy a menudo porque ocupa

tiempo. Y también porque el observar a un trabajador que hace la tarea con dificultad requiere paciencia. En las primeras etapas, los métodos prácticos rinden mejores resultados que los teóricos.

Las explicaciones deben ser breves y simples, es necesario animar a los trabajadores a hacer y contestar preguntas. De este modo se comprueba la comprensión del tema expuesto. A medida que los conocimientos vayan mejorando, aumenta la importancia de la teoría.

La ayuda que se prestan los trabajadores entre sí afianza sus conocimientos y acorta el período necesario para la capacitación de todos ellos. De este modo, el supervisor puede dedicarse a otras tareas. Muchos trabajadores aprecian y disfrutan de la responsabilidad y prestigio de capacitar a sus compañeros.

4.3. Definir encargados en ejecución de tareas

Para poder llevar un mejor control del programa de mantenimiento que se implementará en la empresa, es necesario definir a los encargados en la ejecución de las actividades propias del programa, también se incluye las responsabilidades que recaen sobre cada persona, como la respectiva autoridad que estas adquieren, a fin de que la ejecución del nuevo sistema de mantenimiento se realice bajo lineamientos claramente definidos.

4.3.1. Responsabilidad

Las responsabilidades de las personas involucradas directamente con las actividades propias del programa de mantenimiento se describen a continuación:

Tabla XXX. **Responsabilidades de técnico mecánico industrial**

TÉCNICO MECÁNICO INDUSTRIAL
<ul style="list-style-type: none">• Ejecutar las rutinas de mantenimiento para cada maquinaria con la frecuencia definida en el programa de mantenimiento preventivo.• Verificar que las actividades de mantenimiento se realicen de una manera correcta y eficaz.• Autorizar las órdenes de trabajo en algún equipo o maquinaria cuando esta así lo requiera.• Controlar y monitorear que todas las máquinas durante el proceso productivo, funcionen correctamente.• Verificar que los repuestos, materiales y herramientas adquiridas por la empresa para realizar un recambio, reajuste o trabajo de mantenimiento sean de buena calidad y con un costo menor.• Programar paros en la maquinaria para brindar mantenimiento respectivo, que no afecten a la producción de la planta.• Rediseñar posibles cambios en el programa de mantenimiento a fin de que este sea lo más eficiente posible.• Verificar que los trabajos realizados por personas o empresas externas en relación con el mantenimiento sean efectuados de la mejor manera posible.• Llevar el control de todos los trabajos realizadas en cada maquinaria en una bitácora de actividades.• Verificar que los formatos de fichas de control del mantenimiento estén bien llenadas, sin alteraciones y autorizar, las que a él le compete.• Participar y contribuir en las capacitaciones que se requieran, para beneficio de la empresa.• Llevar un control del <i>stock</i> de inventario de repuestos y materiales a fin de que este se mantenga en los niveles óptimos.

Fuente: diseño de programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria.

Tabla XXXI. **Responsabilidades de ayudante de mecánico**

AYUDANTE DE MECÁNICO
<ul style="list-style-type: none">• Ejecutar las actividades de mantenimiento de la mejor manera.• Colaborar en todas las rutinas de mantenimiento de la maquinaria, donde se requiera de un auxiliar para poder llevarse a cabo.• Llenar los pedidos de trabajo correctamente y verificar que los operarios lo hagan de la misma manera.• Trabajar eficientemente a fin de lograr los objetivos que se pretende con el programa de mantenimiento preventivo.• Participar en todas las capacitaciones y talleres a fin de adquirir más conocimientos para poder de esta forma desempeñarse de una mejor manera.

Fuente: diseño de programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria.

Tabla XXXII. **Responsabilidades de personal operativo**

PERSONAL OPERATIVO
<ul style="list-style-type: none">• Reportar cualquier anomalía en las máquinas que manejan en el menor tiempo posible.• Operar correctamente las máquinas a fin de evitar cualquier desperfecto o falla en estas por un mal manejo.• No dañar, rayar, no golpear las máquinas para poder mantenerlos por más tiempo en buenas condiciones.• Colaborar con los trabajos de mantenimiento y efectuar las que se les asigne de una manera eficaz.• Llenar correctamente las órdenes o pedidos de trabajos de mantenimiento para las máquinas.• Participar en todas las capacitaciones y talleres programados a fin de adquirir más conocimientos para poder de esta forma desempeñarse de una mejor manera.

Fuente: diseño de programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria.

4.3.2. Autoridad

Debido a que la estructura organizacional que la empresa maneja, es la lineal o jerárquica, esto quiere decir que entre más alto se esté en el organigrama, más autoridad se tiene para poder dirigir, coordinar y verificar las actividades que los subordinados realicen.

Esta sucesión de autoridad, incluye a los encargados del mantenimiento de las máquinas, en donde el mecánico, es el único que tiene la autoridad necesaria para efectuar las operaciones o actividades que él considere pertinentes y convenientes, al momento de efectuar alguna tarea o trabajo de mantenimiento, y este por supuesto tiene que rendir los resultados al gerente de producción de la planta.

4.4. Tiempo requerido para la implementación

El tiempo de implementación de sistemas de mantenimiento similares en otras empresas varía, por lo cual los resultados de este sistema de mantenimiento preventivo aplicado a la maquinaria en la empresa NSCI, S. A., empezarán a notarse después de seis meses.

Existe una gran cantidad de factores que influyen significativamente en el tiempo de implementación de este sistema de mantenimiento en la empresa.

Entre estos factores podemos mencionar algunas:

- Gran resistencia al cambio
- Aprendizaje de actividades de mantenimiento en las máquinas
- Aprendizaje de utilización de formatos de fichas de control
- Mantenimiento correctivo imprevisto en la maquinaria industrial
- Aplicación total de las rutinas de mantenimiento en las máquinas
- Rutinas de mantenimiento con frecuencia de más de 6 meses

4.5. Bitácora de actividades en maquinaria

Es un registro de las acciones o tareas de mantenimiento que se llevan a cabo en cada una de las máquinas que conforman el sistema productivo de la

empresa NSCI, S. A. En esta bitácora de actividades de mantenimiento se incluye todos los sucesos que tuvieron lugar durante la realización de dichas tarea, las fallas que lo produjeron, los cambios que se introdujeron, el tiempo que la maquinaria estuvo ocioso y los costos que ocasionaron.

4.5.1. Historial de reparaciones

Es un registro cronológico de todas las reparaciones que se le brinda a todas las máquinas de la planta, estos pueden ser relevantes o no. Esto con la finalidad de tener un control de todas las actividades de mantenimiento que han sido realizados, a fin de predecir futuras fallas y tener en bodega los repuestos necesarios.

4.5.1.1. Ficha histórica

Este formato se utiliza para poder almacenar la totalidad de trabajos o tareas de mantenimiento que se ha efectuado en las máquinas o equipos de la planta. Esta ficha debe contener el nombre de la máquina, código, ubicación, elemento trabajado, descripción del trabajo realizado.

También se debe anotar en esta ficha, los repuestos, materiales y herramientas utilizadas en la reparación, el costo de los mismos y las observaciones pertinentes.

Figura 43. Ficha histórica

		FICHA HISTÓRICA	
Nombre de maquinaria _____		Núm. _____	
Código _____			
Ubicación _____			
Fecha de mantenimiento _____			
Trabajo realizado		Elemento trabajado	
Repuestos, insumos y herramientas utilizadas		Costo total incurrido	
Observaciones:			

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

4.5.1.2. Ficha de control de paros

Este formato se utiliza en cada maquinaria de la empresa, para llevar un control detallado de todos los paros que se producen en estos, debido a

problemas de mantenimiento. Los datos que registra este documento son: nombre de la maquinaria, código, ubicación, número correlativo, fecha del paro, motivo del paro, duración del paro, firmas y observaciones.

Figura 44. **Ficha de control de paros**

		FICHA DE CONTROL DE PAROS	
Nombre de maquinaria _____		Núm. _____	
Código _____			
Ubicación _____			
Fecha	Motivo	Duración (tiempo real)	
f. _____		f. _____	
Mecánico		Jefe de Producción	
Observaciones:			

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

4.5.2. Frecuencia de mantenimiento

La decisión de incluir a un equipo o maquinaria en un programa de mantenimiento preventivo planificado, es una decisión que requiere de un análisis exhaustivo, debido a que es de vital importancia determinar el correcto período de intervención o frecuencia de mantenimiento. De lo contrario, pueden generarse pérdidas, básicamente debido a dos tipos de errores:

- **Sobremantenimiento**

El sobremantenimiento se produce cuando el mantenimiento preventivo interrumpe la vida útil y la operación normal de una máquina o equipo sin causa aparente. Por lo tanto la vida útil será totalmente desaprovechada y ocasionará una acumulación innecesaria de actividad de preventivo, que aumentará el gasto. Esto ha provocado en muchas ocasiones desacreditar el mantenimiento preventivo.

- **Submantenimiento**

El submantenimiento ocurre cuando se determinan inadecuadamente los tiempos medios entre las fallas y la programación. Para evitar estos problemas hay que analizar los siguientes aspectos:

- Recomendaciones del fabricante de las máquinas, especialmente en la primera etapa.
- La experiencia adquirida durante la primera etapa del funcionamiento en el mantenimiento correctivo.
- La fiabilidad del equipo realizada a partir de un historial.

- La cantidad de equipos, máquinas y su complejidad.
- Datos estadísticos tomados de plantas o empresas similares.
- Estimación de los costos de preventivos y correctivos.

4.5.2.1. Ficha de informe de trabajos

Este formato se utiliza para poder reportar los trabajos de mantenimiento realizados en cualquiera de las máquinas, queda a discreción del mecánico encargado del mantenimiento, la frecuencia de entrega hacia la Gerencia. Este documento debe contener: período de informe, número correlativo de informe, fecha de ejecución del trabajo, número de orden de trabajo, descripción del trabajo realizado, responsables de la ejecución, repuestos utilizados y costos incurridos.

Figura 45. Ficha de informe de trabajos



INFORME DE TRABAJO

Informe Núm. _____

Período del día _____ mes _____ al día _____
mes _____

Fecha	Núm. de orden de trabajo	Descripción del trabajo	Responsables del trabajo	Repuestos	Costo Incurrido

f. _____
Mecánico

Fuente: elaboración propia, con programa Excel.

4.6. Ejecución del programa de mantenimiento preventivo

Cuando se cuenta con el manual para cada máquina es más fácil realizar las tareas de mantenimiento a cada equipo, pero cuando no se tiene dicho manual se da el problema de no saber ¿Qué partes del equipo se deben inspeccionar y darle el mantenimiento respectivo? y ¿Cada cuánto debe hacerse dichas tareas?

Este es el caso de las máquinas de la planta de producción, ya que estas son hechizas o no poseen manuales de mantenimiento, por lo cual para poder

iniciar con la ejecución del programa de mantenimiento en la empresa, se tiene que realizar con base en la experiencia de los operarios y técnicos e ir afirmando y corrigiendo con la recopilación de la información plasmada en las fichas de control y de esta forma poder determinar que partes, condiciones y variables de la máquina se deben inspeccionar.

Es por ello que para una correcta ejecución del programa de mantenimiento se deben contemplar los siguientes aspectos:

4.6.1. Visitas

Esto consiste en realizar verificaciones periódicas en cada área de trabajo y en cada una de las máquinas y equipos que lo conforman, con la finalidad de determinar la situación o condición en las que se encuentran. Estas visitas deben efectuarse diariamente y no deben sobrepasar de una hora.

Con las visitas lo que se persigue es detectar posibles focos de fallas para su futura programación de reparación o poder efectuar una orden de trabajo de carácter urgente debido a la magnitud de lo observado.

Sirve también para poder observar si los métodos de operación de la maquinaria por parte del trabajador es el adecuado, ya que se ha comprobado que un porcentaje de las fallas es debido al descuido y mal manejo de los equipos por parte del operador. También con las visitas se pueden realizar reparaciones de corta duración pero indispensables para el perfecto funcionamiento de la maquinaria industrial.

4.6.2. Intervenciones preventivas

Las intervenciones preventivas son todas las actividades y rutinas descritas en el programa de mantenimiento a la maquinaria, debido a que con la ejecución de todas estas tareas de mantenimiento en cada una de los equipos que conforman el sistema productivo de la empresa, se estará reparando y previniendo los focos de averías y de esta forma evitar un posible paro, como también lograr que toda la maquinaria esté a un nivel de funcionamiento óptimo.

4.6.3. Reacondicionamiento de elementos mecánicos

Esto consiste en volver a adecuar algún elemento mecánico de los equipos que forman parte del sistema productivo de la planta, de tal forma que funcione nuevamente de acuerdo a su diseño original y si se puede, de mejor manera. Para ello debe existir un estudio técnico previo a su ejecución, un estudio económico en el que se determine si vale la pena el gasto o inversión en reacondicionar determinado elemento.

4.7. Análisis de proveedores de materiales y repuestos

La empresa durante los distintos mantenimientos a efectuar a la maquinaria, requiere de ciertos materiales y repuestos, por lo cual es necesario evaluar a los proveedores de estos, con la finalidad de salvaguardar los propios intereses en la adquisición de productos que llenen los requisitos que se necesitan. En esta evaluación también se incluye a las personas que prestan servicios de mantenimiento, por ejemplo: servicio de torno, servicio de soldadura, chequeo de motores, trabajos eléctricos y electrónicos, entre otros.

Para evaluar a los proveedores se debe establecer métodos razonablemente lógicos y apropiados para determinar su desempeño. Estos deben tenerse definidos antes de realizar intenciones de compra o contratación y deben ser comunicados previamente a los posibles proveedores para que estos, estén conscientes de los requisitos que deben cumplir.

Los factores a calificar a los proveedores y las ponderaciones necesarias son los siguientes:

Tabla XXXIII. Factores y ponderación a proveedores

MATERIALES Y REPUESTOS		SERVICIO DE MANTENIMIENTO	
Factor	Ponderación	Factor	Ponderación
Calidad	25 %	Bueno	50 %
Cantidad	25 %	Regular	25 %
Fecha de entrega	25 %	Malo	0 %
Precio	25 %	Fecha de entrega	25 %
		Precio	25 %

Fuente: NSCI. S. A.

Debido a que los tres primeros factores de los servicios de mantenimiento son subjetivos, estos son mutuamente excluyentes, esto quiere decir que si un trabajo es bueno, automáticamente anula a los otros factores (regular y malo), y a si respectivamente.

Las calificaciones necesarias o requeridas por la empresa NSCI, S. A., se presentan en la tabla XXXVI; esto a fin de poder seguir con la compra de materiales y repuestos con el proveedor evaluado o seguir contratando el servicio de mantenimiento requerido, según sea el caso.

Tabla XXXIV. **Calificaciones requeridas para la empresa**

MATERIALES Y REPUESTOS		SERVICIO DE MANTENIMIENTO	
Calificación	Rango	Calificación	Rango
Óptimo	80 – 100 %	Óptimo	85 – 100 %
Requerido	70 – 80 %	Requerido	75 – 85 %
Crítico	< 70 %	Crítico	< 75 %

Fuente: NSCI, S. A.

Las evaluaciones a los proveedores de materiales y repuestos, como a las personas que prestan servicios de mantenimiento, serán realizadas cada dos meses o según se crea conveniente.

4.8. Evaluación de personal técnico encargado de mantenimiento

Toda actividad para que pueda ser completada con eficacia debe incluir una etapa de evaluación, debido a que evaluar es establecer una apreciación y valorar el desempeño efectuado, en este caso, el realizado por el personal técnico encargado del mantenimiento de las máquinas de la empresa.

Debe efectuarse en un tiempo prudencial, a fin de poder tener indicadores claros sobre el desempeño efectuado y de esta forma poder tomar las acciones necesarias, según sea el caso de los resultados.

Se recomienda una evaluación cada 2 meses, debido a que este es un tiempo prudencial para comprobar si las personas que efectúan las labores de mantenimiento en la empresa, son las idóneas para el cargo o si poseen las

competencias requeridas. Esto es fundamental debido a que estas personas deben efectuar con eficiencia óptima todas las actividades y rutinas de mantenimiento del programa establecido.

4.9. Materiales indispensables en *stock* de repuestos y materiales

Se debe llevar un control estricto de los repuestos e insumos que se utilizan en todas las tareas de mantenimiento, tanto preventivo o correctivo que se ejecutan en la empresa. Esto con el objetivo de generar un historial o registro de consumo de los repuestos y materiales, que son utilizadas por el personal encargado el mantenimiento a la maquinaria y de esta manera establecer las niveles máximos, mínimos y pedido óptimo de cada uno de ellos.

De tal forma que se evite una acumulación excesiva de repuestos que generan gastos elevados e innecesarios, o por el contrario que cuando se necesite en el momento oportuno, no se tenga disponibilidad de su utilización, por falta del repuesto, ya esto también generaría contratiempos innecesarios.

Los repuestos o materiales, la cantidad y período de adquisición deben ser analizados constantemente, para lograr mantener en *stock* de inventarios, únicamente los materiales indispensables para la ejecución correcta y eficaz de las tareas y actividades propias del nuevo programa de mantenimiento.

4.10. Retroalimentación de información sobre mantenimiento

La retroalimentación permite el control de un sistema y que este tome medidas de corrección con base en la información retroalimentada. Para lograr el éxito del programa de mantenimiento, todas las personas de la empresa deben dar y recibir constante información sobre los aspectos más importantes en la ejecución de todas las actividades referentes al programa. De esta manera, estarán en mejores condiciones de ir haciendo los ajustes que sean

necesarios a fin de mejorar la productividad e implementar los cambios necesarios con el correr de los hechos.

4.10.1. Encuestas, sugerencias y comentarios

Para lograr obtener una retroalimentación de información sobre el mantenimiento de las máquinas en la empresa se puede utilizar lo siguiente:

- Encuestas: consiste en reunir datos entrevistando a todo el personal de la planta, utilizando un cuestionario diseñado en forma previa. Esto debe realizarse cada semana, para determinar si el desempeño está dentro de lo previsto y si se está cumpliendo con los objetivos que se persiguen con la implementación de este nuevo programa de mantenimiento.
- Sugerencias: son nuevas ideas o propuestas presentadas por los operarios de la empresa, para que se tenga en consideración a fin de poder mejorar el programa o corregir ciertas deficiencias que se tenga al momento de la implementación del proyecto.
- Comentarios: son observaciones hechas por las personas que participan en el proyecto, debe tomarse en consideración debido a que los propios operarios son los responsables directos del éxito de la implementación.

4.11. Costos por implementación de programa de mantenimiento

Para la implementación del programa de mantenimiento preventivo en la maquinaria de la empresa NSCI, S. A., es necesario realizar una inversión de capital que se traducen en costos. Estos son muy importantes para el desarrollo del programa, debido a que permitirá la adquisición del personal capacitado

para la ejecución de las tareas de mantenimiento, los insumos a utilizar y los repuestos necesarios, a fin de poder realizar todos los trabajos de mantenimiento de una manera eficiente.

A continuación se presentan los rubros más importantes para la implementación del proyecto:

4.11.1. Mano de obra

Para el desarrollo, ejecución y control de las tareas del programa de mantenimiento preventivo, es necesario contratar a una persona que con la experiencia adecuada pueda desempeñar el cargo de mecánico industrial y a su respectivo ayudante, debido a que hay tareas que necesariamente requiere de más de una persona para su ejecución. Los costos de mano de obra se presentan en la tabla XXXV.

Tabla XXXV. **Costo por mano de obra**

RUBRO	COSTO	OBSERVACIONES
MANO DE OBRA DIRECTA		
Técnico Mecánico Industrial	Q5 000,00	Tendrá 2 meses de prueba, a fin de considerar su inscripción en la planilla general de la empresa NSCI, S. A.
Ayudantes de Mecánico	Q2 500,00	Tendrá 2 meses de prueba, a fin de considerar su inscripción en la planilla general de la empresa NSCI, S. A.
Operarios de le empresa	Q150,00	Bonificación incentivo por colaboración en ejecución de tareas de mantenimiento preventivo en la maquinaria.
TOTAL	Q7 650,00	

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

4.11.2. Insumos

Los insumos a utilizar en la implementación del programa de mantenimiento preventivo, incluyen los que se necesitan para llevar el control del programa, como la papelería y útiles a utilizar. Esto debido a que el utilizado actualmente es específicamente para el proceso de producción.

Tabla XXXVI. Costo por insumos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO TOTAL (Q)
Aceite LUBRISA OIL GL-1 90	2 galones	290,00
Aceite Quin Cip	2 galones	745,00
Aceite SAE 80W-90 TEXACO	2 galones	238,50
Aceite Teresso 43 ESSO	5 galones	525,00
Alicate para electricista 7"	1 unidad	45,00
Brocha de 4"	2 unidades	45,60
Caja para herramienta 24" con bandeja	2 unidades	390,00
Capillo con cerdas metálicas	1 unidad	45,00
Cepillo con cerdas plásticas	1 unidad	45,60
Gas o <i>thinner</i>	2 galones	56,00
Grasa Grafitada	1 libra	40,00
Grasa MYSTIK JT-6	1 libra	78,00
Grasa ULTRALUBE	1 libra	94,50
Guantes de cuero	2 pares	135,00
Lija núm. 120	4 hojas	25,00
Linterna de mano	1 unidad	57,50
Llave cola-corona 1 ¼	1 unidad	97,75
Llave cola-corona ½	1 unidad	17,50
Llaves Allen Hexagonal 8-16 mm	1 juego	68,45
Malla metálica (mesh)	1 metro	185,00
Martillo	1 unidad	42,00
Pintura anticorrosivo color verde	1 galón	53,75
<i>Spray</i> lubricante ABRO	1 bote	48,45
Termómetro digital	1 unidad	1 430,00
<i>Wipe</i> o mopa	6 libras	12,75
Hojas de 80 grs.	1 resma	36,00
Bolígrafos y marcadores	1 docena	24,00
TOTAL		5 415,27

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

4.11.3. Repuestos

Mantener en bodega los repuestos necesarios ayudará a minimizar el tiempo de reparación que se invierte en una máquina, debido a la falta de estos.

Debido a los costos que genera mantener en *stock*, una gran cantidad de repuestos, se tendrá únicamente una cantidad mínima suficiente para prevenir estos paros.

Tabla XXXVII. **Costos por repuestos**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO TOTAL (Q)
Abrazaderas núm. 40 2 ¼ - 3"	6 unidades	31,50
Cable núm. 10 (Alta temperatura)	5 metros	12,50
Cojinete 1209 NTN	2 unidades	596,00
Cojinete 6202 22C/2AS	4 unidades	121,00
Cojinete 6202 ZFAG	2 unidades	60,50
Cojinete 6204 Z FAG	4 unidades	158,00
Faja tipo B-53	2 unidades	61,00
Faja tipo B-63	2 unidades	140,00
Faja tipo B-75	2 unidades	97,80
Filtro tipo B-75	2 unidades	300,00
Fusibles (5, 10 A)	1 docena	12,00
Mangueras corrugado (18 cm)	4 unidades	150,20
Resistencia 240 V – 750 W	1 unidad	88,45
Terminales (Alta temperatura)	2 docenas	48,00
Termocoplas tipo J	4 unidades	153,00
Termocoplas tipo K	2 unidades	85,20
Tornillos m6 paso 2	6 unidades	39,30
Total		2 154,45

Fuente: NSCI, S. A.

Tabla XXXVIII. **Costo total por implementación del proyecto**

RUBRO	COSTO (Q)
Mano de obra	7 650,00
Insumos	5 415,27
Repuestos	2 154,45
TOTAL	15 219,72

Fuente: NSCI, S. A.

4.12. Beneficios de la implementación del programa de mantenimiento

Los beneficios que la empresa adquiere por la implementación del programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria son varios, pero entre los más importantes se pueden mencionar:

- La maquinaria e instalaciones son más eficientes, ya que con el plan de mantenimiento preventivo se mantienen en las condiciones deseadas de funcionamiento, lo cual beneficia en gran manera, debido a que los paros no deseados se evitan y el proceso de producción no es interrumpido.
- Se tiene en buen funcionamiento la toda la maquinaria logrando de esta forma, que la producción alcance niveles satisfactorios, ahorro de tiempo y utilizar en forma organizada y aprovechando al máximo el personal de mantenimiento. Esto se logra con la anticipación a los posibles problemas que la maquinaria e instalaciones puedan presentar en un futuro. Esto ayuda a prolongar la vida de la maquinaria e instalaciones.
- Se tendrá un control sistemático sobre todos los trabajos de mantenimiento a realizar, además con la creación de un historial de los trabajos que se realicen a la maquinaria de la empresa, se logrará crear un archivo que facilite la detección de futuras fallas y con ello corregirlas a tiempo.
- Por la planificación que se tiene, se sabe cual es el momento adecuado para realizar las actividades de mantenimiento, lo cual ayuda al momento de ejecutarlas, ya que se conoce con anticipación lo que se va a realizar, el personal que lo va a realizar y los repuestos que se van a utilizar y así

disminuir el tiempo en el cual la máquina permanece fuera de servicio, disminuye también los costos de producción y los recursos humanos.

- Se tiene una reducción de los costos por mantenimiento correctivo ya que con el mantenimiento preventivo se busca mantener el servicio de toda la maquinaria basándose en trabajos que requieren un costo mínimo para su ejecución, con el fin de corregir problemas que de no atenderse, puedan transformarse en un paro de mantenimiento correctivo de alto costo de mantenimiento.

4.13. Control y monitoreo de actividades del programa de mantenimiento

El control y monitoreo de todas las actividades del programa permite seguir el desempeño del proyecto en cada paso de su ejecución, de forma que se pueda identificar los posibles problemas oportunamente y adoptar las acciones correctivas que permitan mantener el proyecto siempre enfocado hacia los objetivos que se pretenden cumplir.

Todo esto es debido a que, un proyecto exitoso no es aquel que no tuvo ningún problema; sino que, es aquel en que los problemas se solucionaron adecuada y oportunamente. Los principales beneficios que se obtiene son:

- Se controla el avance de las rutinas o tareas de mantenimiento en ejecución.
- Se puede comparar el desempeño efectivo de las tareas con lo planeado.
- Es posible medir los resultados reales, en función de lo planeado y corregir fallas.

- Se puede revisar la calidad del trabajo de mantenimiento efectuado o en progreso.

4.14. Verificación de cumplimiento de tareas de mantenimiento

Son visitas presenciales que deben realizarse directamente al punto de trabajo, con la finalidad de asegurar que se cumplan con los métodos y procedimientos específicos, tanto técnicos y prácticas establecidos en el programa de mantenimiento. Los puntos más importantes a tomar en consideración son:

- La tarea de mantenimiento se realice conforme lo indique el programa de mantenimiento de la empresa.
- La tarea de mantenimiento que se esté ejecutando sea la especificada por la orden de trabajo respectivo.
- El personal que está efectuando las tareas de mantenimiento entiende las instrucciones de mantenimiento de las órdenes de trabajo.
- Las personas que realizan los trabajos sean las asignadas o autorizadas.
- Las condiciones de seguridad durante la tarea de mantenimiento cumplan con los requisitos mínimos y recomendados.
- La tarea de mantenimiento que se está efectuando no esté expuesta a condiciones ambientales que puedan causar daño a los componentes.
- Se cumpla con la ejecución de la tarea de mantenimiento en cuestión.

4.15. Evaluación del proyecto de mantenimiento preventivo

A continuación se presenta el análisis costo-beneficio de la implementación del nuevo sistema de mantenimiento a la maquinaria de la

empresa NCSI, S.A., el cual permitirá valorar si el proyecto justifica su realización o si es mejor continuar con las operaciones actuales y de esta forma decidir la conveniencia de llevar a cabo todas las inversiones.

Método actual: el mantenimiento que es aplicado a toda la maquinaria de la empresa es el correctivo, por lo que en la tabla XLI se presenta los costos que se incurre en la empresa al momento de aplicación de este tipo de mantenimiento:

Tabla XXXIX. **Costos de mantenimiento de junio a octubre de 2014**

Año	Mes	Costo de mantenimiento (Q)
2014	Junio	24 336,00
2014	Julio	16 221,87
2014	Agosto	31 664,00
2014	Septiembre	12 226,20
2014	Octubre	22 355,50
2014	Noviembre	27 879,90

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

De la tabla anterior se puede observar que de los seis meses observados, el promedio mensual por costos de mantenimiento correctivo aplicado a las distintas máquinas que conforman el sistema productivo de la empresa es de Q 22 447,24. Esta cantidad representa el beneficio económico que tiene la empresa, debido a que es el ahorro que se tendrá al no incurrir en costos de reparación al aplicar el mantenimiento correctivo en la maquinaria.

Método propuesto: según la tabla XL el costo total por la implementación del plan de mantenimiento preventivo a la maquinaria tomando en consideración la mano de obra, repuestos e insumos, asciende a la cantidad de Q 13 519,72.

Relación Beneficio/Costo = Q 22 447,24/Q15 219,72

Relación Beneficio/Costo = 1,48 > 1, por lo cual el proyecto de mantenimiento en la empresa es rentable.

Además se presenta una comparación entre ambos sistemas de mantenimiento, con la finalidad de conocer las desventajas y ventajas que cada uno de ellos proporciona.

Tabla XL. **Esquema de ventajas y desventajas método actual**

Método Actual		Método Propuesto	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
<p>Se está consciente de que la maquinaria puede fallar en cualquier momento, por lo que se está preparado para atender la avería cuando se presente.</p> <p>La erogación del gasto se produce hasta que la falla ocurre.</p>	<p>No existe un historial de maquinaria, no se puede pronosticar cuando ocurrirá la avería, por lo que puede darse en el momento menos pensado.</p> <p>Al presentarse una falla, puede ocurrir que no solo la pieza que va a fallar resulte rota, sino que también sean dañadas otras piezas que estén en buen estado.</p> <p>Pérdida de tiempo en la producción, durante la atención de la máquina, debido a la falta de repuestos, o por falta de personal.</p> <p>Pérdida en materia prima, debido que las fallas ocasionan defectos en los productos elaborados en ocasiones la destrucción de las unidades fabricadas.</p>	<p>Reduce el tiempo de paro en las líneas de producción permitiendo elevar así los tiempos de fabricación.</p> <p>Optimiza las actividades y hace que las cargas de trabajo del personal de mantenimiento sean más uniformes, debido a que todas las actividades son programadas.</p> <p>Incrementa la calidad de producto que se ofrece, por la disminución de producto defectuoso a causa de las fallas en las máquinas.</p> <p>Disminución de accidentes durante la ejecución de mantenimientos, debido al trabajo programado y no trabajos de emergencia bajo alta presión, para entregar el equipo lo más pronto posible.</p>	<p>No se pueden esperar resultados importantes hasta después de 1 año de implementación del programa de Mantenimiento Preventivo.</p> <p>Inicialmente pueden aumentarse aparentemente los costos de mantenimiento, debido a que se deben seguir programas de frecuencias y fechas calendario que antes no se llevaban a cabo, sino que se trabajaba, hasta que el equipo se dañara.</p>

Fuente: elaboración propia, con programa Word.

4.16. Compromiso y mejora continua

Todo el personal que labora en la empresa se debe concienciar de la gran importancia que conlleva la implementación de este nuevo sistema de mantenimiento, tanto los beneficios personales como de la organización y a la vez comprometerse a brindar toda la ayuda necesaria, a fin de lograr todos los objetivos trazados y propuestos.

La mejora continua se hará con base en la aplicación de una acción cíclica que consta de cuatro fases fundamentales:

Planificar: con base en la situación actual y a los recursos de que se dispone definir plenamente los objetivos que se quieren cumplir con la implementación del programa de mantenimiento, e ir avanzando y asegurando cada uno de ellos.

Ejecutar el programa: una vez fijado el punto de partida y a los objetivos a los que se quiere llegar, se deben gestionar los recursos disponibles para lograrlos.

Controlar: es necesario evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos marcados, el control de los resultados se realizará en comparación con las metas prefijadas.

Actuar: si existen desviaciones entre el modelo prefijado y los resultados, se debe proceder a corregir actuando sobre la planificación y la ejecución, estableciéndose así la retroalimentación del sistema.

CONCLUSIONES

1. Un plan de mantenimiento preventivo en la empresa, es más efectivo que el mantenimiento correctivo aplicado actualmente, ya que se tiene una programación de las actividades que deben efectuarse en cada una de las máquinas con una frecuencia determinada, para anticiparse a cualquier falla o anomalía y mantenerlas en óptimas condiciones de funcionalidad.
2. La metodología del mantenimiento preventivo tuvo como apoyo la experiencia y las necesidades manifestadas por cada uno de los operarios en las diferentes máquinas, así como el personal técnico administrativo, el cual permitió concientizar e involucrarlos, creando de esta manera una metodología apegada a la realidad de la empresa.
3. El poco interés y apoyo por parte de la Gerencia General, y la falta de presupuesto respecto al mantenimiento de las máquinas, se refleja en los constantes paros de producción por fallas en los equipos, ya que no se le brinda el mantenimiento adecuado y necesario.
4. A través de las rutinas de mantenimiento se podrán planificar el mantenimiento preventivo de las diferentes máquinas, estimando el tiempo en cada una de ellas como el momento oportuno para su ejecución, lo cual repercutirá a favor de los costos de la empresa, minimizando los costos de un mantenimiento correctivo.

5. La poca capacitación y motivación hacia el personal operativo, generará una desatención total respecto al cuidado y mantenimiento de las máquinas, ya que no existe interés por parte de los empleados en colaborar para el mantener los equipos en buen estado.
6. A través de las rutinas de mantenimiento, se podrá dirigir y controlar las actividades a realizar en el proceso de mantenimiento preventivo, por medio de estas rutinas se podrán detectar las posibles causas para evitar fallas futuras en el equipo, proporcionando una mayor vida útil de los repuestos o accesorios y de esta manera sustituyendo en mayor proporción al mantenimiento correctivo que de alguna manera actualmente se realiza a la empresa.
7. La contratación de personal propio encargado del mantenimiento, es de gran beneficio para la empresa, ya que anteriormente por pequeños fallos que se presentaban, se contrataba a una persona externa para repararlas, y nadie podía verificar la calidad del trabajo por desconocimiento total de los trabajos de mantenimiento.
8. Se realizó una recopilación de datos sobre el consumo actual que la empresa tiene de los diferentes recursos de la planta, esto con el fin de encontrar las áreas de oportunidad que se pueden mejorar para disminuir el consumo irracionado del agua, energía y materiales. Las acciones que se realizaron obtuvieron resultados interesantes para poder definir que sí se logró un ahorro, después de llevar paso a paso las opciones para realizar un ahorro energético real.

RECOMENDACIONES

A Gerencia:

1. Aprobar inmediatamente los diferentes formatos de mantenimiento, en coordinación con el jefe de taller de mantenimiento, el jefe de Producción y los operarios, así como el personal administrativo involucrado directa e indirectamente en el mantenimiento, con el objetivo de realizar mejor el trabajo de mantenimiento preventivo.
2. Realizar un análisis sobre la ubicación y distribución de equipo y maquinaria, con el fin de determinar las áreas seguras para el trabajador, ya que debido a la falta de espacio en la planta de producción, el área y puestos de trabajo están desorganizados, generando de esta forma condiciones inseguras de trabajo.
3. Realizar en forma periódica la capacitación del personal de mantenimiento, para aumentar la eficiencia en su desempeño, y mantener una actualización en todos los aspectos que se relacionen con el mantenimiento industrial.

Al Departamento de Mantenimiento:

4. Implementar a la mayor brevedad los formatos de trabajo propuestos tales como: hojas de paro, historial de mantenimiento, fichas técnicas, requisiciones, con el objetivo de recopilar, toda aquella información que servirá de base para la comparación de un mantenimiento actual, *versus*

un mantenimiento preventivo planificado e iniciando de esta manera las bases de este último.

5. Planificar todas las actividades de mantenimiento preventivo a partir de la ficha técnica de los equipos y especificaciones del fabricante.
6. Determinar junto al Departamento de Compras, la importancia que tiene la implementación de un *stock* de repuestos para cada área del departamento de mantenimiento.
7. Revisar constantemente el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria, a fin de actualizarlo y mejorarlo en los aspectos que sean convenientes para generar resultados más eficaces; significa revisar las actividades y rutinas de mantenimiento, su frecuencia de aplicación y el tiempo de ejecución.
8. La capacitación del personal encargado del mantenimiento a las máquinas, debe realizarse en forma periódica, para aumentar la eficiencia en su desempeño, y mantenerlos actualizados en aspectos que se relacionen con el mantenimiento del tipo de maquinaria industrial que se tiene en la planta.
9. Involucrar a todos los trabajadores, para que asuman un papel participativo dentro del programa de salud y seguridad ocupacional, a través de la capacitación, difusión del programa y cumplimiento de las normas preventivas que se establezcan en la empresa para el desarrollo de las actividades operativas.

10. Contemplar el desarrollo de coordinadores de mantenimiento en cada área de trabajo, para establecer una relación directa con los supervisores y jefe de Mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. BACA URBINA, Gabriel. *Introducción a la ingeniería industrial*. México: Patria, 2007. 401 p. ISBN: 978-970-817-077-2.
2. DOUNCE V., Enrique. *La administración en el mantenimiento*. México: CECSA, 1982. 185 p. ISBN: 9682602726.
3. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. *Administración del mantenimiento industrial*. Guatemala: INTECAP, 2005. MT.3.11.8-241/05. 110 p.
4. PANDO, Raúl R. *Manual gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa, 1996. 162 p.
5. RUA, Francisca D. *Manual de manejo y mantenimiento de compresor Schulz*. Brasil: Novis Pointe, 2009. 43 p.
6. TORRES, D. Leandro. *Mantenimiento, su implementación y a la introducción de mejoras en la producción*. 2a ed. Argentina: Editorial Universitas, 2006. 240 p.
7. VILLATORO SHACK, Laura. *Conservación del agua, aire y energía*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 125 p.

