



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

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA DEL CAMBIO DE  
BOBINA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DETERGENTE, INDUSTRIA LA POPULAR, S.A.**

**Thania Anahí Rocha Avila**

Asesorado por la M.Sc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, julio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA DEL CAMBIO DE  
BOBINA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DETERGENTE, INDUSTRIA LA POPULAR, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**THANIA ANAHÍ ROCHA AVILA**

ASESORADO POR LA M.SC. INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA MECÁNICA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
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:

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA DEL CAMBIO DE BOBINA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DETERGENTE, INDUSTRIA LA POPULAR, S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 26 de julio de 2021.



**Thania Anahí Rocha Avila**

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 23 de marzo de 2023.  
REF.EPS.DOC.156.03.2023.

Ingeniero  
Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Thania Anahí Rocha Avila, Registro Académico No. 201612410** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA DEL CAMBIO DE BOBINA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DETERGENTE, INDUSTRIA LA POPULAR, 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”

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano  
**Asesora-Supervisora de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZdS/ra

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 24 de marzo de 2023.  
REF.EPS.D.117.03.2023

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORAR EL CAMBIO DE BOBINA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DETERGENTE, INDUSTRIA LA POPULAR, S.A.**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Thania Anahí Rocha Avila** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora 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. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

OAH /ra

REF.REV.EMI.025.023

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA DEL CAMBIO DE BOBINA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DETERGENTE, INDUSTRIA LA POPULAR, S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Thania Anahí Rocha Avila**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272  
Periodo: abril a junio año 2023

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2023.

/mgp



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.166.EMI.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA DEL CAMBIO DE BOBINA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DETERGENTE, INDUSTRIA LA POPULAR, S.A.**, presentado por: **Thania Anahí Rocha Avila**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272  
Periodo: julio a diciembre año 2023

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial


Guatemala, julio de 2023.




LNG.DECANATO.OI.569.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA DEL CAMBIO DE BOBINA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DETERGENTE, INDUSTRIA LA POPULAR, S.A.**, presentado por: **Thania Anahí Rocha Avila**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Decano a.i.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DECANO a.i.  
Facultad de Ingeniería  
★

Guatemala, julio de 2023

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por su infinito amor y misericordia en mi vida, por guardarme, inspirarme y ayudarme en todo.
- Mis padres** Eduardo Rocha e Ingrid Avila. Por amarme, apoyarme, motivarme e inspirarme a ser mejor persona.
- Mis hermanos** Nancy, Marilyn, Cynthia y Eduardo José Rocha. Por alegrar mis días y apoyarme.
- Mis abuelas** Ana Interiano y María de Jesús. Por su amor incondicional.
- Mi bisabuela** Isabel Ruiz de Interiano (q. e. p. d.). Por su ejemplo de amor e inspirarme a ser una mejor persona.
- Mi familia** Por ser una importante influencia en mi carrera y en mi vida.
- Mis amigos** Por todo el apoyo y los momentos vividos.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por siempre superar mis expectativas de metas personales y profesionales.
<b>Mis padres</b>	Eduardo Rocha e Ingrid Avila. Por ser pilares fundamentales en mi vida.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la institución que me enseñó y formó. Orgullosamente Sancarlista.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por formarme como ingeniera, en especial a la escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Lesly Crispin, Gustavo Figueroa, Beverly Guzmán, Jairo García, Daniel Arriola, José Luis Muy, Enrique Ramírez, Eduardo Chacón y demás amigos que me apoyaron, motivaron y alegraron mis días durante la carrera.
<b>M.sc. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña</b>	Por su asesoramiento y apoyo durante el proceso de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XV
GLOSARIO .....	XVII
RESUMEN .....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA INDUSTRIA LA POPULAR, S.A..	1
1.1. Descripción .....	1
1.2. Visión .....	3
1.3. Misión.....	4
1.4. Valores.....	4
1.5. Estructura organizacional .....	5
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DETERGENTE.....	11
2.1. Análisis de la situación actual.....	11
2.1.1. Análisis FODA.....	11
2.1.2. Diagrama de Ishikawa .....	23
2.1.3. Análisis del mantenimiento .....	28
2.1.3.1. Personal .....	28
2.1.3.2. Análisis de los equipos.....	30
2.1.3.2.1. Listado de equipos.....	30
2.1.3.2.2. Clasificación de activos	43

	2.1.3.2.3.	Codificación .....	44
	2.1.3.2.4.	Criticidad .....	55
	2.1.3.2.5.	Jerarquía.....	59
	2.1.3.2.6.	Fichas técnicas .....	59
	2.1.3.2.7.	Frecuencias .....	65
	2.1.3.2.8.	Catálogo de fallas .....	65
	2.1.3.2.9.	Formatos.....	119
	2.1.3.3.	Indicadores de mantenimiento .....	120
2.2.		Propuesta de plan de mantenimiento .....	121
	2.2.1.	Personal.....	122
	2.2.2.	Plan de mantenimiento .....	122
	2.2.2.1.	Clasificación de activos .....	122
	2.2.2.2.	Codificación .....	139
	2.2.2.3.	Criticidad.....	152
	2.2.2.4.	Jerarquía .....	161
	2.2.2.5.	Fichas técnicas.....	171
	2.2.2.6.	Frecuencias .....	183
	2.2.2.7.	Formatos .....	190
	2.2.2.8.	Tareas de mantenimiento .....	192
	2.2.2.9.	Bombas .....	192
	2.2.2.9.1.	Centrífugas .....	193
	2.2.2.9.2.	Neumáticas .....	196
	2.2.2.9.3.	Desplazamiento positivo.....	199
	2.2.2.10.	Filtros .....	203
	2.2.2.10.1.	Magnéticos.....	204
	2.2.2.10.2.	Gemelos.....	205
	2.2.2.11.	Bandas .....	207
	2.2.2.11.1.	Transportadoras .....	207

	2.2.2.11.2.	Pesadoras.....	212	
	2.2.2.12.	Paneles eléctricos .....	216	
		2.2.2.12.1.	Operacional..... 216	
		2.2.2.12.2.	Potencia .....	216
	2.2.2.13.	Motor eléctrico .....	219	
	2.2.2.14.	Motorreductor .....	221	
	2.2.2.15.	Tanque.....	224	
	2.2.2.16.	Tolva .....	226	
	2.2.2.17.	Manifold .....	227	
	2.2.2.18.	Manifold .....	229	
	2.2.2.19.	Cono de secado .....	231	
	2.2.2.20.	Ciclón.....	232	
	2.2.2.21.	Compresores .....	233	
	2.2.2.22.	Mezclador .....	236	
	2.2.2.23.	Máquinas llenadoras .....	238	
	2.2.2.24.	Máquinas enfardadoras.....	241	
	2.2.2.25.	Anillo de limpieza.....	245	
	2.2.2.26.	Horno .....	248	
	2.2.2.27.	Quemador de combustión .....	250	
	2.2.2.28.	Tornillo dosificador .....	253	
	2.2.2.29.	Autoclave .....	255	
	2.2.2.30.	Polipasto .....	258	
	2.2.2.31.	Molino .....	261	
	2.2.2.32.	Válvula rotativa .....	263	
2.3.		Indicadores de mantenimiento.....	265	
2.4.		Costos del plan de mantenimiento .....	267	
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN. DISEÑO DE LA MEJORA DEL CAMBIO DE BOBINA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DETERGENTE .....	269	

3.1.	Análisis de la situación actual.....	269
3.1.1.	Diagrama de Ishikawa .....	269
3.1.2.	Descripción del área .....	276
3.1.3.	Descripción del proceso .....	279
3.1.3.1.	Tiempos del proceso .....	281
3.1.3.2.	Diagramas del proceso .....	292
3.1.4.	Análisis de la capacidad de las tolvas de detergente.....	293
3.2.	Propuesta de la mejora del cambio de bobina de empaque..	293
3.2.1.	Diseño del área de empaque .....	293
3.2.2.	Descripción del proceso .....	297
3.2.2.1.	Tiempos del proceso .....	300
3.2.2.2.	Diagramas del proceso .....	310
3.2.3.	Capacidad de las tolvas de detergente .....	312
3.3.	Costos de la mejora .....	341
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN.....	343
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación .....	343
4.2.	Plan de capacitación.....	346
4.3.	Resultados del plan .....	354
4.4.	Costos del plan .....	362
	CONCLUSIONES.....	365
	RECOMENDACIONES .....	369
	REFERENCIAS .....	371
	ANEXOS.....	373

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa Industria La Popular, S.A. ....	3
2.	Organigrama de la empresa Industria La Popular, S.A. ....	9
3.	Diagrama de Ishikawa. ....	25
4.	Orden de trabajo.....	29
5.	Distribución de equipos en planta en el nivel 1 .....	30
6.	Distribución de equipos en planta en el nivel 2 .....	31
7.	Distribución de equipos en planta en el nivel 3 .....	31
8.	Tipo de codificación significativa alfanumérica.....	44
9.	Panel eléctrico operacional área de post adición .....	59
10.	Tanque de perfume 1 área de post adición .....	60
11.	Ficha técnica de un motor eléctrico .....	60
12.	Ficha técnica de un motor eléctrico .....	61
13.	Ficha técnica de ventilador .....	61
14.	Ficha técnica de motorreductor .....	62
15.	Ficha técnica de motor eléctrico .....	62
16.	Ficha técnica de motor eléctrico .....	63
17.	Motor eléctrico área de post adición.....	63
18.	Motorreductor área de post adición .....	64
19.	Ficha técnica de banda transportadora .....	64
20.	Formato de reporte de turno actual .....	120
21.	Indicador de disponibilidad .....	121
22.	Codificación de la máquina enfardadora .....	152
23.	Ficha técnica máquina llenadora .....	172



24.	Ficha técnica del panel eléctrico operacional.....	173
25.	Ficha técnica de la bomba de agua de enfriamiento.....	174
26.	Ficha técnica del panel eléctrico de potencia.....	175
27.	Ficha técnica del motorreductor del mezclador M2.....	176
28.	Ficha técnica del puente de grúa de silicato .....	177
29.	Ficha técnica del motorreductor del mezclador M1.....	178
30.	Ficha técnica de la banda pesadora de soda.....	179
31.	Ficha técnica del mezclador rotativo .....	180
32.	Ficha técnica del quemador de horno .....	181
33.	Ficha técnica de banda transportadora .....	182
34.	Formato de reporte de turno .....	190
35.	Formato de rutas de lubricación .....	191
36.	Formato de rutas VOSO .....	192
37.	Tareas de mantenimiento predictivo para la bomba centrífuga .....	194
38.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor para la bomba centrífuga	195
39.	Tareas de mantenimiento predictivo para la bomba neumática .....	197
40.	Tareas de mantenimiento preventivo menor para la bomba neumática .....	198
41.	Tareas de mantenimiento predictivo para la bomba desplazamiento positivo.....	200
42.	Tareas de mantenimiento preventivo menor de bombas desplazamiento positivo.....	201
43.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor de bombas desplazamiento positivo.....	202
44.	Tareas de mantenimiento predictivo de filtros magnéticos .....	204
45.	Tareas de mantenimiento predictivo de filtros gemelos.....	206
46.	Tareas de mantenimiento predictivo para las bandas transportadoras	208
47.	Tareas de mantenimiento preventivo menor para bandas transportadoras.....	209

48.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor para bandas transportadoras.....	211
49.	Tareas de mantenimiento predictivo para bandas pesadoras .....	212
50.	Tareas de mantenimiento preventivo menor para bandas pesadoras..	214
51.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor para bandas pesadoras..	215
52.	Tareas de mantenimiento predictivo a paneles eléctricos .....	217
53.	Tareas de mantenimiento preventivo menor a paneles eléctricos .....	218
54.	Tareas de mantenimiento predictivo a motores eléctricos .....	219
55.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor a motores eléctricos.....	220
56.	Tareas de mantenimiento predictivo a motorreductor .....	222
57.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor a motorreductor.....	223
58.	Tareas de mantenimiento predictivo a tanques.....	225
59.	Tareas de mantenimiento predictivo a tolvas .....	226
60.	Tareas de mantenimiento predictivo a tolvas .....	228
61.	Tareas de mantenimiento predictivo a manifold.....	230
62.	Tareas de mantenimiento predictivo a cono de secado.....	231
63.	Tareas de mantenimiento predictivo a ciclón .....	232
64.	Tareas de mantenimiento predictivo a compresores.....	233
65.	Tareas de mantenimiento preventivo menor a compresores .....	234
66.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor a compresores .....	235
67.	Tareas de mantenimiento predictivo a mezcladores .....	236
68.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor a mezcladores.....	237
69.	Tareas de mantenimiento predictivo a máquinas llenadoras .....	238
70.	Tareas de mantenimiento preventivo menor a máquinas llenadoras ...	239
71.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor a máquinas llenadoras....	240
72.	Tareas de mantenimiento predictivo a máquinas enfardadoras .....	241
73.	Tareas de mantenimiento preventivo menor a máquinas enfardadoras.....	242

74.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor a máquinas enfundadoras.....	244
75.	Tareas de mantenimiento predictivo al anillo de limpieza.....	245
76.	Tareas de mantenimiento preventivo menor al anillo de limpieza .....	246
77.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor al anillo de limpieza .....	247
78.	Tareas de mantenimiento predictivo a horno de combustión .....	248
79.	Tareas de mantenimiento preventivo menor a horno de combustión ...	249
80.	Tareas de mantenimiento predictivo a quemador de combustión .....	250
81.	Tareas de mantenimiento preventivo menor a quemador de combustión.....	251
82.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor a quemador de combustión.....	252
83.	Tareas de mantenimiento predictivo al tornillo dosificador .....	253
84.	Tareas de mantenimiento preventivo menor a tornillo dosificador.....	254
85.	Tareas de mantenimiento predictivo a autoclaves .....	255
86.	Tareas de mantenimiento preventivo menor a autoclaves.....	256
87.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor a autoclaves.....	257
88.	Tareas de mantenimiento predictivo a polipastos .....	258
89.	Tareas de mantenimiento preventivo menor a polipastos.....	259
90.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor a polipastos.....	260
91.	Tareas de mantenimiento predictivo a molino pulverizador .....	261
92.	Tareas de mantenimiento preventivo mayor a molino pulverizador.....	262
93.	Tareas de mantenimiento predictivo a válvula rotativa .....	263
94.	Tareas de mantenimiento preventivo menor a válvula rotativa.....	264
95.	Diagrama de Ishikawa. ....	272
96.	Plataforma actual vista planta.....	277
97.	Plataforma actual vista isométrico .....	278
98.	Espacio entre líneas de empaque .....	278
99.	Desnivel entre las plataformas .....	279

100.	Diagrama de flujo del proceso de cambio de bobina de empaque .....	292
101.	Plataforma propuesta vista planta .....	295
102.	Plataforma propuesta vista isométrica.....	296
103.	Troquet.....	298
104.	Diagrama de flujo mejorado del proceso de cambio de bobina de empaque.....	311
105.	Diseño de la tolva 1 .....	316
106.	Diseño de la tolva 2.....	318
107.	Diseño de la tolva 3.....	320
108.	Diseño de la tolva 4.....	322
109.	Diseño de la tolva 5.....	324
110.	Diseño de la tolva 6.....	326
111.	Diseño de la tolva 7 .....	328
112.	Diseño de la tolva 8.....	330
113.	Diseño de la tolva 9.....	332
114.	Diseño de la tolva 10.....	334
115.	Identificación de la capacidad de las tolvas .....	341
116.	Diseño para encuesta para DNC .....	343
117.	Plan de capacitación anual .....	353
118.	Diapositivas utilizadas durante la capacitación de bloqueo y etiquetado de equipos.....	355
119.	Formato de diploma de capacitación sobre bloqueo y etiquetado de equipos.....	356
120.	Listado de control de asistencia para la capacitación bloqueo y etiquetado de equipos.....	357
121.	Capacitación bloqueo y etiquetado de equipos.....	358
122.	Diapositivas utilizadas durante la capacitación De metodología DICAR.....	359
123.	Formato de diploma de capacitación sobre la metodología DICAR.....	360

124.	Listado de control de asistencia para la capacitación sobre la metodología DICAR.....	361
125.	Fotografía de capacitación metodología DICAR. ....	362

## TABLAS

I.	Matriz de hallazgos FODA.....	15
II.	Matriz de relaciones de fortaleza y amenazas (FA).....	16
III.	Matriz de relaciones de fortaleza y oportunidades (FO) .....	17
IV.	Matriz de relaciones de debilidades y oportunidades (DO) .....	17
V.	Matriz de relaciones de debilidades y amenazas (DA) .....	18
VI.	Estrategia FODA.....	22
VII.	Cuadro de análisis de las causas y efectos .....	26
VIII.	Listado de equipos del área de bombas .....	32
IX.	Listado de equipos del área de base.....	33
X.	Listado de equipos del área de compresores .....	34
XI.	Listado de equipos del área de transporte neumático .....	35
XII.	Listado de equipos del área de silicato .....	36
XIII.	Listado de equipos del área de mezclas .....	37
XIV.	Listado de equipos del área de post adición .....	38
XV.	Listado de equipos del área de secado.....	39
XVI.	Listado de equipos del área de silos de empaque .....	40
XVII.	Listado de equipos del área de empaque .....	42
XVIII.	Identificación de las áreas del proceso .....	45
XIX.	Codificación actual de los activos por área .....	46
XX.	Criticidad actual de los equipos.....	56
XXI.	Clasificación de activos por sistemas.....	66
XXII.	Efectos y causas de falla en el anillo de limpieza .....	68
XXIII.	Efectos y causas de falla en autoclaves .....	69

XXIV.	Efectos y causas de falla en bombas centrífugas .....	71
XXV.	Efectos y causas de falla en bombas desplazamiento positivo .....	73
XXVI.	Efectos y causas de falla en bombas neumáticas .....	75
XXVII.	Efectos y causas de falla en bandas pesadoras .....	77
XXVIII.	Efectos y causas de falla en ciclones industriales .....	79
XXIX.	Efectos y causas de falla en compresores industriales.....	80
XXX.	Efectos y causas de falla en cono de secado .....	82
XXXI.	Efectos y causas de falla de tornillo dosificador.....	84
XXXII.	Efectos y causas de falla de enfardadoras automáticas .....	86
XXXIII.	Efectos y causas de falla de filtros gemelos.....	88
XXXIV.	Efectos y causas de falla en filtros manga .....	89
XXXV.	Efectos y causas de falla en filtro magnético .....	90
XXXVI.	Efectos y causas de falla del horno de combustión .....	91
XXXVII.	Efectos y causas de falla de máquinas llenadoras .....	93
XXXVIII.	Efectos y causas de falla de los manifolds de vapor.....	94
XXXIX.	Efectos y causas de falla del molino pulverizador.....	96
XL.	Efectos y causas de falla del motor eléctrico .....	98
XLI.	Efectos y causas de falla del motorreductor.....	100
XLII.	Efectos y causas de falla de los mezcladores.....	101
XLIII.	Efectos y causas de falla de los paneles eléctricos operacionales.....	103
XLIV.	Efectos y causas de falla de los paneles eléctricos de potencia .....	105
XLV.	Efectos y causas de falla de polipasto .....	106
XLVI.	Efectos y causas de falla de quemador.....	108
XLVII.	Efectos y causas de falla del tanque industrial .....	110
XLVIII.	Efectos y causas de falla de tolva .....	111
XLIX.	Efectos y causas de falla de banda transportadora .....	112
L.	Efectos y causas de falla de ventiladores industriales .....	114
LI.	Efectos y causas de falla de válvulas rotativas .....	117
LII.	Efectos y causas de falla del wincher.....	118

LIII.	Clasificación de activos .....	123
LIV.	Resumen por clasificación de activos .....	124
LV.	Clasificación de los equipos por áreas .....	126
LVI.	Identificación de los tipos de activos .....	140
LVII.	Codificación propuesta para los equipos de la planta.....	141
LVIII.	Identificación del tipo de criticidad del equipo .....	153
LIX.	Valores asignados a los criterios de criticidad .....	154
LX.	Condiciones de la criticidad .....	154
LXI.	Criticidad del área de bombas.....	155
LXII.	Criticidad del área de base .....	155
LXIII.	Criticidad del área de compresores.....	156
LXIV.	Criticidad del área de transporte neumático.....	156
LXV.	Criticidad del área de tolvas detergente .....	157
LXVI.	Criticidad del área de mezclas .....	157
LXVII.	Criticidad del área de post adición .....	158
LXVIII.	Criticidad del área de secado .....	158
LXIX.	Criticidad del área de tolvas de empaque .....	159
LXX.	Criticidad del área de empaque.....	160
LXXI.	Jerarquía de equipos por área .....	161
LXXII.	Frecuencias de mantenimiento del área de bombas .....	183
LXXIII.	Frecuencias de mantenimiento del área de base .....	184
LXXIV.	Frecuencias de mantenimiento del área de compresores .....	184
LXXV.	Frecuencias de mantenimiento del área de transporte neumático .....	185
LXXVI.	Frecuencias de mantenimiento del área de silicato .....	185
LXXVII.	Frecuencias de mantenimiento del área de mezclas .....	186
LXXVIII.	Frecuencias de mantenimiento del área de post adición.....	187
LXXIX.	Frecuencias de mantenimiento del área de secado .....	188
LXXX.	Frecuencias de mantenimiento del área de tolvas de empaque .....	188
LXXXI.	Frecuencias de mantenimiento del área de empaque .....	189

LXXXII.	Costos del plan de mantenimiento .....	267
LXXXIII.	Cuadro de análisis de las causas y efectos .....	273
LXXXIV.	Tiempos cronometrados del proceso .....	282
LXXXV.	Tabla de tiempos normales .....	284
LXXXVI.	Análisis de los suplementos .....	286
LXXXVII.	Tiempos estándar del proceso .....	291
LXXXVIII.	Tiempos cronometrados del proceso .....	301
LXXXIX.	Tabla de tiempos normales .....	303
XC.	Análisis de los suplementos .....	305
XCI.	Tiempos estándar del proceso .....	310
XCII.	Presentaciones del detergente .....	312
XCIII.	Volumen de las presentaciones de detergente .....	314
XCIV.	Capacidad de las tolvas.....	336
XCV.	Densidad según fórmula .....	336
XCVI.	Presentaciones según fórmula .....	337
XCVII.	Volumen por presentación.....	338
XCVIII.	Unidades de empaque según tolva y producto .....	340
XCIX.	Costos para la mejora del traslado y cambio de bobinas de empaque	342
C.	Respuestas del cuestionario DNC.....	344
CI.	Costos del plan anual de capacitación. ....	363





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Amperaje
<b>Hp</b>	Horse power / Caballo de fuerza
<b>Hz</b>	Hertz / frecuencia eléctrica
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>kW</b>	Kilovatio
<b>l</b>	Litro
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>Min</b>	Minutos
<b>“</b>	Pulgada
<b>t</b>	Tonelada
<b>V</b>	Voltaje



## GLOSARIO

<b>Alinear</b>	Ajustar en línea recta elementos de un mismo sistema.
<b>Calibrar</b>	Comparar la lectura del instrumento con el equipo patrón certificado.
<b>Ciclo</b>	Es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción.
<b>Cojinete</b>	Pieza mecánica con anillos y rodamientos en la que gira un eje.
<b>Cronometraje continuo</b>	El reloj acumula en tiempo, cada muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento.
<b>Cronometraje vuelta a 0</b>	El reloj se acciona al inicio del primer elemento y al final de cada elemento el tiempo regresa a cero.
<b>Elemento</b>	Es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.
<b>Engrane</b>	Mecanismo que tiene dos o más ruedas dentadas, utilizado para transmitir potencia.
<b>Estopa</b>	Material natural de cáñamo, utilizado como empaque.

<b>Sello mecánico</b>	Elemento empleado para unir sistemas mecánicos y evitar fugas.
<b>Sprocket</b>	Piezas giratorias con dientes, utilizados en bandas transportadoras.
<b>Termografía</b>	Instrumento que registra temperaturas de una superficie de equipos.
<b>Trabajador representativo</b>	Son aquellos cuya competencia y desempeño al promedio del grupo estudiado.
<b>Trabajador calificado</b>	Es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo.
<b>Tubo core</b>	Tubos de cartón para papel resistente.
<b>Válvula rotativa</b>	Elemento mecánico compuesto por un rotor interno.
<b>VOSO</b>	Parte importante del mantenimiento predictivo, el cual significa Ver, Oír, Sentir y Oler.

## RESUMEN

Industria La Popular, S.A. tiene más de 100 años fabricando productos de cuidado personal, cuidado para el hogar, cosméticos, materias primas, material de empaque y maquilas, en gran variedad de distintas marcas que se han ido incorporando con el tiempo en las distintas plantas de producción. Es una empresa que se encuentra en constante crecimiento y expansión en el mercado.

En el diagnóstico de la situación actual se pudo determinar que en la planta detergente ejecutan solo mantenimientos correctivos, por lo que provoca paros de producción no programados por la falta planificación y control de las tareas de mantenimiento para la maquinaria y los equipos. Se logró determinar que el plan de mantenimiento ejecutado actualmente no es el adecuado, ya que no garantiza la disponibilidad y correcto funcionamiento de los equipos. Al diseñar un plan de mantenimiento preventivo y predictivo se podrá cumplir con el desempeño y disponibilidad de la maquinaria y equipos.

También se evaluó el área de empaque y se pudo determinar que se tienen deficiencias y desperdicios en las bobinas de empaque. Se propondrán mejoras en el traslado y cambios de bobina de empaque, se documentará información de las capacidades de las tolvas de detergente. Al proponer las mejoras se podrán disminuir desperdicios y tiempos del proceso.

Se logró realizar un diagnóstico de necesidades de capacitación para identificar las deficiencias y mejoras para diseñar un plan de capacitación anual, que garantice un buen desempeño del personal de acuerdo con sus puestos.



# OBJETIVOS

## General

Diseñar el plan de mantenimiento preventivo y mejora del cambio de bobina de empaque para la planta detergente, Industria La Popular, S.A.

## Específicos

1. Diagnosticar la situación actual de la empresa para identificar las problemáticas existentes.
2. Codificar los equipos y máquinas de las áreas de la planta detergente, con base a una codificación alfanumérica estandarizada.
3. Asignar la criticidad a los equipos y máquinas de cada área de la planta.
4. Realizar formatos de trabajo para las actividades predictivas y preventivas de mantenimiento.
5. Definir las frecuencias y tareas de mantenimiento, para ejecutar el plan de mantenimiento predictivo y preventivo a los equipos y máquinas.
6. Mejorar el traslado y cambio de bobina de empaque, para disminuir desperdicios y tiempos.
7. Elaborar un plan de capacitación basado en las necesidades identificadas.





## INTRODUCCIÓN

Industria La Popular S.A., en su misión de ofrecer productos de alta calidad destaca la confiabilidad de sus clientes que respaldan su trabajo y desempeño. La empresa ha realizado inversiones en equipos y maquinarias que permiten estar en constante crecimiento por medio de la automatización industrial y así mismo reducir tiempos de procesos y aumentar la producción. La empresa al ir en constante crecimiento actualmente cuenta con más de dos mil empleados en planta Escuintla.

En este trabajo de graduación desarrollado a través del EPS, en el primer capítulo se presentan las generalidades de la empresa, historia y se describe la estructura organizacional con las funciones para cada puesto que se encuentran dentro de la organización, se describe la ubicación, a que se dedican, su crecimiento en el mercado, su visión, misión, sus objetivos y sus valores como industria.

En el segundo capítulo se desarrolló el diagnóstico general de la empresa a través de la herramienta FODA, para luego realizar un análisis de la situación actual utilizando un diagrama de causa y efecto con el que se puede verificar la necesidad de un plan de mantenimiento preventivo para las maquinarias y equipos de la planta. Fue necesario analizar el historial de mantenimientos realizados, entrevistas no estructuradas con el personal administrativo y operativo del departamento de mantenimiento, realizar rutas de inspección y revisar la documentación.

En el tercer capítulo se propone desarrollar mejoras en el traslado y cambio de bobinas de empaque, luego de haber analizado la situación actual por medio de un diagrama de causa y efecto se pudieron determinar los desperdicios de empaque y la falta de estandarización, se pudo analizar el esfuerzo para el traslado de bobinas de empaque por lo que se aumentan los tiempos del proceso. Se proponen mejoras para disminuir desperdicios, optimizar el proceso y la documentación de la capacidad de las tolvas de almacenamiento de detergente.

En el capítulo cuatro se realiza el diagnóstico de las necesidades de capacitación y se determina los temas de capacitación requeridos para el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo y las mejoras en el traslado y cambio de bobinas de empaque.

# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA INDUSTRIA LA POPULAR, S.A**

## **1.1. Descripción**

Industria La Popular S.A. es una empresa familiar fundada en Guatemala ubicada en el Km. 56.5 Antigua Carretera a Escuintla (ver figura 1). Industria La Popular (2021) Fue fundada como Hermanos Kong en el año 1,920 por don Federico Kong Ossaye, un hombre trabajador y Visionario con un gran interés en la modernización industrial de Guatemala. Inició sus operaciones fabricando jabón para lavar ropa y productos de higiene personal de Excelente calidad a buenos precios. Producen y comercializan productos de alta calidad y gran valor para los mercados que se atienden en las categorías de cuidado del hogar, cuidado personal, cosméticos, materias primas, material de empaque y maquilas. (Industria La Popular, 2021, p.1)

“En 1,955 fueron escogidos por Colgate – Palmolive para comenzar con la producción de los productos con los que se iniciaron operaciones en Guatemala” (Industria La Popular, 2021, p.1).

En 1,976 fue una fecha que marcó el inicio de su participación en el mercado de productos de belleza, tanto en la producción como distribución de cosméticos. Industria La Popular, S.A. y Productos Finos, S.A. son fundadas como subsidiarias de Hermanos Kong y es así como REVLON, MAX FACTOR, SALLY HANSEN, ALMAY Y COVERGIRL, marcas reconocidas internacionalmente, comenzaron a formar parte de nuestro mundo. (Industria La Popular, 2021, p.1)

Con el único fin de garantizar productos de calidad comenzando por perfeccionar sus procesos en el año 2007, decidieron adoptar el sistema ISO 9000:2008 como programa básico para llevar a cabo todas sus operaciones, logrando las recertificaciones correspondientes desde ese año hasta la fecha. (Industria La Popular, 2021, p.1)

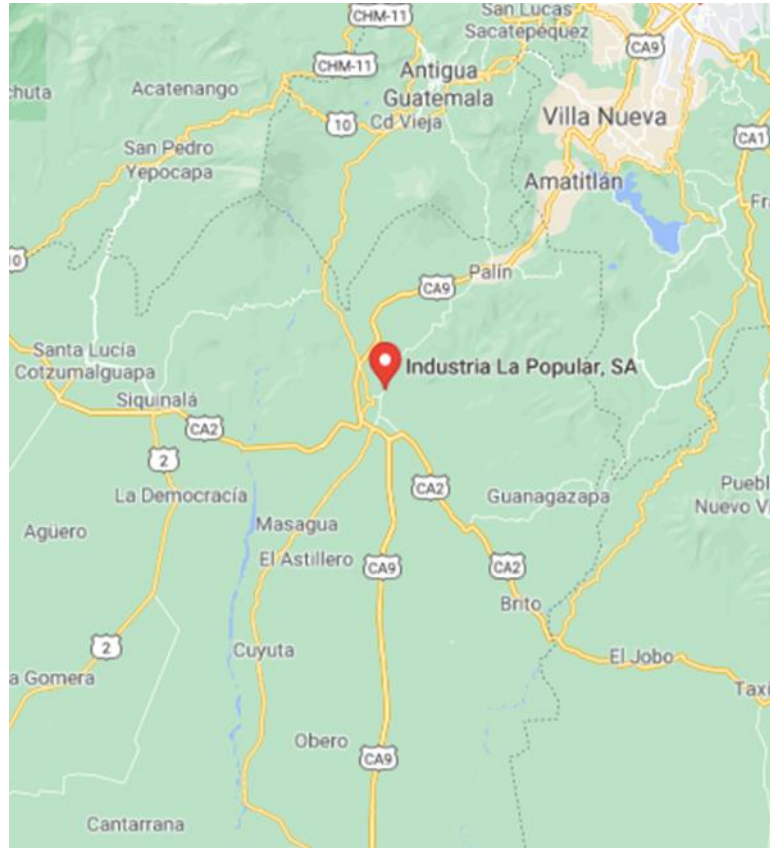
“Grupo La Popular en el año 2015 en la búsqueda de una innovación constante adquiere las marcas Olimpo, Swift y Plus Cream, siendo el punto de partida para desarrollar la categoría de productos líquidos en el mercado Centroamericano” (Industria La Popular, 2021, p.1).

Gracias a los buenos resultados y crecimiento constante del Grupo La Popular en el año 2016 llegó a un acuerdo con Procter & Gamble para adquirir la licencia de la marca de detergentes Fab para Centro América, Belice, Panamá, Ecuador, Bolivia y Perú. Esta adquisición además de consolidarnos en la región nos permite incursionar en el mercado Sudamericano.

Actualmente dentro de la empresa existen más de 2,000 colaboradores que forman parte de su gran familia. Cuentan con instalaciones modernas y con una inversión constante, garantizando procesos y productos de calidad, lo que engloba un gran valor para los mercados que se atienden. Su compromiso es con las personas que nos eligen, la comunidad y el medio ambiente, esto es lo que los motiva a mejorar cada día para que sus productos sean siempre los preferidos en el mercado. (Industria La Popular, 2021, p.1)

En la figura 1 se muestra la ubicación de la empresa, Industria La Popular, S.A.

Figura 1. **Ubicación de la empresa Industria La Popular, S.A.**



Fuente: Google maps (2021). Ubicación de la empresa Industria La Popular, S.A. Consultado el 20 de noviembre de 2021. Recuperado de <https://www.google.com/maps>.

## 1.2. **Visión**

“Con dinamismo e innovación, juntos construimos un mundo bello, limpio y sano para el bienestar de todas las familias” (Industria La Popular, 2021, p.1).

### **1.3. Misión**

“Somos un grupo empresarial multinacional, que provee marcas de calidad y valor para satisfacer nuestros consumidores y clientes, asegurando rentabilidad para bienestar de nuestros colaboradores, accionistas y la comunidad; preservando el medio ambiente” (Industria La Popular, 2021, p.1).

### **1.4. Valores**

“Integridad: todas nuestras actividades realizadas dentro de Industria La Popular son efectuadas con los más altos estándares de calidad, dándole la confianza a nuestros clientes y aliados comerciales la seguridad en la calidad de nuestros productos” (Industria La Popular, 2021, p.1).

“Innovación: estamos constantemente en la búsqueda de ofrecer mejores experiencias a nuestros clientes a través de productos novedosos que cumplan sus necesidades y deseos, aplicando nuevas tecnologías y estrategias comerciales, acordes al mundo actual” (Industria La Popular, 2021, p.1).

Respeto: somos conscientes de la importancia que tienen nuestros clientes, aliados estratégicos y medio ambiente, es por ello por lo que cada una de nuestras acciones están enfocadas en cumplir con normativas que cuiden y protejan a cada uno de ellos. (Industria La Popular, 2021, p.1)

“Lealtad: creemos firmemente en nuestros principios y lo demostramos con el compromiso que cada uno de nuestros colaboradores demuestra al realizar sus tareas para satisfacer a clientes internos y externos” (Industria La Popular, 2021, p.1).

“Trabajo en equipo: cada uno de los miembros que conforma industria La Popular colaboran cada día de forma efectiva para alcanzar los objetivos empresariales y personales” (Industria La Popular, 2021, p.1).

Excelencia: en industria La Popular nos preocupamos por que todos nuestros productos cumplan con los mejores estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes y esto lo logramos gracias a un equipo de trabajo comprometido con esta misión tan importante. (Industria La Popular, 2021, p.1).

Orientación al cliente: en Industria La Popular Constantemente estamos en la búsqueda de la satisfacción y desarrollo de nuestros clientes internos y externos, desarrollando su calidad de vida, así como sus habilidades y capacidades, ayudando en la fabricación y comercialización de productos de Excelente calidad. (Industria La Popular, 2021, p.1)

### **1.5. Estructura organizacional**

La estructura organizacional de la empresa es de tipo funcional, “cada empleado se especializa en una parte del trabajo requerido para entregar productos y servicios. Los trabajadores se agrupan en departamentos por funciones” (Desempeño humano, 2009, p.264).

La comunicación de la empresa es ágil, directa y de tipo lateral, entre empleados, áreas y departamentos.

El clima laboral dentro de la empresa es de tipo participativo, “basado en la confianza y participación de los subordinados, las decisiones no solo se permiten en los cargos superiores, sino que también en oportunidades para los



cargos inferiores en la contribución en procesos decisivos” (Gestión y clima organizacional, 2016, p.111).

A continuación, se describen las funciones de los principales puestos:

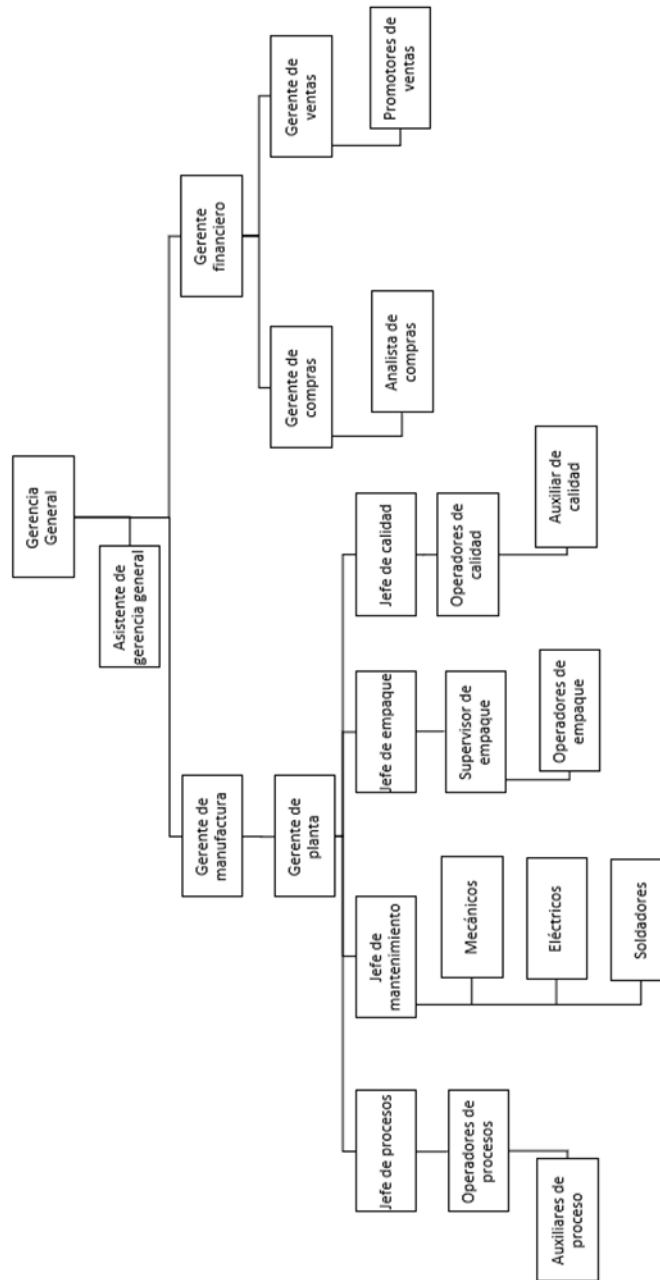
- Gerente General: se encarga de asegurar el funcionamiento de la empresa por medio de todas las áreas técnicas de cada planta de producción, como lo son el área de mantenimiento, producción, ventas, compras, bodega de materia prima, bodega de producto terminado y todas las demás áreas de la planta.
- Asistencia de Gerencia General. tiene como funciones ayudar y apoyar al gerente general a desempeñar las funciones de organización, seguimiento y manejo de información confidencial de la empresa.
- Gerente de manufactura: persona que tiene como funciones generales analizar datos numéricos de la empresa y con base a esto tener razonamiento crítico para la toma de decisiones importantes de la empresa.
- Gerente financiero: tiene como funciones principales realizar pagos a proveedores, impuestos, revisión de pagos de planillas y toma de decisiones importantes con base al estado financiero de la empresa.
- Gerente de planta: persona encargada de analizar todas las áreas de producción de la planta en relación a sus procesos de producción, velar porque cada área trabaje de la mejor manera posible, sin afectar las demás áreas.

- Jefe de procesos: tiene como función principal asegurar el correcto funcionamiento de los procesos de la planta, de acuerdo con sus procesos de producción. Debe analizar al personal, materias primas, equipos y funcionamiento generales que pueden afectar o beneficiar los procesos.
- Jefe de mantenimiento: debe garantizar el correcto funcionamiento de los equipos sin afectar la producción, por medio de un correcto plan de mantenimiento a los equipos, maquinarias e instalaciones.
- Jefe de empaque: es el responsable de garantizar que exista empaque para las distintas presentaciones y marcas de los productos, minimizando desperdicios.
- Jefe de calidad: responsable del cumplimiento de los requisitos de los sistemas de gestión de la calidad y colabora con la investigación y desarrollo de nuevos productos.
- Operadores de proceso: personas encargadas de realizar actividades del proceso de fabricación de los productos realizados en planta.
- Operadores de mantenimiento: tienen como función ejecutar el plan de mantenimiento de su departamento y jefe inmediato, por medio de las tareas de mantenimiento ejecutadas.
- Supervisor de empaque: supervisar y garantizar el correcto manejo de materiales de empaques para cada producto y presentación.
- Auxiliares de proceso: tienen como función principal apoyar a los operadores del proceso durante la producción.

- Operadores de empaque: tienen como función principal manipular y monitorear las máquinas llenadoras de empaque, verificar el peso y sello del empaque correcto.
- Auxiliares de calidad: tienen como función principal monitorear la calidad durante los procesos de producción y empaque.
- Gerente de compras: coordina y garantiza el correcto stock de materias primas, insumos y repuestos de los jefes de cada área de la planta.
- Gerente de ventas: es el encargado de coordinar ventas con los clientes y agentes importadores, debe realizar un análisis de demanda y plan de ventas anual.
- Analista de compras: tienen como función coordinar y organizar a los jefes de las áreas, para que en las áreas se cuente con insumos, repuestos y materias primas para el correcto funcionamiento.
- Promotores de ventas: tienen como función promover las ventas de los productos de la empresa.

A continuación, en la figura 2 se presenta el organigrama de la empresa.

Figura 2. **Organigrama de la empresa Industria La Popular, S.A.**



Fuente: Industria La Popular, S.A. (2021). *Organigrama de la empresa La Popular*.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DETERGENTE**

### **2.1. Análisis de la situación actual**

Se realizó el análisis de la situación actual general de la empresa, por medio de herramientas de diagnóstico como el FODA y el diagrama de Ishikawa.

#### **2.1.1. Análisis FODA**

Para realizar el diagnóstico de la empresa se utilizó el análisis FODA. Se utilizaron técnicas como las entrevistas no estructuradas y se realizaron recorridos en las áreas para observar las deficiencias y mejoras que se puedan realizar o proponer de acuerdo con los procesos. Se inspeccionaron las áreas por medio de hojas de verificación, recopilando información histórica digital y física.

- Fortalezas
  - F1. Promoción y publicidad adecuada de los distintos productos de la empresa, por medio de publicidad impresa, online, televisión, radio y telemarketing.
  - F2. Cuentan con transporte propio y tercerizado para logística de los distintos productos y marcas de la empresa.

- F3. Inversión para expandirse en el mercado nacional e internacional.
- F4. Innovación de productos por medio de la investigación e implementación de productos mejorados y nuevos para satisfacer las necesidades de los clientes.
- F5. Personal con habilidades y capacidades adecuadas para desempeñar sus funciones en cada uno de sus puestos.
- F6. Diversidad de productos, marcas y presentaciones para el cuidado personal y limpieza.
- F7. Precios razonables, con fácil acceso al público
- F8. Fidelización de los clientes satisfechos de consumir los productos, los cuales ya son clientes constantes para la empresa.
- F9. Productos de calidad ya que existe constante monitoreo e inspección en las áreas de producción y empaque.
- F10. Disponibilidad de equipos dentro de la planta, para que la planta no pare producción por algún desperfecto en los equipos comunes.
- F11. Servicio al cliente efectivo por su rapidez de respuestas acertadas de acuerdo con las solicitudes de los clientes.

- Debilidades
  - D1. No tienen una actualización de software de acuerdo con sus necesidades de planificación, control y documentación para algunos departamentos de la empresa.
  - D2. Inadecuada planificación en el área de mantenimiento
  - D3. No tienen capacitaciones planificadas con temas relacionados a sus puestos que les brinde mayor habilidad y capacidad para desempeñar las tareas de mantenimiento.
  - D4. Las funciones de algunos puestos de trabajo no están correctamente establecidas.
  - D5. Ausencia de trazabilidad de equipos debido a la falta de procedimientos y registros adecuados no se cuenta con la trazabilidad de fallas de los equipos.
  - D6. Alta rotación de personal
  - D7. No se tienen manuales de algunos equipos y maquinarias
  - D8. Disminución de utilidades, los cual suceden cuando aumentan los costos directos o indirectos de producción.



- Oportunidades
  - O1. Creación de sistemas innovadores para mejorar los procesos de las industrias.
  - O2. Apertura de nuevos mercados, por el crecimiento de la demanda de productos de limpieza.
  - O3. Desarrollo de diferentes medios informáticos para conectar con nuevos clientes.
  - O4. Competencia débil por mercado mal atendido.
  - O5. Crecimiento de los clientes en el consumo de productos de limpieza.
  - O6. Surgimiento de nuevos mercados de acuerdo a las exigencias de los clientes.
  
- Amenazas
  - A1. Crecimiento de la competencia en el mercado de jabón de origen natural.
  - A2. Surgimiento de productos sustitutos de la competencia a menor precio, lo cual puede afectar las ventas de la empresa.
  - A3. Aumento a los precios de los repuestos.

- A4. Competencia con mejores certificaciones que involucren el cuidado del medio ambiente u otras.
- A5. Cambio de políticas de venta de los proveedores, que puedan afectar a las empresas que fabrican productos de limpieza.
- A6. Aumento en los impuestos de importación de materias primas, esto provocaría un aumento en los costos de materias primas que compran las empresas.

A continuación, se presenta la matriz de clasificación de los hallazgos en la tabla I.

**Tabla I. Matriz de hallazgos FODA**

Fortalezas	Debilidades
<p>F1. Promoción y publicidad adecuada de los distintos productos de la empresa, por medio de publicidad impresa, online, televisión, radio y telemarketing.</p> <p>F2. Cuentan con transporte propio y tercerizado para logística de los distintos productos y marcas de la empresa.</p> <p>F3. Inversión para expandirse en el mercado nacional e internacional.</p> <p>F4. Innovación de productos por medio de la investigación e implementación de productos mejorados y nuevos para satisfacer las necesidades de los clientes.</p> <p>F5. Personal con habilidades y capacidades adecuadas para desempeñar sus funciones en cada uno de sus puestos.</p> <p>F6. Diversidad de productos, marcas y presentaciones para el cuidado personal y limpieza.</p> <p>F7. Precios razonables, con fácil acceso al público.</p> <p>F8. Fidelización de los clientes satisfechos de consumir los productos, los cuales ya son clientes constantes para la empresa.</p> <p>F9. Productos de calidad ya que existe constante monitoreo e inspección en las áreas de producción y empaque.</p> <p>F10. Disponibilidad de equipos dentro de la planta, para que la planta no pare producción por algún desperfecto en los equipos comunes.</p> <p>F11. Servicio al cliente efectivo por su rapidez de respuestas acertadas de acuerdo con las solicitudes de los clientes.</p>	<p>D1. No tienen una actualización de software de acuerdo con sus necesidades de planificación, control y documentación para algunos departamentos de la empresa.</p> <p>D2. Inadecuada planificación en el área de mantenimiento.</p> <p>D3. No tienen capacitaciones planificadas con temas relacionados a sus puestos que les brinde mayor habilidad y capacidad para desempeñar las tareas de mantenimiento.</p> <p>D4. Las funciones de algunos puestos de trabajo no están correctamente establecidas.</p> <p>D5. Ausencia de trazabilidad de equipos debido a la falta de procedimientos y registros adecuados no se cuenta con la trazabilidad de fallas de los equipos.</p> <p>D6. Alta rotación de personal.</p> <p>D7. No se tienen manuales de algunos equipos y maquinarias.</p> <p>D8. Disminución de utilidades, los cual suceden cuando aumentan los costos directos o indirectos de producción.</p>
Oportunidades	Amenazas
<p>O1. Creación de sistemas innovadores para mejorar los procesos de las industrias.</p> <p>O2. Apertura de nuevos mercados, por el crecimiento de la demanda de productos de limpieza.</p> <p>O3. Desarrollo de diferentes medios informáticos para conectar con nuevos clientes.</p> <p>O4. Competencia débil por mercado mal atendido.</p> <p>O5. Crecimiento de los clientes en el consumo de productos de limpieza.</p> <p>O6. Surgimiento de nuevos mercados de acuerdo a las exigencias de los clientes.</p>	<p>A1. Crecimiento de la competencia en el mercado de jabón de origen natural.</p> <p>A2. Surgimiento de productos sustitutos de la competencia a menor precio, lo cual puede afectar las ventas de la empresa.</p> <p>A3. Aumento a los precios de los repuestos.</p> <p>A4. Competencia con mejores certificaciones que involucren el cuidado del medio ambiente u otras.</p> <p>A5. Cambio de políticas de venta de los proveedores, que puedan afectar a las empresas que fabrican productos de limpieza.</p> <p>A6. Aumento en los impuestos de importación de materias primas, esto provocaría un aumento en los costos de materias primas que compran las empresas.</p>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Se realizaron las matrices de relaciones de los factores internos y externos, para poder realizar las estrategias, se presentan de la tabla II a la V. Se asigna + cuando existe relación y 0 cuando no existe relación.

Tabla II. **Matriz de relaciones de fortaleza y amenazas (FA)**

Fortalezas- Amenazas (FA)		Amenazas					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
<b>Fortalezas</b>	<b>F1</b>	+	+	0	0	0	0
	<b>F2</b>	0	0	0	0	0	+
	<b>F3</b>	+	+	0	0	+	+
	<b>F4</b>	+	+	0	0	0	0
	<b>F5</b>	0	0	0	0	+	0
	<b>F6</b>	+	+	0	0	+	+
	<b>F7</b>	+	+	0	0	+	+
	<b>F8</b>	0	+	0	0	0	0
	<b>F9</b>	0	+	0	+	0	0
	<b>F10</b>	0	0	+	0	0	0
	<b>F11</b>	+	+	0	0	0	+

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla III. **Matriz de relaciones de fortaleza y oportunidades (FO)**

Fortalezas- Oportunidades (FO)		Oportunidades					
		O1	O2	O3	O4	O5	O6
Fortalezas	F1	0	+	+	+	+	+
	F2	+	0	0	+	0	0
	F3	+	+	+	+	+	+
	F4	+	+	0	0	0	+
	F5	0	+	0	0	+	+
	F6	0	+	0	0	+	+
	F7	0	0	0	0	0	+
	F8	0	0	0	+	+	+
	F9	+	+	0	0	0	+
	F10	+	0	0	0	0	0
	F11	+	0	+	+	0	0

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla IV. **Matriz de relaciones de debilidades y oportunidades (DO)**

Debilidades- Oportunidades (DO)		Oportunidades					
		O1	O2	O3	O4	O5	O6
Debilidades	D1	+	0	+	0	0	0
	D2	+	0	0	0	0	0
	D3	+	0	0	0	0	0
	D4	0	0	0	0	0	0
	D5	+	0	0	0	0	0
	D6	0	0	0	0	0	+

Continuación de la tabla IV.

	D7	0	0	0	0	0	0
	D8	0	+	+	0	+	+

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla V. **Matriz de relaciones de debilidades y amenazas (DA)**

Debilidades- Amenazas (DA)		Amenazas					
		A1	A2	A3	A4	A5	A6
Debilidades	D1	0	0	0	+	0	0
	D2	0	0	+	0	0	0
	D3	0	0	+	0	0	0
	D4	0	0	0	0	0	0
	D5	0	0	0	0	0	0
	D6	0	+	0	0	0	0
	D7	0	0	+	0	0	0
	D8	0	+	+	0	0	+

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Luego de haber realizado las matrices de relaciones se realizaron las siguientes estrategias:

- Estrategias ofensivas: ¿Cómo me permite la fortaleza aprovechar la oportunidad?

- Realizar un programa anual para promocionar más los productos cuando la demanda sea alta y así poder conectar con nuevos clientes con la mejor atención posible por medio de la rapidez de respuesta, analizar el mercado para la creación de nuevos productos según las exigencias de los clientes fidelizados. (F1, F3, F4, F6, F8, F11, O2, O3, O4, O5, O6).
- Ofrecer envíos nacionales de productos a precios competitivos, para aprovechar los sistemas innovadores de los procesos de producción y el crecimiento de clientes en el consumo de productos de limpieza, por medio de una negociación satisfactoria para la empresa y el cliente. (F2, F5, F7, O1, O5).
- Implementar un sistema de gestión de calidad y mejora continua para que sean sistemas para mejorar el proceso por medio de la estandarización, aumento de producción por mayor demanda y generar nuevos productos de acuerdo con un estudio de mercado. (F9, O1, O2, O6).
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para mantener la disponibilidad de los equipos y máquinas de la planta y así evitar paros de producción inesperados y mejorar el proceso industrial. (F10, O1).
- Optimizar procesos de producción, por medio estandarización de proceso y de equipos actualizados con las capacidades adecuadas. (F4, O1, O2, O6).

- Estrategias defensivas: ¿Cómo reoriento la fortaleza para contrarrestar la amenaza?
  - Realizar un plan de acción de publicidad por medio de redes sociales más vistas, para llegar a la mayor cantidad de consumidores posibles, a precios cómodos. (F1, A1, A2).
  - Implementar un programa de selección de proveedores y desarrollar nuevos productos innovadores y abarcar mayor mercado nacional e internacional, por medio de promociones en el transporte de los productos. (F2, F3, F4, A1, A2, A5, A6).
  - Producir variedad de productos con sistema de gestión de calidad a precios razonables para crecimiento de la empresa y negociación efectiva con personal calificado en relación a materias primas. (F5, F6, F7, F8, F9, A5, A1, A2, A6).
  - Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la vida útil de los equipos y así mismo disminuir gastos en repuestos. Capacitar al personal de servicio al cliente y realizar mejoras en el sistema. (F10, F11, A3, A1, A2, A6).
- Estrategias de reorientación: ¿Cómo reoriento la debilidad para aprovechar la oportunidad?
  - Implementar software mejorados de acuerdo con los controles necesarios para la empresa, y así mejorar planificaciones y eficiencias de las áreas. (D1, O1, O3).

- Diseñar el plan de mantenimiento predictivo y preventivo para los equipos y máquinas de la planta, desarrollar la mejora continua por medio de la trazabilidad de fallas en los equipos y ejecución de manuales de uso. (D2, D5, D7, O1).
- Analizar el DNC y desarrollo de un programa de capacitación en software con alertas y mejoras en perfiles de puesto de acuerdo al requerimiento de las funciones. (D3, D4, O1).
- Aumentar las utilidades, por medio de optimización de procesos y gestionar eficazmente la selección de personal e invertir tanto en tecnología como en el proceso de adaptación del empleado y en su posterior fidelización. (D6, D8, O2, O3, O5, O6).
- Estrategias de supervivencia: ¿Cómo evito que la debilidad sea un elemento favorecedor de la amenaza?
  - Documentar el seguimiento a la documentación para trazabilidad del producto y las áreas de la planta, para aplicar a certificaciones relacionadas al ambiente. (D1, A4).
  - Realizar manuales de equipos y maquinarias de la planta, y determinar un plan de acción para los mantenimientos preventivos y darles seguimiento a estos. (D2, D5, D7, A3).
  - Mejorar los perfiles de los puestos, de acuerdo con las necesidades de contratación para las funciones del área de mantenimiento y así disminuir incorrectos mantenimientos a los equipos y evitar retrasos en las ventas. (D3, D4, D6, A3, A2).



- Incrementar volumen de ventas, reemplazar los productos poco rentables y comprar materias primas con efectividad. (D8, A2, A3, A6).

En la tabla VI se presentan las estrategias del análisis FODA:

Tabla VI. Estrategia FODA

Factores internos		Factores externos	
		Oportunidades	Amenazas
<b>Fortalezas</b> F1. Promoción y publicidad adecuada de los distintos productos de la empresa, por medio de publicidad impresa, online, televisión, radio y telemarketing. F2. Cuentan con transporte propio y tercerizado para logística de los distintos productos y marcas de la empresa. F3. Inversión para expandirse en el mercado nacional e internacional. F4. Innovación de productos por medio de la investigación e implementación de productos mejorados y nuevos para satisfacer las necesidades de los clientes. F5. Personal con habilidades y capacidades adecuadas para desempeñar sus funciones en cada uno de sus puestos. F6. Diversidad de productos, marcas y presentaciones para el cuidado personal y limpieza. F7. Precios razonables, con fácil acceso al público. F8. Fidelización de los clientes satisfechos de consumir los productos, los cuales ya son clientes constantes para la empresa. F9. Productos de calidad ya que existe constante monitoreo e inspección en las áreas de producción y empaque. F10. Disponibilidad de equipos dentro de la planta, para que la planta no pare producción por algún desperfecto en los equipos comunes. F11. Servicio al cliente efectivo por su rapidez de respuestas acertadas de acuerdo con las solicitudes de los clientes.		<b>Estrategias defensivas</b> oRealizar un plan de acción de publicidad por medio de redes sociales más vistas, para llegar a la mayor cantidad de consumidores posibles, a precios cómodos. (F1, A1, A2). oImplementar un programa de selección de proveedores y desarrollar nuevos productos innovadores y abarcar mayor mercado nacional e internacional, por medio de promociones en el transporte de los productos. (F2, F3, F4, A1, A2, A5, A6). oProducir variedad de productos con sistema de gestión de calidad a precios razonables para crecimiento de la empresa y negociación efectiva con personal calificado en relación a materias primas. (F5, F6, F7, F8, F9, A5, A1, A2, A6). oDiseñar un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la vida útil de los equipos y así mismo disminuir gastos en repuestos. Capacitar al personal de servicio al cliente y realizar mejoras en el sistema. (F10, F11, A3, A1, A2, A6).	
<b>Debilidades</b> D1. No tienen una actualización de software de acuerdo con sus necesidades de planificación, control y documentación para algunos departamentos de la empresa. D2. Inadecuada planificación en el área de mantenimiento. D3. No tienen capacitaciones planificadas con temas relacionados a sus puestos que les brinde mayor habilidad y capacidad para desempeñar las tareas de mantenimiento. D4. Las funciones de algunos puestos de trabajo no están correctamente establecidas. D5. Ausencia de trazabilidad de equipos debido a la falta de procedimientos y registros adecuados no se cuenta con la trazabilidad de fallas de los equipos. D6. Alta rotación de personal. D7. No se tienen manuales de algunos equipos y maquinarias. D8. Disminución de utilidades, los cual suceden cuando aumentan los costos directos o indirectos de producción.		<b>Estrategias de reorientación</b> oImplementación de software mejorados de acuerdo a los controles necesarios para la empresa, y así mejorar planificaciones y eficiencias de las áreas. (D1, O1, O3). oDiseño de plan de mantenimiento predictivo y preventivo para los equipos y máquinas de la planta, desarrollar la mejora continua por medio de la trazabilidad de fallas en los equipos y ejecución de manuales de uso. (D2, D5, D7, O1). oAnálisis DNC y desarrollo de un programa de capacitación en software con alertas y mejoras en perfiles de puesto de acuerdo a los requerimiento de las funciones. (D3, D4, O1). oAumentar las utilidades, por medio de optimización de procesos y gestionar eficazmente la selección de personal e invertir tanto en tecnología como en el proceso de adaptación del empleado y en su posterior fidelización. (D6, D8, O2, O3, O5, O6)	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### **2.1.2. Diagrama de Ishikawa**

A continuación, se presenta el diagrama de causa y efecto utilizado para el análisis del área de mantenimiento de la planta, para obtener la información se utilizaron las siguientes técnicas:

- Entrevistas no estructuradas: se realizaron entrevistas al personal administrativo de mantenimiento y producción para identificar claramente los factores que generan problemas en el área.
- Observación directa: esta técnica permitió observar cuidadosamente las diferentes etapas del proceso, el número de trabajadores, el flujo de trabajo, el ambiente laboral, los responsables e involucrados en los procedimientos como la dependencia que existe entre cada una.

El problema identificado son los paros inesperados de máquinas y equipo y su efecto son los paros de producción inesperados. Los hallazgos se clasifican en las categorías presentadas a continuación:

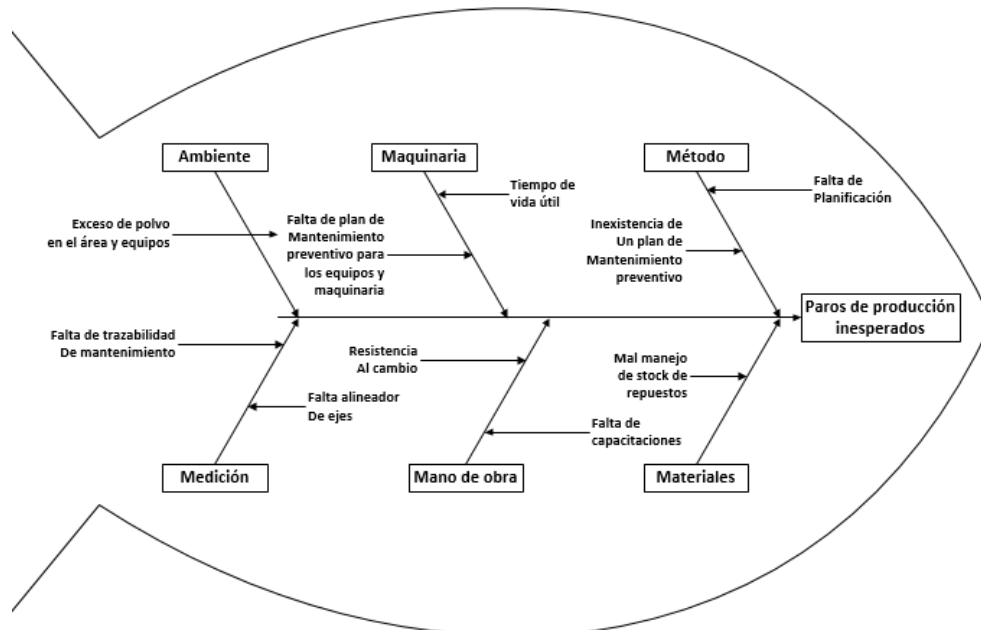
- Métodos
  - Falta de planificación administrativa y operativa.
  - Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo.
  - Carencia de registros, no existen formatos para registrar la información obtenida adecuadamente, hace imposible determinar la trazabilidad.

- Mano de obra
  - La resistencia al cambio es un problema para las personas, ya que se encuentran cerradas a modificar ciertas operaciones del proceso.
  - Falta de conocimientos sobre la importancia de los mantenimientos preventivos.
  - Personal con conocimiento empírico, aprendizaje a través de la observación y experiencia.
  
- Medición
  - Falta trazabilidad de mantenimiento a los equipos y máquinas.
  - Falta de alineador de ejes.
  
- Maquinaria
  - Falta de plan de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinaria de la planta.
  - Tiempo de vida útil.
  
- Material
  - Mal manejo de stock de repuestos de los equipos y maquinaria de la planta.

- Medio ambiente
  - Exceso de polvo en el área y equipos.

A continuación, en la figura 3 se presenta el diagrama de causa y efecto:

Figura 3. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

Después de haber realizado el diagrama de Ishikawa, se utilizarán cuatro criterios para evaluar y analizar las causas obtenidas para cada hallazgo, los criterios en forma de pregunta son los siguientes:

- ¿La solución es de bajo costo?
- ¿La solución se puede medir si funcionó?

- ¿Esta causa afecta directamente el problema?
- Si la causa se elimina, ¿se corrige el problema?

Con estos cuatro criterios analizados se busca encontrar la causa raíz que genera el efecto.

Para los puntajes establecidos para los criterios a evaluar, se utilizó el método ponderado de la siguiente manera:

- Bajo: 2
- Medio: 4
- Alto: 6

Luego se realizó la suma acumulada de cada causa evaluada, para comparar cada una de ellas y verificar cuál es la que presenta un mayor puntaje. En la tabla VII, se detallan las causas con los criterios a evaluar y los totales.

Tabla VII. **Cuadro de análisis de las causas y efectos**

CAUSAS	SOLUCIONES	CRITERIOS				TOTALES
		BAJO COSTO	MEDIBLE	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	
Inexistencia de Un plan de Mantenimiento preventivo	Elaborar plan de mantenimiento preventivo	6	6	6	6	24
Falta de Planificación	Diseñar un plan de trabajo	2	4	6	4	16
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>BAJO COSTO</b>	<b>MEDIBLE</b>	<b>CAUSA DIRECTA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	

Continuación de la tabla VII.

Falta de capacitaciones	Capacitar al personal	2	4	2	2	10
Resistencia Al cambio	Capacitar al personal sobre los temas involucrados en el cambio	2	4	2	2	10
<b>CAUSAS</b>	<b>SOLUCIONES</b>	<b>CRITERIOS</b>				<b>TOTALES</b>
<b>MEDICIÓN</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>BAJO COSTO</b>	<b>MEDIBLE</b>	<b>CAUSA DIRECTA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	
Falta de trazabilidad De mantenimiento	Elaborar plan de mantenimiento predictivo	2	6	6	6	20
Falta alineadora De ejes	Comprar alineador de ejes	6	2	2	2	12
<b>MAQUINARIA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>BAJO COSTO</b>	<b>MEDIBLE</b>	<b>CAUSA DIRECTA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	
Falta de plan de Mantenimiento preventivo para los equipos y maquinaria	Elaborar plan de mantenimiento preventivo	6	6	6	6	24
Tiempo de vida útil	Plan de lubricación	2	4	4	2	12
<b>MATERIAL</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>BAJO COSTO</b>	<b>MEDIBLE</b>	<b>CAUSA DIRECTA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	
Inadecuado manejo de stock de repuestos	Diseñar un levantamiento de repuestos por equipo y máquina	4	2	2	2	10

Continuación de la tabla VII.

<b>MEDIO AMBIENTE</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>BAJO COSTO</b>	<b>MEDIBLE</b>	<b>CAUSA DIRECTA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>TOTALES</b>
Exceso de polvo en el área y equipos	Diseñar un plan de limpieza de área y equipos	2	2	2	2	8

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Del análisis anterior se establece que la causa raíz es la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo.

### **2.1.3. Análisis del mantenimiento**

A continuación, se analizarán aspectos importantes para un correcto plan de mantenimiento preventivo.

#### **2.1.3.1. Personal**

Dentro de la planta existe personal con habilidades, conocimientos y experiencia comprobable para las funciones que realizan de acuerdo con sus puestos de trabajo. Entre el personal operativo están 6 mecánicos, 3 eléctricos y 2 soldadores; y para el personal administrativo está el jefe de mantenimiento, el supervisor de mantenimiento eléctrico y la coordinadora de mantenimiento.

El personal operativo está distribuido en 3 grupos de trabajo que se rotan los turnos, cada grupo está formado por 3 personas que son 2 mecánicos y un eléctrico, un soldador tiene turnos rotativos y el otro soldador solo labora en turno de día. Los turnos de trabajo dentro del área de mantenimiento son rotativos de

12 horas cada uno, en horario de 6:00 a.m. a 18:00 p.m. y de 18:00 p.m. a 6:00 a.m.

Sin embargo, existen situaciones en las que el personal operativo no es suficiente para realizar las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo dentro de la planta, esto se puede evidenciar en la tardanza de respuesta para solucionar las fallas en las máquinas o equipos.

A continuación, en la figura 4 se presenta una orden de trabajo en la que se evidencia la fecha de la solicitud ingreso y la fecha en la que se cierra la orden.

Figura 4. Orden de trabajo

La Popular		INDUSTRIA LA POPULAR S.A.						ORDEN DE TRABAJO 68810	
236PAE006		PANEL ELECTRICO DE POTENCIA AREA DE MEZCLAS						CERRADA	
UBICACION		CUARTO NIVEL AREA DE PANELES DE MEZCLAS						E/S	E
PROCESO		236 MEZCLAS DE DETERGENTES						EST	N
CENTRO COSTOS		GYSDETER GERENCIA Y SUPERVISION DE DETERGENTE						PRIORIDAD	EQ-A
SOLICITUD	FECHA	01/04/2021	HORA	03:00 PM	REQUERIDA	01/04/2021	HORA	08:00 PM	
VARIABLE DE CONTROL	DIAS	VALOR PROYECTADO				534.00	VALOR REAL		
ACTIVIDAD ESTANDAR	M3A-02-PEP	FRECUENCIA	MENSUAL						No. P.M.
DESCRIPCION CORTA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR A PANELES DE POTENC - [ MAX5D ]						O.T. ASOCIADA	285570	
MOTIVO SOLICITUD	MANTENIMIENTO MENSUAL								
SOLICITADA POR	LDIAZ	LESLY MARIBEL DIAZ VASQUEZ	PLANEADOR	LDIAZ	APROBADA	06/04/2021			
TRABAJO A REALIZAR	INSPECCION DE ESTRUCTURA, CABLEADO, CONTACTORES, TERMINALES								
INICIACION	FECHA	05/04/2021	HORA	03:00 PM	FINALIZACION	05/04/2021	HORA	06:00 PM	
TIEMPO EJECUCION	3:00	DESPLAZAMIENTO		PARO		3:00			
TIPO DE PARO	01	TIPO DE TRABAJO				01	RESPONSABLE	FGOMEZ	
TAREAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADAS									
CODIGO	DESCRIPCION				# EJE	T. EJE	SISTEMA	SEGURID	
APA-EQU	APAGAR- EQUIPO				1.00	1:00	SISTEMA ELECTRICO	ND	
BLO-ETI	BLOQUEO / ETIQUETADO DEL EQUIPO				1.00	1:00	SISTEMA ELECTRICO	ND	
LIM-EQU	LIMPIEZA DE EQUIPO				1.00	1:00	SISTEMA ELECTRICO	EQUER	
LIM-VAR	LIMPIEZA DE VARIADORES DE PANELES				1.00	1:00	SISTEMA ELECTRICO	ND	
LIM-CONT	LIMPIEZA DE CONTACTORES PANELES				1.00	1:00	SISTEMA ELECTRICO	ND	
APR-CAS	APRIETE DE CASTIGADORES				1.00	1:00	SISTEMA ELECTRICO	ND	
REV-CAB	REVISAR CABLEADO				1.00	1:00	SISTEMA ELECTRICO	ND	
REV-BOT	REVISION DE BOTONERAS DE DE ARRANQUE Y PARO				1.00	1:00	SISTEMA ELECTRICO	ND	
REV-TER	REVISION DE TERMINALES EN PANEL				1.00	1:00	SISTEMA ELECTRICO	ND	
REV-BAT	REVISION Y LIMPIEZA A BANCO DE BATERIAS				1.00	1:00	SISTEMA ELECTRICO	ND	
PRU-EQU	PRUEBA DE EQUIPO				1.00	1:00	SISTEMA ELECTRICO	EQUBLO	
LIM-ART	LIMPIEZA DE AREA AL TERMINAR EL TRABAJO				1.00	1:00	SISTEMA ELECTRICO	ND	

Fuente: Industria La Popular, S.A. (2021). Orden de trabajo.



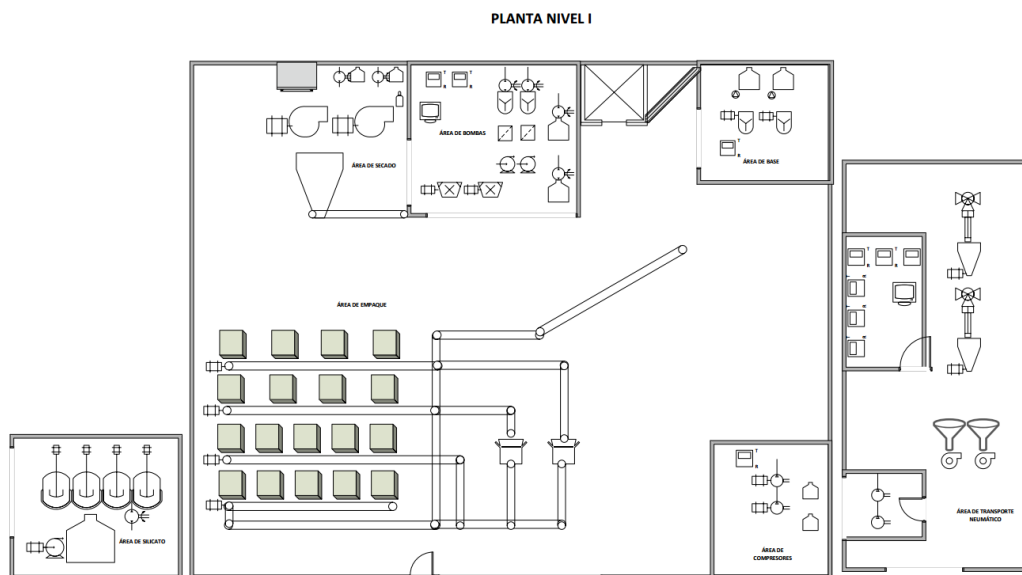
### 2.1.3.2. Análisis de los equipos

Para poder realizar el análisis de los equipos se evaluará el listado de equipos, clasificación, codificación, criticidad y entre otros aspectos que se presentan a continuación.

#### 2.1.3.2.1. Listado de equipos

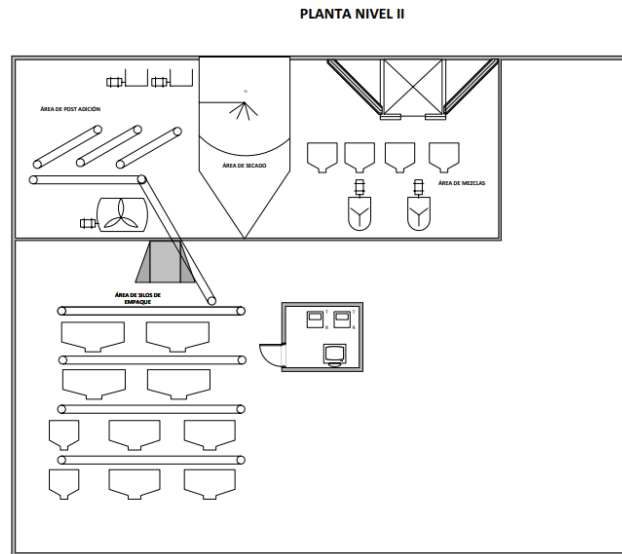
Los equipos son fundamentales para que una planta de producción funcione y dentro de la planta existen 10 áreas diferentes para el proceso de producción y la distribución de los equipos se presentan en las figuras 5, 6 y 7 previo al listado de equipos.

Figura 5. **Distribución de equipos en planta en el nivel 1**



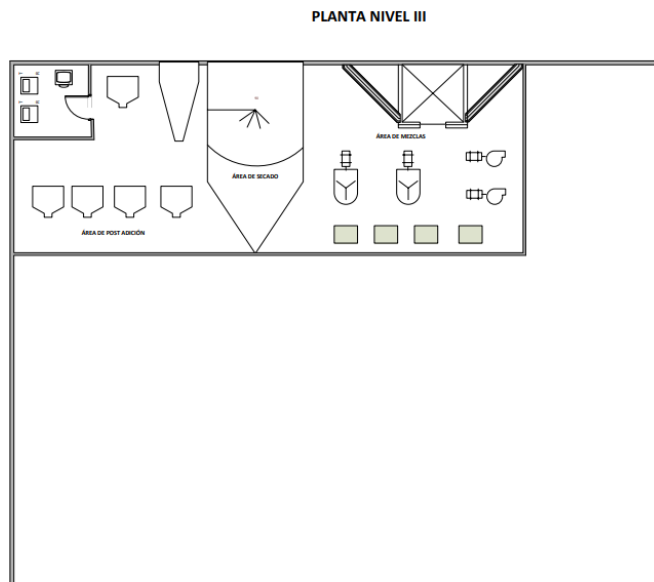
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

Figura 6. **Distribución de equipos en planta en el nivel 2**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

Figura 7. **Distribución de equipos en planta en el nivel 3**



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

A continuación, se describe y analiza cómo se encuentran las áreas y el listado de equipos de la planta.

- Área de bombas

El listado de equipos del área de bombas se presenta en la tabla VIII.

**Tabla VIII. Listado de equipos del área de bombas**

EQUIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
Equipo de bombeo	Bombas de alta presión	Abastecer de slurry a secado
Bomba centrífuga molino A	Primer nivel área de bombas de alta presión	Moler mezcla de detergente
Bomba centrífuga molino B	Primer nivel área de bombas de alta presión	Moler mezcla de detergente
Bomba de agua de reproceso	Primer nivel atrás de fosa química	Bompear agua de reproceso a mezcla
Bomba de agua limpia	Primer nivel atrás de fosa química	Bompear agua limpia a mezcla
Bomba de agua de enfriamiento	Primer nivel área de bombas de alta presión	Enfriar bombas de alta presión
Bomba de alta presión A	Primer nivel área de bombas de alta presión	Enviar base del detergente a mezcla
Bomba de alta presión B	Primer nivel área de bombas de alta presión	Enviar base del detergente a mezcla
Filtro gemelo A	Primer nivel área de bombas de alta presión	Filtrar mezcla para detergente
Filtro gemelo B	Primer nivel área de bombas de alta presión	Filtrar mezcla para detergente
Filtro magnético A	Primer nivel área de bombas de alta presión	Filtrar partículas de hierro
Filtro magnético B	Primer nivel área de bombas de alta presión	Filtrar partículas de hierro
Molino pulverizador A	Primer nivel área de bombas de alta presión	Pulverizar detergente
Molino pulverizador B	Primer nivel área de bombas de alta presión	Pulverizar detergente
Motor del filtro gemelo A	Primer nivel acoplado a filtro A	Dar potencia al filtro gemelo A
Motor del filtro gemelo B	Primer nivel acoplado a filtro B	Dar potencia al filtro gemelo B
Motor del molino pulverizador A	Primer nivel acoplado a molino A	Dar potencia al molino pulverizador A
Motor del molino pulverizador B	Primer nivel acoplado a molino B	Dar potencia al molino pulverizador B
Motor de bomba molino A	Primer nivel área de bombas de alta presión	Dar potencia a bomba molino A
Motor de bomba molino B	Primer nivel área de bombas de alta presión	Dar potencia a bomba molino B
Motor de bomba de agua de reproceso	Primer nivel atrás de fosa química	Dar potencia a bomba de agua de reproceso
Motor de bomba de agua limpia	Primer nivel atrás de fosa química	Dar potencia a bomba de agua limpia
Motor de bomba de agua de enfriamiento	Primer nivel área de bombas de alta presión	Dar potencia a bomba de agua de enfriamiento
Motor de bomba de alta presión A	Primer nivel área de bombas de alta presión	Dar potencia a bomba de alta presión A
Motor de bomba de alta presión B	Primer nivel área de bombas de alta presión	Dar potencia a bomba de alta presión B
Mezclador de filtro gemelo A	Primer nivel área de bombas de alta presión	Mezclar slurry
Mezclador de filtro gemelo B	Primer nivel área de bombas de alta presión	Mezclar slurry
Panel eléctrico de potencia	Primer nivel un costado de oficina de torre	Control eléctrico de bombas
Panel eléctrico de potencia	Primer nivel un costado de oficina de torre	Control eléctrico de bombas
Panel eléctrico de control	Primer nivel área de bombas de alta presión	Control de presión de aceite de equipos
Tanque de agua de reproceso	Primer nivel atrás de fosa química	Almacenar agua de reproceso
Tanque de agua limpia	Primer nivel atrás de fosa química	Almacenar agua limpia

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los equipos de esta área se encuentran al final del primer nivel. En esta área se encuentran principalmente las bombas de alta presión, el estado de los equipos se encuentra funcional a pesar de la humedad que se mantiene en el área, la humedad genera óxido en los equipos, también pueden penetrar y corroer circuitos.

- Área de base

El listado de equipos del área de base se presenta en la tabla IX.

Tabla IX. **Listado de equipos del área de base**

EQUIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
Base para detergente	Área de preparación de base	Mezcla de materia prima
Bomba neumática yamada 1	Primer nivel debajo de plataforma área de base	Bombeo del producto a mezcla
Bomba neumática yamada 2	Primer nivel debajo de plataforma área de base	Bombeo del producto a mezcla
Motorreductor de mezclador 1	Primer nivel área de base detergente	Dar potencia al mezclador 1
Motorreductor de mezclador 2	Primer nivel área de base detergente	Dar potencia al mezclador 2
Mezclador-agitador de tanque 1	Primer nivel área de base detergente	Mezclar base
Mezclador-agitador de tanque 2	Primer nivel área de base detergente	Mezclar base
Panel eléctrico de control	Primer nivel área de base detergente	Controlar funcionamiento de equipos
Tanque de sulfónico número 1	Primer nivel área de base detergente	Almacenar sulfónico
Tanque de sulfónico número 2	Primer nivel área de base detergente	Almacenar sulfónico

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los equipos del área de base se encuentran a un costado del elevador de carga en el primer nivel. En esta área se encuentran la menor cantidad de equipos en comparación de las demás áreas, en esta área la mayoría de los equipos son tanques y mezcladores, es un área pequeña y es afectada por materias primas en polvo y líquidos de la producción de base y esto tiende a dañar la estructura de los equipos ya que es muy pegajosa junto con la humedad.

- Área de compresores

El listado de equipos del área de compresores se presenta en la tabla X.

Tabla X. **Listado de equipos del área de compresores**

EQUIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
Compresores y tanques	Cuarto de compresores atrás de oficina mantenimiento	Mantener la presión de aire
Compresor de aire A	Primer nivel cuarto de compresores	Generar aire a tubería slurry
Compresor de aire B	Primer nivel cuarto de compresores	Generar aire a tubería slurry
Motor de compresor A	Primer nivel cuarto de compresores	Generador de fuerza motriz
Motor de compresor B	Primer nivel cuarto de compresores	Generador de fuerza motriz
Panel eléctrico operacional	Primer nivel cuarto de compresores	Control eléctrico de compresores
Tanque-reservorio de presión A	Área de bombas de alta presión	Reservar presión de aire
Tanque-reservorio de presión B	Área de bombas de alta presión	Reservar presión de aire

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los equipos del área de compresores de alta presión se encuentran a un costado de la oficina administrativa de mantenimiento. Los equipos de esta área son los encargados de alimentar de presión constante y mantenerla a otros equipos, es un área pequeña que se mantiene en su mayoría desordenada por estar en un área muy poco transitada.

- Área de transporte neumático

El listado de equipos del área de transporte neumático se presenta en la tabla XI.

Tabla XI. Listado de equipos del área de transporte neumático

EQUIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
Transporte neumático de detergente	Bodega materia prima	Transportar producto
Compresor de aire transporte neumático estación A	Primer nivel área TN cuarto de compresores	Enviar materia prima
Compresor de aire transporte neumático estación B	Primer nivel área TN cuarto de compresores	Enviar materia prima
Tornillo dosificador de materia prima estación A	Primer nivel área de transporte neumático	Dosificar materia prima
Tornillo dosificador de materia prima estación B	Primer nivel área de transporte neumático	Dosificar materia prima
Filtro manga de transporte neumático estación A	Primer nivel área de transporte neumático	Evitar contaminación de polvillo
Filtro manga de transporte neumático estación B	Primer nivel área de transporte neumático	Evitar contaminación de polvillo
Motor de compresor estación A	Primer nivel área TN cuarto de compresores	Dar potencia a compresor estación A
Motor de compresor estación B	Primer nivel área TN cuarto de compresores	Dar potencia a compresor estación B
Motor de tornillo dosificador A	Primer nivel área de transporte neumático arriba de tornillo A	Dar potencia a tornillo dosificador A
Motor de tornillo dosificador B	Primer nivel área de transporte neumático arriba de tornillo B	Dar potencia a tornillo dosificador B
Motor de válvula estación A	Primer nivel área de transporte neumático debajo de válvula A	Dar potencia a válvula rotativa A
Motor de válvula estación B	Primer nivel área de transporte neumático debajo de válvula B	Dar potencia a válvula rotativa B
Panel eléctrico de potencia estación A/B	Primer nivel área TN en cuarto de paneles	Controlar funciones de proceso
Panel eléctrico de potencia estación A/B	Primer nivel área TN en cuarto de paneles	Controlar funciones de proceso
Panel eléctrico de potencia estación A/B	Primer nivel área de TN en cuarto de paneles	Controlar funciones de proceso
Panel eléctrico de potencia estación A/B	Primer nivel área TN cuarto de paneles	Controlar funciones de proceso
Panel eléctrico de filtro manga estación A	Primer nivel área TN	Controlar filtro manga estación A
Panel eléctrico de filtro manga estación B	Primer nivel área TN	Controlar filtro manga estación B
Polipasto de transporte neumático estación A	Parte superior de estructura de polipasto en trans neumático	Elevar jumbos de materia prima
Polipasto de transporte neumático estación B	Parte superior de estructura de polipasto en trans neumático	Elevar jumbos de materia prima
Válvula rotativa estación A	Primer nivel área de transporte neumático debajo de tornillo A	Deshacer terrones de sulfato
Válvula rotativa estación B	Primer nivel área de transporte neumático debajo de tornillo B	Deshacer terrones de soda ash
Tolva estación A	Primer nivel área de transporte neumático	Colocar sulfato
Tolva estación B	Primer nivel área de transporte neumático	Colocar soda ash
Ventilador de filtro manga estación A	Primer nivel área de transporte neumático	Succión de polvillo en manga
Ventilador de filtro manga estación B	Primer nivel área de transporte neumático	Succión de polvillo en manga

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los equipos del área de transporte neumático se encuentran a la par de la planta de sulfonación. En esta área hay variedad de equipos, entre ellos compresores, motores, válvulas rotativas, filtros manga, tornillo dosificadores y tolvas. Aquí se encuentra materia prima en polvo y para evitar su propagación en el área utilizan filtros manga que cumple en gran manera su funcionamiento. Sin embargo, tiende a ser un área con polvillo lo cual se adhiere a los equipos.

- Área de silicato

El listado de equipos del área de silicato se presenta en la tabla XII.

**Tabla XII. Listado de equipos del área de silicato**

EQUIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
Silicato y salmuera	A un costado de planta lavandería	Fundición de silicato
Autoclave # 1	Área de silicatos y salmueras	Deshacer silicato piedra
Autoclave # 2	Área de silicatos y salmueras	Deshacer silicato piedra
Autoclave # 3	Área de silicatos y salmueras	Deshacer silicato piedra
Autoclave # 4	Área de silicatos y salmueras	Deshacer silicato piedra
Bomba de agua caliente	Área silicatos y salmueras frente a tanque de agua	Bompear agua caliente a las autoclaves
Bomba roper silicato 1	Lado atrás de tanque de almacenamiento de silicato	Bompear silicato a plantas
Bomba roper silicato 2	A un costado de autoclave #1	Bompear silicato a plantas
Ciclón para recuperación de vapor	Sobre tanque de silicato	Precipitar silicato
Manifold distribuidor vapor autoclave 1 y 2	Área de silicatos y salmueras	Distribuidor de vapor autoclave 1 Y 2
Manifold distribuidor vapor autoclave 3 y 4	Área de silicatos y salmueras	Distribuidor se vapor autoclave 3 Y 4
Motor de bomba de agua caliente	Área silicatos y salmueras frente a tanque de agua	Dar potencia a bomba de agua caliente
Motor de bomba de silicato # 1	Lado atrás de tanque de silicato	Potencia bomba # 1 silicato
Motor de bomba de silicato #2	Lado atrás de tanque de silicato	Potencia bomba # 2 silicato
Puente grúa de silicato 1	Parte superior de estructura de autoclaves silicatos	Elevar jumbos de silicatos
Puente grúa de silicato 2	Parte superior de estructura de autoclaves silicatos	Elevar jumbos de silicatos
Tanque de agua caliente	Área de silicatos y salmueras	Almacenar agua caliente
Tanque de almacenamiento y distribución de silicato	En área de silicatos junto a planta de lavandería	Almacenar y distribuir silicato

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los equipos del área de silicato se encuentran a un costado de la planta de lavandería ya que se distribuye silicato a varias plantas de producción. Como su nombre lo indica, en esta área se funde el silicato a altas temperaturas por medio de vapor, el trabajo es en caliente, esta área está alejada de la planta principal de detergente, sin embargo, se mantiene en constante monitoreo, por los operadores del área. El silicato al secarse se forma una escarcha lo cual afecta en la limpieza de los equipos.

- Área de mezclas

El listado de equipos del área de mezclas se presenta en la tabla XIII.

**Tabla XIII. Listado de equipos del área de mezclas**

EQUIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
Mezclas de detergentes	Torre detergente	Mezcla de materias primas
Filtro de manga de sulfato	Cuarto nivel área mezanine tanques y silos materia prima	Evitar contaminación del polvo
Filtro de mangas carbonato de sodio	Cuarto nivel área mezanine tanques y silos materia prima	Evitar contaminación del polvo
Filtro de manga de s.t.p.p	Cuarto nivel área mezanine tanques y silos materia prima	Evitar contaminación del polvo
Filtro de mangas de aditivos	Cuarto nivel área mezanine tanques y silos materia prima	Evitar contaminación del polvo
Motor eléctrico ventilador de filtros mangas (62k10m)	Cuarto nivel área mezanine acoplado a ventilador 62k10	Dar potencia a ventilador
Motor eléctrico ventilador de filtros mangas (62k1m)	Cuarto nivel área mezanine acoplado a ventilador 62k1	Potencia ventilador 62K1
Motorreductor de mezclador m2	Tercer nivel área mezclas menores detergentes	Potencia dosificador tornillo
Motorreductor tanque mezclador de granza m1	Parte superior de mezclador de granza 62a1m1	Potencia a mezclador 62A1M1
Motorreductor subitomo para mezclador de base	Acoplado a mezclador de base para detergente	Dar potencia a mezclador
Motorreductor mezclador m3	Segundo nivel acoplado a mezclador m3	Potencia aspas mezclador
Mezclador de granza m1	Tercer nivel frente a puerta del elevador detergentes	Mezclar reproceso agua
Mezclador agitador m2	Tercer nivel frente a elevador torre detergentes	Agitar Y mezclar materia prima
Tanque mezclador m3	Segundo nivel frente a elevador	Agitar Y almacenar mezcla
Mezclador de base para detergente mezanine	En mezanine mezclas 5to nivel torre detergente	Mezclador de base
Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga	Cuarto nivel área mezanine	Accionar solenoides de los filtros manga
Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga	Cuarto nivel área mezanine	Accionar solenoides de los filtros manga
Panel eléctrico de potencia área de mezclas	Cuarto nivel área de paneles de mezclas	Accionar basculas de líquidos y solidos
Panel eléctrico de potencia área de mezclas	Cuarto nivel área de paneles de mezclas	Accionar tornillos dosificadores y elevador
Tolva de sulfato de sodio	Cuarto nivel frente a cuarto de paneles de mezcla	Almacenar sulfato de sodio
Tolva de carbonato de sodio	Cuarto nivel frente a cuarto de paneles de mezcla	Almacenar carbonato de sodio
Tolva de s.t.p.p	Cuarto nivel frente a cuarto de paneles de mezcla	Almacenar S.T.P. P
Tolva de aditivos s.t.p.p. menores	Cuarto nivel frente a cuarto de paneles de mezcla	Almacenar aditivos S.T.P. P
Ventilador de filtro de manga (62k10)	En mezanine de filtros mangas de materia prima 4to nivel	Ventilador de aire a filtro
Ventilador de filtros de manga (62k1)	En mezanine de filtros mangas de materia prima 4to nivel	Ventilador filtro de mangas

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los equipos del área de mezclas se encuentran en varios niveles de la planta, ya que el proceso del detergente es en vertical. Los equipos se encuentran en buen estado de estructura y funcionamiento a pesar de que el polvo se encuentra en todas las áreas del proceso del detergente.



- Área de post adición

El listado de equipos del área de mezclas se presenta en la tabla XIV.

**Tabla XIV. Listado de equipos del área de post adición**

EQUIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
Post- adición	Torre detergente	Adición de materia prima
Bomba de perfume (65p1b)	Tercer nivel junto a tambor rotativo	Bombear perfume
Bomba de perfume (65p1a)	Tercer nivel junto a tambor rotativo	Bombear perfume
Banda pesadora de soda (65wg2)	Cuarto nivel post adición	Pesar soda o meta silicato
Banda pesadora y dosificadora de sulfato (65wg9)	Cuarto nivel área de post adición	Pesar y dosificar detergente blanco
Banda pesadora y dosificadora (65wg10)	Cuarto nivel área de post adición	Pesar y dosificar sulfónico
Banda pesadora y dosificadora (65wg12)	Cuarto nivel área de post adición	Transportar granulo base
Banda transportadora (65n3)	Frente a panel post addition 4to nivel	Colectar detergente post adicionado
Banda transportadora (65n2a)	Segundo nivel	Traslado detergente a banda 65N4
Banda transportadora (65n2b)	Segundo nivel	Trasladar detergente a banda 65N4
Banda transportadora detergente (65n2c)	Segundo nivel	Transportar detergente de silo
Ciclón de post adición	Séptimo nivel sobre terraza	Separar particulas
Motor eléctrico de banda transportadora 65n2C-2	Acoplado a banda transportadora	Dar potencia a 65N2B-2
Motor de banda colector (65n3m)	Cuarto nivel acoplada a banda n3	Traslado detergente a tambor rotativo
Motorreductor de banda transportadora (65n2am)	Acoplado a banda N2	Potencia a transportador 65N2A
Motorreductor de banda transportadora (65n2bm)	Acoplado a banda N2B	Potencia a banda 65N2B
Motorreductor de banda pesadora (65wg2m)	Frente a panel de post adición 4to nivel	Potencia banda pesadora 65Wg2
Motorreductor de banda pesadora (65wg9m)	Frente a panel post addition detergentes	Potencia banda pesadora
Motorreductor de banda pesadora (65wg10m)	Cuarto nivel área post adición	Potencia Banda Trans. Wg10
Motorreductor de banda pesadora de granulo base (65wg12m)	Cuarto nivel área post adición	Dar Potencia A Banda Pesadora
Motorreductor de mezclador rotativa (65mx1m) tambor rotativo	Tercer nivel parte inferior media mezclador rotativo 65mx1	Potencia a tambor rotativo
Mezclador rotativo (65mx1)	Tercer nivel final del pasillo detergentes	Mezclar detergente y aditivos
Panel eléctrico operacional de banda wg12	Cuarto nivel área post adición	Controlar banda Wg12
Panel eléctrico operacional de banda wg9	Cuarto nivel área post adición	Controlar banda Wg9
Panel eléctrico operacional de banda wg2	Cuarto nivel área post adición	Controlar banda Wg2
Panel eléctrico operacional de banda wg10	Cuarto nivel área post adición	Controlar banda Wg10
Tolva de almacenamiento de enzimas (65v3)	Sexto nivel área post adición	Almacenar Enzimas
Tolva de almacenamiento de laundrosil (65v4)	Sexto nivel área post adición	Almacenar Laundrosil
Tolva de carga de post adición (65v9)	Sexto nivel área post adición	Almacenar y dosificar detergente
Tolva de almacenamiento de soda 65v2	Sexto nivel área post adición	Almacenar soda
Tolva de almacenamiento de sulfato 65v11	Sexto nivel área post adición	Almacenar sulfato
Tanque de perfume 1	Tercer nivel frente a torre de secado	Almacenar y distribuir perfume
Tanque de perfume 2	Tercer nivel frente a torre de secado	Almacenar y distribuir perfume

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los equipos del área de post adición se encuentran en varios niveles de la planta, ya que el proceso del detergente es en vertical. La mayoría de los equipos de esta área son bandas pesadoras y tolvas, los equipos se encuentran en buen estado de estructura y funcionamiento a pesar de que el polvo se encuentra en todas las áreas del proceso del detergente.

- Área de secado

El listado de equipos del área de secado se presenta en la tabla XV.

Tabla XV. Listado de equipos del área de secado

EQUIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
Secado del detergente	Torre para detergente	Secar Detergente
Anillo de limpieza torre detergente (64w3w)	Interior torre detergente	Limpiar interior de torre
Bomba de tanque de gas	Primer nivel atrás por el horno	Bompear al horno
Bomba de tanque Diesel	Primer nivel atrás por el horno	Bompear al horno
Bomba de tanque de bunker	Primer nivel atrás por el horno	Bompear al horno
Ciclón de secado	Terraza séptimo nivel	Separar detergente y secar el slurry
Cono de torre de secado (64at1)	Del primer al 2do nivel detergentes	Salida de detergente
Horno del quemador	Del segundo al cuarto nivel	Secar detergente
Motor de bomba tanque de gas	Primer nivel atrás por el horno	Dar potencia a bomba de tanque gas
Motor de bomba tanque Diesel	Primer nivel atrás por el horno	Dar potencia a bomba de tanque diesel
Motor de bomba tanque de bunker	Primer nivel atrás por el horno	Dar potencia a bomba de tanque bunker
Motor ventilador quemador de horno (64k1m)	Primer nivel al fondo junto al horno quemador	Enviar calor a torre secado
Motor de ventilador de dilución (64k2m)	Primer nivel al fondo a tras del área de bombas	Potencia a ventilador de dilución
Motor eléctrico de ventilador (64k4m)	Terraza en ventilador 64k4 detergentes	Potencia a ventilador 64K4
Motor del ventilador de vacío (64k3m)	Cuarto de ventilador 64k3 atrás de planta detergente	Accionar ventilador de vacío
Panel eléctrico de potencia	Segundo nivel cuarto de control frente a cono de secado	Control de potencia
Panel eléctrico de potencia	Segundo nivel cuarto de control	Control de potencia
Panel eléctrico de potencia	Segundo nivel cuarto de control	Control de potencia
Panel eléctrico de potencia	Segundo nivel cuarto de control	Control de potencia
Quemador de horno (64h1)	Primer nivel lado izquierdo elevador	Quemar bunker para horno
Tanque de gas 100 libras	Primer nivel atrás por el horno	Almacenar gas
Tanque de diesel	Primer nivel atrás por el horno	Almacenar diesel
Tanque de bunker	Primer nivel atrás por el horno	Almacenar bunker
Ventilador de quemador (64k1) de combustión	Primer nivel a un costado de elevador	Enviar calor a quemador
Ventilador aire de dilución del horno torre secado (64k2)	Primer nivel junto a horno torre secado	inyectar aire caliente a torre
Ventilador de vacío torre de secado (64k3)	Cuarto de ventilador 64k3 atrás de planta	Generar vacío en torre secado
Ventilador de secado (64k4)	Terraza de torre de secado detergentes	Absorbe detergente de primer nivel
Wincher para anillo de limpieza	Primer nivel	Subir y bajar el anillo de limpieza

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los equipos del área de secado se encuentran en varios niveles de la planta. El área de secado se encuentra en el centro de la torre de detergente. En esta área hay pocos equipos críticos.

- Área de silos de empaque

El listado de equipos del área de silos de empaque se presenta en la tabla XVI.

**Tabla XVI. Listado de equipos del área de silos de empaque**

EQUIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
Silos de empaque	Segundo nivel de empaque detergente	Almacenar producto
Banda transportadora distribución L1	Segundo nivel área de silos de empaque	Distribución de producto L1
Banda transportadora distribución L 2	Segundo nivel área de silos de empaque	Distribución de producto L2
Banda transportadora de distribución L3	Segundo nivel área de silos de empaque	Distribución de producto L3
Banda transportadora de distribución L4	Segundo nivel área de silos de empaque	Distribución de producto L4
Motorreductor de banda de L1	Segundo nivel área de silos acoplado a banda l1	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda de L2	Segundo nivel área de silos acoplado a banda l2	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda de L3	Segundo nivel área de silos acoplado a banda l3	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda de L4	Segundo nivel área de silos acoplado a banda l4	Dar potencia a banda
Panel eléctrico operacional automático	Área de silos de empaque cuarto nivel	Control operacional
Panel eléctrico operacional manual	Área de silos de empaque cuarto nivel	Control operacional
Tolva de almacenamiento	Área silo de empaque línea 1 masipack 1 y 2	Abastecer Masipack 1 Y 2
Tolva de almacenamiento	Área silo de empaque línea 1 masipack 3 y 4	Abastecer Masipack 3 Y 4
Tolva de almacenamiento	Área silo de empaque línea 1 masipack 5	Abastecer Masipack 5
Tolva de almacenamiento	Área silo de empaque línea 2 masipack 6 y 7	Abastecer Masipack 6 Y 7
Tolva de almacenamiento	Área silo de empaque línea 2 masipack 8 y 9	Abastecer Masipack 8 Y 9
Tolva de almacenamiento	Área silo de empaque línea 2 masipack 10	Abastecer Masipack 10
Tolva de almacenamiento	Área silo de empaque línea 3 masipack 11y12	Abastecer Masipack 11 Y 12
Tolva de almacenamiento	Área silo de empaque línea 3 masipack 13 y 14	Abastecer Masipack13 Y 14
Tolva de almacenamiento	Área silo de empaque línea 4 masipack 15 y 16	Abastecer Masipack 15 Y 16
Tolva de almacenamiento	Área silo de empaque línea 4 masipack 17 y 18	Abastecer Masipack 17 Y 18

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los equipos del área de silos de empaque se encuentran en el segundo nivel sobre el área de empaque. En esta área se encuentran tolvas, bandas transportadoras y motorreductores y es el área previa para empacar el detergente. En esta área todo el equipo se encuentra en perfectas condiciones y el nombre de esta área no es el adecuado ya que no existe ningún silo en el área,

sino que solo se encuentran las tolvas de detergente para abastecer las máquinas de las líneas de empaque.

- Área de empaque

El listado de equipos del área de empaque se presenta en la tabla XVII.

Tabla XVII. Listado de equipos del área de empaque

EQUIPO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
Llenado y empaque	Primer nivel planta detergente	Empacar producto terminado
Máquina empacadora masipack111 vs400	En línea número #1 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack211 vs400	En línea número #1 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack3 11 vs300	En línea número #1 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack3 11 vs301	En línea número #1 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack5 11 vs250	En línea número #1 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack6 12 vs400	En línea número #2 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack7 12 vs400	En línea número #2 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack8 12 vs250 tornillo	En línea número #2 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack9 12 vs250 tornillo	En línea número #2 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack10 12 vs250 tornillo	En línea número #2 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack11 13 vs300 tornillo	En línea número #3 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack12 13 vs300 tornillo	En línea número #3 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack13 13 vs250 tornillo	En línea número #3 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack14 13 vs250 tornillo	En línea número #3 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack15 14 vs250 tornillo	En línea número #4 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack16 14 vs250 tornillo	En línea número #4 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack17 14 vs250 tornillo	En línea número #4 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina empacadora masipack18 14 vs250 tornillo	En línea número #4 empaques detergentes	Empacar detergente en bolsa
Máquina enfardadora	Área de empaque línea 3	Empacar fardos de detergente
Máquina enfardadora	Área de empaque línea 4	Empacar fardos de detergente
Banda transportadora principal línea # 1	Bajo plataforma de máquinas masipack línea # 1	Recolectar producto masipack
Banda transportadora principal línea # 2	Bajo plataforma de máquinas masipack línea # 2	Recolectar producto masipack
Banda transportadora principal línea # 3	Bajo plataforma de máquinas masipack línea # 3	Recolectar producto masipack
Banda transportadora principal línea # 4	Bajo plataforma de máquinas masipack línea # 4	Recolectar producto masipack
Banda transportadora tipo z para producto de línea 1	Área de empaque a un costado de oficina de empaque línea 1	Transportar producto terminado
Banda transportadora lineal Paralela a línea 1	Área de empaque paralela a línea 1	Transportar producto terminado
Banda transportador curva 1 para producto de línea 1	Área de empaque frente a línea 1 producto de línea 1	Transportar producto terminado
Banda transportadora lineal paralela a las 4 líneas	Área de empaque frente a las 4 líneas perpendicular	Transportar producto terminado
Banda transportador curva 1	Área de empaque frente a línea 4	Transportar producto terminado
Banda transportador inclinada hacia el túnel	Área de empaque detergente frente a línea 4	Transportar producto terminado
Banda transportador curva	Área de empaque en altura hacia túnel	Transportar producto terminado
Banda transportadora inclinada sobre base y barra	Área de empaque sobre base y barra en túnel	Transportar producto terminado
Banda transportadora en túnel	Área de empaque dentro de túnel	Transportar producto terminado
Banda transportadora inclinada en cd	Área de producto terminado cd	Transportar producto terminado
Banda transportadora curva en cd	Área de producto terminado cd	Transportar producto terminado
Banda transportadora lineal cd	Área de producto terminado cd	Transportar producto terminado
Banda transportador pequeña inclinada	Área de empaque frente a línea 2 y 3	Transportar producto terminado
Banda transportador tipo z	Área de empaque frente línea 3	Transportar producto terminado
Banda transportadora lineal	Área de empaque paralela a las primeras 3 líneas	Transportar producto terminado
Banda transportadora tipo z	Área de empaque frente a enfardadoras automáticas frente a l	Transportar producto terminado
Banda transportador pequeña inclinada	Área de empaque frente a línea 3	Transportar producto terminado
Banda transportador pequeña lineal	Área de empaque frente a línea 3	Transportar producto terminado
Banda transportador pequeña lineal	Área de empaque frente a línea 3	Transportar producto terminado
Banda transportadora grande inclinada	Área de empaque frente a enfardadora automática 1	Transportar producto terminado
Banda transportadora lineal de enfardadora	Área de empaque frente a enfardadora automática 1	Transportar producto terminado
Banda transportador inclinada de enfardadora	Área de empaque frente a enfardadora automática 1	Transportar producto terminado
Banda transportador inclinada	Área de empaque frente a línea 4 debajo de la banda curva	Transportar producto terminado
Banda transportador pequeña lineal	Área de empaque frente a línea 4	Transportar producto terminado
Banda transportador pequeña lineal	Área de empaque frente a línea 4	Transportar producto terminado
Banda transportadora grande inclinada	Área de empaque frente a enfardadora automática 2	Transportar producto terminado
Banda transportadora lineal de enfardadora	Área de empaque frente a enfardadora automática 2	Transportar producto terminado
Banda transportador inclinada de enfardadora	Área de empaque frente a enfardadora automática 2	Transportar producto terminado
Motorreductor de transportador principal línea 1	Acoplado a banda transportadora principal 11	Dar potencia a banda
Motorreductor de transportador principal línea 2	Acoplado a banda transportadora principal 12	Dar potencia a banda
Motorreductor de transportador principal línea 3	Acoplado a banda transportadora principal 13	Dar potencia a banda
Motorreductor de transportadora principal línea 4	Acoplado a banda transportadora principal 14	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda transportadora tipo z	Acoplado a banda transportadora tipo z	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda transportadora 11	Área empaque acoplado a banda transportadora línea 1	Dar potencia a banda

## Continuación de la tabla XVII.

Motorreductor de banda transportadora curva de línea 1	Área de empaque acoplado a banda curva	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda para producto de línea 1,2,3 y 4	Acoplado a banda transportadora frente a las 4 líneas	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda curva 1	Área empaque acoplado a banda curva frente a línea 4	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda de producto hacia túnel	Área de empaque acoplado a banda inclinada hacia túnel	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda transportadora curva	Acoplado a banda transportadora curva hacia el túnel	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda inclinada sobre base y barra	Acoplado a banda transportadora en túnel	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda en túnel	Acoplado a banda transportadora dentro túnel	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda transportadora inclinada cd	Acoplado a banda transportadora inclinada cd	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda transportadora curva cd	Acoplado a banda curva en cd	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda transportadora lineal cd	Acoplado a banda transportadora lineal cd	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda transportadora empaque manual	Área de empaque acoplado a banda de llenado manual	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda transportadora tipo z	Acoplado a banda transportadora tipo z	Dar potencia a banda
Motorreductor de transportador lineal	Acoplado a transportador lineal	Dar potencia a banda
Motorreductor de transportador tipo z	Acoplado a banda transportadora tipo z	Dar potencia a banda
Motorreductor de transportador pequeña inclinada	En transportador pequeña inclinada frente a línea 3	Dar potencia a banda
Motorreductor de transportador pequeña lineal	En transportador pequeño lineal frente a línea 3	Dar potencia a banda
Motorreductor de transportador pequeña lineal	Acoplado a banda transportadora pequeña lineal frente a l3	Dar potencia a banda
Motorreductor de transportador grande inclinada	Acoplado a banda transportadora grande inclinada	Dar potencia a banda
Motorreductor de transportador de enfardadora	Acoplado a banda transportadora de enfardadora	Dar potencia a banda
Motorreductor de transportador de enfardadora	Acoplado a banda transportadora de enfardadora	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda inclinada	Acoplado a banda inclinada de enfardadora automática 1	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda inclinada	Acoplado a banda inclinada frente a línea 4	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda pequeña lineal	Acoplado a banda frente a línea 4	Dar potencia a banda
Motorreductor para banda pequeña lineal	Acoplado a banda pequeña lineal a línea 4	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda lineal enfardadora	Acoplado a banda inclinada hacia enfardadora	Dar potencia a banda
Motorreductor de banda enfardadora	Acoplado a banda hacia enfardadora 2	Dar potencia a banda

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Los equipos del área de empaque se encuentran en el primer nivel en la entrada de la planta. Es el área en donde hay más equipos en funcionamiento y en su mayoría se mantienen en constante monitoreo por los operadores de empaque, en esta área se empaqueta el detergente en distintas presentaciones y marcas para enviarlo a producto terminado. Los equipos de esta área son bandas transportadoras, motorreductores, máquinas llenadoras y máquinas enfardadoras que se encuentran en óptimas condiciones.

### 2.1.3.2.2. Clasificación de activos

Actualmente dentro de la planta utilizan el término “equipo” para los activos que se encuentran en la planta y se sabe que existen diferentes tipos de activos, y los principales en diferenciarse son los siguientes términos:

- Equipo industrial: el equipo es un conjunto de herramientas necesarias para un propósito en particular.
- Máquina industrial: conjunto de sistemas utilizados para simplificar los procesos productivos ya que tienen como objetivo específico, ensamblar, llenar o envasar.

La clasificación de activos es importante para identificar el tiempo de revisión en los mantenimientos, ya que las máquinas tienen más sistemas que los equipos.

#### **2.1.3.2.3. Codificación**

El tipo de codificación utilizada dentro de la empresa es significativa alfanumérica. El código utilizado es de fácil uso, formado por 9 dígitos alfanuméricos, a continuación, en la figura 8 se muestra como está formado el código:

Figura 8. **Tipo de codificación significativa alfanumérica**



XXX-AAAXXX

Fuente: Industria La Popular, S.A. (2021). *Tipo de codificación significativa alfanumérica.*

Dónde:

- XXX: los primeros 3 dígitos son numéricos que identifican la ubicación del equipo por su área.

En la tabla XVIII se puede observar la identificación de las áreas del proceso de la planta.

Tabla XVIII. **Identificación de las áreas del proceso**

<b>Identificación</b>	<b>Área del proceso</b>
231	Área de bombas
232	Área de base
233	Área de compresores
234	Área de transporte neumático
235	Área de silicato
236	Área de mezclas
237	Área de post adición
238	Área de secado
239	Área de silos de empaque
240	Área de empaque

Fuente: Industria La Popular, S.A. (2021) *Departamento de mantenimiento*.

En la identificación de áreas se puede determinar que el área 239 – Área de silos de empaque, se encuentra mal definida ya que no es área de silos, sino área de tolvas.

- AAA: los segundos 3 dígitos son letras e identifican el tipo de equipo por su funcionalidad.
- XXX: los últimos 3 dígitos son números e identifican el número de correlativo.



Dentro de la planta existen 65 equipos que no estaban definidos en el listado de equipos actual, por lo tanto, no tenían código asignado, en la siguiente tabla XIX se identifican en amarillo los equipos y máquinas que no están codificados.

Los equipos de las 10 áreas del proceso del detergente, la mayoría no se encuentran con su codificación física en el equipo, aunque ya tienen código generado de forma digital. Algunos equipos no siguen un correlativo correctamente.

Tabla XIX. **Codificación actual de los activos por área**

<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
231	EQUIPO DE BOMBAS
231PUM008	Bomba centrífuga molino A
231PUM005	Bomba centrífuga molino B
231PUM001	Bomba de agua de reproceso
231PUM002	Bomba de agua limpia
	Bomba de agua de enfriamiento
231PUM003	Bomba de alta presión A
231PUM004	Bomba de alta presión B
231FGE001	Filtro gemelo A
231FGE002	Filtro gemelo B
231FMA001	Filtro magnético A
231FMA002	Filtro magnético B
231MOL001	Molino pulverizador A
231MOL002	Molino pulverizador B
231MOT005	Motor del filtro gemelo A
231MOT008	Motor del filtro gemelo B
231MOT001	Motor del molino pulverizador A
231MOT004	Motor del molino pulverizador B
231MOT011	Motor de bomba molino A

Continuación de la tabla XIX.

231MOT007	Motor de bomba molino B
231MOT002	Motor de bomba de agua de reproceso
231MOT003	Motor de bomba de agua limpia
	Motor de bomba de agua de enfriamiento
	Motor de bomba de alta presión A
	Motor de bomba de alta presión B
231MXR001	Mezclador de filtro gemelo A
231MXR002	Mezclador de filtro gemelo B
231PEP001	Panel eléctrico de potencia área de bombas
231PEP002	Panel eléctrico de potencia área de bombas
231PEO001	Panel eléctrico de control
231TAN001	Tanque de agua de reproceso
	Tanque de agua limpia
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
232	BASE PARA DETERGENTE
232PUM001	Bomba neumática yamada 1
232PUM002	Bomba neumática yamada 2
232MRE001	Motorreductor de mezclador 1
	Motorreductor de mezclador 2
232MXR001	Mezclador-agitador de tanque de base 1
232MXR002	Mezclador-agitador de tanque de base 2
	Panel eléctrico de control
232TAN001	Tanque de sulfónico número 1
232TAN002	Tanque de sulfónico número 2
<b>ÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
233	COMPRESORES Y TANQUES
233COA001	Compresor de aire A
233COA002	Compresor de aire B
	Motor de compresor A
233MOT001	Motor de compresor B
233PEO001	Panel eléctrico operacional

Continuación de la tabla XIX.

233TAN001	Tanque-reservorio de presión A
233TAN002	Tanque-reservorio de presión B
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
234	TRANSPORTE NEUMÁTICO DETERGENTE
	Compresor aire transporte neumático estación A
	Compresor de aire transporte neumático estación B
234DFM001	Tornillo dosificador de materia prima estación A
234DFM002	Tornillo dosificador de materia prima estación B
	Filtro manga de transporte neumático estación A
	Filtro manga de transporte neumático estación B
234MOT005	Motor de compresor estación A
234MOT002	Motor de compresor estación A
234MOT003	Motor de tornillo dosificador A
	Motor de tornillo dosificador A
234MOT001	Motor de válvula rotativa estación A
234MOT006	Motor de válvula rotativa estación B
234PEP001	Panel eléctrico de potencia estación A/B
234PEP003	Panel eléctrico de potencia estación A/B
234PEP002	Panel eléctrico de potencia estación A/B
234PEP005	Panel eléctrico de potencia estación A/B
	Panel eléctrico de filtro manga estación A
	Panel eléctrico de filtro manga estación B
234POW001	Polipasto de transporte neumático estación A
234POW002	Polipasto de transporte neumático estación B
	Válvula rotativa estación A
	Válvula rotativa estación B
234SIL001	Tolva estación A
234SIL002	Tolva estación B
	Ventilador de filtro manga estación A
	Ventilador de filtro manga estación B

Continuación de la tabla XIX.

<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
235	SILICATO Y SALMUERA
235AUT001	Autoclave # 1
235AUT002	Autoclave # 2
235AUT003	Autoclave # 3
235AUT004	Autoclave # 4
	Bomba de agua caliente
235PUM001	Bomba roper silicato 1
235PUM003	Bomba roper silicato 2
235SIL001	Ciclón de sistema para recuperación de vapor
235MNF001	Manifold distribuidor de vapor para autoclave 1 y 2
235MNF002	Manifold distribuidor de vapor para autoclave 3 y 4
235MOT002	Motor de bomba de agua caliente
235MOT001	Motor de bomba de silicato # 1
235MOT003	Motor de bomba de silicato #2
235POW001	Puente grúa de silicato 1
235POW002	Puente grúa de silicato 2
	Tanque de agua caliente
235TAN001	Tanque de almacenamiento y distribución de silicato
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
236	MEZCLAS DE DETERGENTES
	Filtro de manga de sulfato
	Filtro de mangas carbonato de sodio
	Filtro de manga de s.t.p.p
	Filtro de mangas de aditivos
236MOT001	Motor eléctrico ventilador de filtros mangas (62k10m)
236MOT002	Motor eléctrico ventilador de filtros mangas (62k1m)
236MRE003	Motorreductor de mezclador m2
236MRE004	Motorreductor tanque mezclador de granza m1
236MRE001	Motorreductor subitomo para mezclador de base

Continuación de la tabla XIX.

236MRE002	Motorreductor mezclador m3
236MXR001	Mezclador de granza m1
236MXR002	Mezclador agitador m2
236MXR003	Tanque mezclador m3
236MXR004	Mezclador de base para detergente mezanine
	Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga
	Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga
	Panel eléctrico de potencia área de mezclas
	Panel eléctrico de potencia área de mezclas
236SIL001	Tolva de sulfato de sodio
236SIL002	Tolva de carbonato de sodio
236SIL003	Tolva de s.t.p.p
236SIL004	Tolva de aditivos s.t.p.p. menores
	Ventilador de filtro de manga (62k10)
	Ventilador de filtros de manga (62k1)
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
237	POST-ADICIÓN
237PUM001	Bomba de perfume (65p1b)
	Bomba de perfume (65p1a)
237BTP001	Banda pesadora de soda (65wg2)
237BTP002	Banda pesadora y dosificadora de sulfato (65wg9)
237BTP004	Banda pesadora y dosificadora (65wg10)
237BTP008	Banda pesadora y dosificadora (65wg12)
237BTP006	Banda transportadora (65n3)
237BTP007	Banda transportadora (65n2a)
237BTP012	Banda transportadora (65n2b)
237BTP015	Banda transportadora detergente (65n2c)
237SIL001	Ciclón de post adición
237MOT001	Motor eléctrico de banda transportadora 65n2C-2
237MOT002	Motor de banda colectora (65n3m)

Continuación de la tabla XIX.

237MRE005	Motorreductor de banda transportadora (65n2am)
237MRE002	Motorreductor de banda transportadora (65n2bm)
237MRE004	Motorreductor de banda pesadora (65wg2m)
237MRE008	Motorreductor de banda pesadora (65wg9m)
237MRE006	Motorreductor de banda pesadora (65wg10m)
237MRE003	Motorreductor de banda pesadora de granulo base (65wg12m)
237MRE011	Motorreductor de mezclador rotativa (65mx1m) tambor rotativo
237MXR001	Mezclador rotativo (65mx1)
237PEO001	Panel eléctrico operacional de banda wg12
237PEO002	Panel eléctrico operacional de banda wg9
237PEO003	Panel eléctrico operacional de banda wg2
	Panel eléctrico operacional de banda wg10
237SIL001	Tolva de almacenamiento de enzimas (65v3)
237SIL002	Tolva de almacenamiento de laundrosil (65v4)
237SIL003	Tolva de carga de post adición (65v9)
237SIL004	Tolva de almacenamiento de soda 65v2
237SIL005	Tolva de almacenamiento de sulfato 65v11
237TAN001	Tanque de perfume 1
237TAN002	Tanque de perfume 2
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
238	SECADO DE DETERGENTE
238ALI001	Anillo de limpieza torre detergente (64w3w)
238PUM001	Bomba de tanque de gas
238PUM002	Bomba de tanque diesel
238PUM003	Bomba de tanque de bunker
238SIL001	Ciclón de secado
238CSE001	Cono de torre de secado (64at1)
238HOC001	Horno del quemador
238MOT001	Motor de bomba tanque de gas

Continuación de la tabla XIX.

<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
239BTP001	Banda transportadora de distribución L1
239BTP002	Banda transportadora de distribución L2
239BTP003	Banda transportadora de distribución L3
239BTP004	Banda transportadora de distribución L4
239MRE003	Motorreductor de banda de L1
239MRE002	Motorreductor de banda de L2
239MRE008	Motorreductor de banda de L3
239MRE007	Motorreductor de banda de L4
	Panel eléctrico operacional automático
	Panel eléctrico operacional manual
239SIL001	Tolva de almacenamiento detergente
239SIL002	Tolva de almacenamiento detergente
239SIL003	Tolva de almacenamiento detergente
239SIL004	Tolva de almacenamiento detergente
239SIL005	Tolva de almacenamiento detergente
239SIL006	Tolva de almacenamiento detergente
239SIL007	Tolva de almacenamiento detergente
239SIL008	Tolva de almacenamiento detergente
239SIL009	Tolva de almacenamiento detergente
239SIL010	Tolva de almacenamiento detergente
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
240LLP010	Máquina empacadora masipack111 vs400 mxcp003
240LLP003	Máquina empacadora masipack211 vs400 mxcp003
240LLP004	Máquina empacadora masipack3 I1 vs300 mxcp004
240LLP005	Máquina empacadora masipack4 I1 vs300 mxcp004
240LLP008	Máquina empacadora masipack5 I1 vs250 mxcp004
240LLP007	Máquina empacadora masipack6 I2 vs400 mxcp003
240LLP009	Máquina empacadora masipack7 I2 vs400 mxcp003
240LLP012	Máquina empacadora masipack8 I2 vs250 tornillo dosificador

Continuación de la tabla XIX.

240LLP015	Máquina empacadora masipack9 l2 vs250 tornillo dosificador
240LLP001	Máquina empacadora masipack10 l2 vs250 tornillo dosificador
	Máquina empacadora masipack11 l3 vs300 mxcp004
	Máquina empacadora masipack12 l3 vs300 mxcp004
	Máquina empacadora masipack13 l3 vs250 tornillo dosificador
	Máquina empacadora masipack14 l3 vs250 tornillo dosificador
	Máquina empacadora masipack15 l4 vs250 tornillo dosificador
	Máquina empacadora masipack16 l4 vs250 tornillo dosificador
	Máquina empacadora masipack17 l4 vs250 tornillo dosificador
	Máquina empacadora masipack18 l4 vs250 tornillo dosificador
	Máquina enfardadora
	Máquina enfardadora
240BTP008	Banda transportadora principal línea # 1
240BTP015	Banda transportadora principal línea # 2
240BTP012	Banda transportadora principal línea # 3
240BTP013	Banda transportadora principal línea # 4
240BTP005	Banda transportadora tipo z para producto de línea 1
240BTP006	Banda transportadora lineal Paralela a línea 1
240BTP009	Banda transportador curva 1 para producto de línea 1
240BTP010	Banda transportadora lineal paralela a las 4 líneas
	Banda transportador curva 1
	Banda transportador inclinada hacia el túnel
	Banda transportador curva
	Banda transportadora inclinada sobre base y barra
240BTP002	Banda transportadora en túnel
240BTP014	Banda transportadora inclinada en cd
240BTP015	Banda transportadora curva en cd
240BTP016	Banda transportadora lineal cd
240BTP025	Banda transportador pequeña inclinada
240BTP020	Banda transportadora tipo z



Continuación de la tabla XIX.

240BTP019	Banda transportadora lineal
240BTP020	Banda transportadora tipo z
240BTP021	Banda transportador pequeña inclinada
240BTP022	Banda transportador pequeña lineal
240BTP023	Banda transportador pequeña lineal
	Banda transportadora grande inclinada
	Banda transportadora lineal de enfardadora
	Banda transportador inclinada de enfardadora
240BTP027	Banda transportador inclinada
240BTP028	Banda transportador pequeña lineal
240BTP029	Banda transportador pequeña lineal
240BTP030	Banda transportadora grande inclinada
	Banda transportadora lineal de enfardadora
	Banda transportador inclinada de enfardadora
240MRE001	Motorreductor de transportador principal línea 1
240MRE002	Motorreductor de transportador principal línea 2
240MRE003	Motorreductor de transportador principal línea 3
	Motorreductor de trasportadora principal línea 4
	Motorreductor de banda trasportadora tipo z
240MRE006	Motorreductor de banda transportadora l1
240MRE007	Motorreductor de banda transportadora curva de línea 1
240MRE008	Motorreductor de banda para producto de línea 1,2,3 y 4
	Motorreductor de banda curva 1
240MRE010	Motorreductor de banda de producto hacia túnel
240MRE011	Motorreductor de banda transportadora curva
240MRE012	Motorreductor de banda inclinada sobre base y barra
	Motorreductor de banda en túnel
	Motorreductor de banda transportadora inclinada cd
	Motorreductor de banda transportadora curva cd
	Motorreductor de banda transportadora lineal cd

Continuación de la tabla XIX.

240MRE013	Motorreductor de banda transportadora empaque manual
240MRE016	Motorreductor de banda transportadora tipo z
240MRE018	Motorreductor de transportador lineal
240MRE020	Motorreductor de transportador tipo z
240MRE021	Motorreductor de transportador pequeña inclinada
240MRE022	Motorreductor de transportador pequeña lineal
240MRE023	Motorreductor de transportador pequeña lineal
240MRE024	Motorreductor de transportador grande inclinada
	Motorreductor de transportador de enfardadora
	Motorreductor de transportador de enfardadora
240MRE027	Motorreductor de banda inclinada
240MRE028	Motorreductor de banda inclinada debajo de la banda curva
240MRE029	Motorreductor de banda pequeña lineal
240MRE030	Motorreductor para banda pequeña lineal
	Motorreductor de banda lineal enfardadora
	Motorreductor de banda enfardadora

Fuente: Industria La Popular, S.A. (2021). *Departamento de mantenimiento.*

#### 2.1.3.2.4. Criticidad

Dentro de la planta la criticidad de los equipos la clasifican como crítico o no crítico, esto lo determina de acuerdo con que si el equipo provoca paro en planta o no.

A continuación, en la tabla XX se presentan los equipos que son clasificados como críticos:

Tabla XX. **Criticidad actual de los equipos**

Identificación	Área
231	Área de bombas
231BOM005	Bomba de agua de enfriamiento
231BOM006	Bomba de alta presión A
231BOM007	Bomba de alta presión B
231MOT009	Motor de bomba de agua de enfriamiento
231MOT010	Motor de bomba de alta presión A
231MOT011	Motor de bomba de alta presión B
231PAE001	Panel eléctrico de potencia área de bombas
231PAE002	Panel eléctrico de potencia área de bombas
231PAE003	Panel eléctrico de control
232	Área de base
232PAE001	Panel eléctrico de control
233	Área de compresores
233PAE001	Panel eléctrico operacional
234	Área de transporte neumático
234PAE001	Panel eléctrico de potencia estación A/B
234PAE002	Panel eléctrico de potencia estación A/B
234PAE003	Panel eléctrico de potencia estación A/B
234PAE004	Panel eléctrico de potencia estación A/B
234PAE005	Panel eléctrico de filtro manga estación A
234PAE006	Panel eléctrico de filtro manga estación B
235	Área de silicato
235POW001	Puente grúa de silicato 1
235POW002	Puente grúa de silicato 2
236	Área de mezclas
236MRE001	Motorreductor de mezclador M2
236MRE002	Motorreductor tanque mezclador de granza m1
236MXR001	Mezclador de granza m1
236MXR002	Mezclador agitador m2
236PAE001	Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga

Continuación de la tabla XX.

236PAE002	Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga
236PAE003	Panel eléctrico de potencia área de mezclas
236PAE004	Panel eléctrico de potencia área de mezclas
237	Área de post adición
237BTP001	Banda pesadora de soda (65wg2)
237BTP002	Banda pesadora y dosificadora de sulfato (65wg9)
237BTP003	Banda pesadora y dosificadora (65wg10)
237BTP004	Banda pesadora y dosificadora (65wg12)
237BTP005	Banda transportadora (65n3)
237MOT002	Motor de banda colectora (65n3m)
237MRE003	Motorreductor de banda pesadora (65wg2m)
237MRE004	Motorreductor de banda pesadora (65wg9m)
237MRE005	Motorreductor de banda pesadora (65wg10m)
237MRE006	Motorreductor de banda pesadora de granulo base (65wg12m)
237MRE007	Motorreductor de mezclador rotativa (65mx1m) tambor rotativo
237MXR001	Mezclador rotativo (65mx1)
237PAE001	Panel eléctrico operacional de banda wg12
237PAE002	Panel eléctrico operacional de banda wg9
237PAE003	Panel eléctrico operacional de banda wg2
237PAE004	Panel eléctrico operacional de banda wg10
<b>238</b>	<b>Área de secado</b>
238CSE001	Cono de torre de secado (64at1)
238HOC001	Horno del quemador
238MOT004	Motor de ventilador de quemador de horno (64k1m)
238MOT005	Motor eléctrico de ventilador de dilución (64k2m)
238MOT006	Motor eléctrico de ventilador (64k4m)
238MOT007	Motor del ventilador de vacío (64k3m)
238PAE001	Panel eléctrico de potencia
238PAE002	Panel eléctrico de potencia
238PAE003	Panel eléctrico de potencia

Continuación de la tabla XX.

238PAE004	Panel eléctrico de potencia
238QMD001	Quemador de horno (64h1)
238VEN001	Ventilador de quemador (64k1) de combustión
238VEN002	Ventilador aire de dilución del horno torre secado (64k2)
238VEN003	Ventilador de vacío torre de secado (64k3)
238VEN004	Ventilador de secado (64k4)
<b>239</b>	<b>Área de silos de empaque</b>
239BTP001	Banda transportadora de distribución L1
239BTP002	Banda transportadora de distribución L 2
239BTP003	Banda transportadora de distribución L3
239BTP004	Banda transportadora de distribución L4
239MRE001	Motorreductor de banda de L1
239MRE002	Motorreductor de banda de L2
239MRE003	Motorreductor de banda de L3
239MRE004	Motorreductor de banda de L4
239PAE001	Panel eléctrico operacional automático
239PAE002	Panel eléctrico operacional manual

Fuente: Industria La Popular, S.A. (2021). *Departamento de mantenimiento.*

Al asignar criticidad a los equipos se esta asignando mayor importancia a un equipo a diferencia de los demás, por lo tanto, se entiende que los mantenimientos son más frecuentes para los equipos críticos. Se puede determinar que la criticidad empleada no es la adecuada para la empresa, ya que se determina con base a un solo criterio y no les dan importancia a los equipos de menor criticidad.

Por la incorrecta clasificación de criticidad para los equipos, es afectado el plan de mantenimiento, ya que la criticidad es importante para poder definir las frecuencias de mantenimiento.

### **2.1.3.2.5. Jerarquía**

Con el diagnóstico realizado se logró identificar que dentro del plan de mantenimiento actual no consideran la jerarquía de equipos y existe desconocimiento sobre el tema.

### **2.1.3.2.6. Fichas técnicas**

Dentro de la planta algunos equipos no tienen fichas técnicas en buen estado y para otros equipos no se tiene ninguna información técnica, algunas fichas técnicas se encuentran deterioradas por pintura u óxido. A continuación, se pueden observar el estado en que se encuentran las fichas técnicas de los equipos.

En las figuras 9 y 10 se presentan como se puede observar un panel eléctrico y un tanque de almacenamiento de perfume, de los cuales se tiene poca información técnica ya que no cuentan con ficha técnica del proveedor.

**Figura 9. Panel eléctrico operacional área de post adición**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Escuintla. 2021). Colección particular. Escuintla.

Figura 10. **Tanque de perfume 1 área de post adición**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Escuintla. 2021). Colección particular. Escuintla.

En las figuras 11 y 12 se puede observar el deterioro de las 2 placas de los motores eléctricos, el deterioro es por estar en un área que se encuentra húmeda lo cual genera óxido y desgaste.

Figura 11. **Ficha técnica de un motor eléctrico**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Escuintla. 2021). Colección particular. Escuintla.

Figura 12. **Ficha técnica de un motor eléctrico**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Escuintla. 2021). Colección particular. Escuintla.

En las figuras 13 y 14 se puede observar que las fichas técnicas de un ventilador del área de transporte neumático y un motorreductor se encuentran pintadas lo cual provoca pérdida de información por no haber realizado el correcto mantenimiento al pintarlos.

Figura 13. **Ficha técnica de ventilador**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Escuintla. 2021). Colección particular. Escuintla.



Figura 14. **Ficha técnica de motorreductor**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Escuintla. 2021). Colección particular. Escuintla.

En las figuras 15 y 16 se puede observar que las placas de 2 motores eléctricos se encuentran rayadas y deterioradas por mal uso de los equipos al momento de realizarles mantenimiento.

Figura 15. **Ficha técnica de motor eléctrico**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Escuintla. 2021). Colección particular. Escuintla.

Figura 16. **Ficha técnica de motor eléctrico**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Escuintla. 2021). Colección particular. Escuintla.

En las figuras 17 y 18 se puede observar un motor eléctrico y un motorreductor del área de post adición, los cuales no se encuentran en las condiciones adecuadas por el polvo del proceso en el área que se encuentran, por lo que afecta las condiciones de las placas de los equipos.

Figura 17. **Motor eléctrico área de post adición**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Escuintla. 2021). Colección particular. Escuintla.

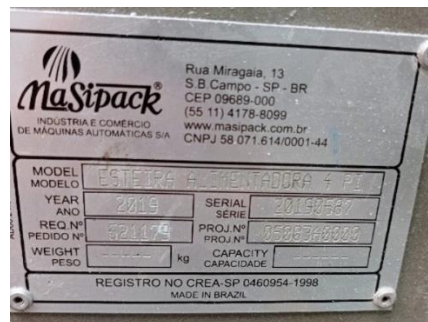
Figura 18. **Motorreductor área de post adición**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Escuintla. 2021). Colección particular. Escuintla.

En la figura 19 se puede observar una ficha técnica de una banda transportadora en óptimas condiciones, ya que es un equipo de nuevo ingreso dentro en la planta.

Figura 19. **Ficha técnica de banda transportadora**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Escuintla. 2021). Colección particular. Escuintla.

#### **2.1.3.2.7. Frecuencias**

Debido a que el mantenimiento ejecutado dentro de la planta es correctivo no se tienen establecidas las frecuencias de mantenimiento para todos los equipos. Solamente se realizan mantenimientos programados con una frecuencia mensual para los equipos críticos y para los no críticos es un mantenimiento correctivo.

#### **2.1.3.2.8. Catálogo de fallas**

Para poder analizar las condiciones del mantenimiento actual, se realizará el análisis histórico de las fallas de los equipos. Para iniciar el análisis de fallas se realizó la clasificación de los sistemas de cada equipo en función de sus componentes, en la tabla XXI se encuentra la clasificación de los sistemas por clase de activo.

Tabla XXI. Clasificación de activos por sistemas

Clase de activo	Descripción del activo	Eléctrico	Mecánico	Lubricación	Filtrado	Instrumentación	Neumático	Enfriamiento	Estructura	Gas	Combustión	Vapor	Compresión de aire	Arranque	Hidráulico	Instrumentación	Refrigeración	Frenos	Alimentación	Transmisión	Operativo	Electrónico	
ALI	ANILLO DE LIMPIEZA	X	X					X															
ATZ	ATOMIZADOR		X					X															
AUT	AUTOCLAVE		X					X															
BCF	BOMBA CENTRÍFUGA		X	X				X											X	X			
BDP	BOMBA DESPLAZAMIENTO POSITIVO		X		X			X				X							X				
BFM/ BNE	BOMBA NEUMÁTICA DE DIAFRAGMA		X	X				X											X	X			
BTP	BANDA PESADORA	X	X	X				X												X			
CIC	CICLÓN							X															
CSE	CONO DE SECADO							X															
CLD	CELDA DE CARGA		X					X															
COA	COMPRESOR INDUSTRIAL		X	X	X			X												X			
DFM	DOSIFICADOR DE MATERIA PRIMA		X					X												X			
EDP	EDIFICIOS		X					X															
ELE	ELEVADOR DE CARGA		X	X	X			X															
ENF	ENFARDADORAS		X	X			X	X												X		X	
FGO	FILTRO GEMELO							X															
FMA	FILTRO MANGA				X			X															
FMG	FILTRO MAGNÉTICO				X			X															
FQA	FOSA QUÍMICA							X															
HOC	HORNO		X	X				X		X										X			
LLE	MÁQUINAS LLENADORAS		X	X				X												X		X	
MNF	MANIFOLD							X															
MOT	MOTOR		X	X				X												X			
MRE	MOTORREDUCTOR		X	X				X															
MXR	MEZCLADOR							X												X			
PAE	PANEL ELÉCTRICO DE POTENCIA		X					X															
PEO	PANEL ELÉCTRICO OPERACIONAL		X					X															
POW	POLIPASTO			X				X															
QMD	QUEMADOR		X	X				X															
RED	REDUCTOR			X				X															
ROT	ROTOCELDA							X															
SEP	ZARANDA			X				X												X			
SFA	SELLADORA DE FARDOS		X	X				X															
SIL	TOLVA							X															
TAN	TANQUE			X				X															
TBE	TABLERO ELÉCTRICO		X					X													X		
TRA	BANDA TRANSPORTADORA		X	X	X			X												X			
VES	VENTILADOR SUCCIONADOR			X				X												X			
WIM	BASCULA DE PESO / WINCHER		X					X															

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Para realizar el catálogo de fallas es indispensable conocer e identificar los siguientes conceptos:

- Efecto de falla: son provocados por una falla en cualquiera de los mecanismos de los equipos o máquinas. Las fallas pueden ser eléctricas,

mecánicas, neumáticas, hidráulicas, de lubricación o estructura; estas pueden generar más de un efecto.

- Causa de falla: por cada efecto de falla existe una causa o varias causas, las fallas son eventos inesperados en el cual generan el mal funcionamiento en un equipo según sus especificaciones de uso.

Estas fallas se presentan por no tener un mantenimiento preventivo, no tener establecidas las frecuencias de mantenimiento y no tener establecido de forma adecuada los equipos críticos.

A continuación, se analizan las fallas de cada equipo por medio de rutas VOSO, entrevistas no estructuradas con el personal de mantenimiento operativo, administrativo y revisión documental histórica.

- Anillo de limpieza (ALI)

El anillo de limpieza este sujeto por 6 cables de acero el cual se encuentra dentro de una torre de secado es un equipo utilizado en el proceso de secado del detergente. Este equipo es utilizado para despegar el detergente pastoso que se queda en la carcasa interna de la torre de secado, y el movimiento es vertical.

Los efectos son los siguientes:

- Anillo desbalanceado.
- Ruidos extraños.
- Sobre calentamiento en el cableado.
- Daño en la estructura.

Las causas son las siguientes:

- Tornillería floja.
- Cable tenso.
- Corroído el cable o carcasa.
- Gastada la carcasa.

En la tabla XXII se presentan los efectos y causas de falla en el anillo de limpieza.

Tabla XXII. **Efectos y causas de falla en el anillo de limpieza**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de estructura</b>	Carcasa	Daño en estructura	Corroído
		Ruidos extraños	Gastado
	Apoyos	Vibración	Flojo
	Cableado	Sobrecalentamiento	Cable tenso

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Autoclave (AUT)

Las autoclaves son equipos de vapor de alta presión, utilizados para esterilizar materiales. A continuación, se abordan sistemas de estructura y mecánicos.

Los efectos son los siguientes:

- Problemas al operar.
- Ruido anormal.

- Vibración extraña.
- Fuga en válvulas.
- Fuga en la carcasa.
- Ruidos extraños.
- Daño en la estructura.

Las causas son las siguientes:

- Pernos flojos.
- Corroído en la carcasa.
- Gastada la carcasa.
- Mal ajustados los componentes.

En la tabla XXIII se presentan los efectos y causas de falla en autoclaves.

Tabla XXIII. **Efectos y causas de falla en autoclaves**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Volante	Problemas al operar	Corroído
	Vástago	Fuga	Corroído
		Vibración extraña	Sobrepresión
	Muelle	Ruido anormal	Agrietado
<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Carcasa	Daño en estructura	Corroído
		Existencia de fuga	Agrietado
	Pernos	Ruido anormal	Desgaste

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



- Bomba centrífuga (BCF)

Las bombas centrífugas son equipos de alta presión, utilizadas para enviar fluidos. En este inciso se abordan aspectos mecánicos, de lubricación, estructura y transmisión.

Los efectos son los siguientes:

- Ruido anormal.
- Temperatura alta.
- Fugas.
- Vibración excesiva.
- Desgaste.
- Daño en estructura.

Las causas son las siguientes:

- Gastado.
- Lubricante agotado.
- Flojo.
- Mal ajustado.
- Obstruido por material extraño.
- Cristalizado.
- Corroído.
- Desalineado.
- Sobrecargado.

En la tabla XXIV se presentan los efectos y causas de falla en bombas centrífugas.

Tabla XXIV. **Efectos y causas de falla en bombas centrífugas**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Cojinete	Ruido anormal	Gastado
		Temperatura alta	Lubricante agotado
	Estopa	Fuga	Flojo
		Fuga	Gastado
	Impulsor	Vibración excesiva	Mal ajustado
		Vibración excesiva	Obstruido por materia extraño
	Sello mecánico	Fuga	Cristalizado
<b>Sistema de lubricación</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Aceite	Temperatura alta	Lubricante agotado
<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Apoyos	Vibración	Flojo
		Desgaste	Corroído
	Carcasa	Daño en estructura	Corroído
	Daño en estructura	Gastado	
<b>Sistema de transmisión</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Acople	Vibración	Desalineado
	Eje	Vibración	Sobrecargado
	Vibración	Gastado	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Bomba desplazamiento positivo (BDP)

Las bombas desplazamiento positivo, bombean un volumen definido de fluido. En este inciso se abordan aspectos mecánicos, lubricación, estructura y transmisión.

Los efectos son los siguientes:

- Ruido anormal.
- Temperatura alta.
- Fugas.
- Vibración excesiva.
- Desgaste.
- Daño en estructura.

Las causas son las siguientes:

- Gastado.
- Lubricante agotado.
- Flojo.
- Mal ajustado.
- Obstruido por material extraño.
- Cristalizado.
- Corroído.
- Desalineado.
- Sobrecargado.

En la tabla XXV se presentan los efectos y causas de falla en bombas desplazamiento positivo.

Tabla XXV. **Efectos y causas de falla en bombas desplazamiento positivo**

<b>Sistema mecánico</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Cojinete	Ruido anormal	Gastado
		Temperatura alta	Lubricante agotado
	Estopa	Fuga	Flojo
		Fuga	Gastado
	Impulsor	Vibración excesiva	Mal ajustado
		Vibración excesiva	Obstruido por materia extraño
	Sello mecánico	Fuga	Cristalizado
<b>Sistema de lubricación</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Aceite	Temperatura alta	Lubricante agotado
<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Apoyos	Vibración	Flojo
		Desgaste	Corroído
	Carcasa	Daño en estructura	Corroído
		Daño en estructura	Gastado
<b>Sistema de transmisión</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Acople	Vibración	Desalineado
	Eje	Vibración	Sobrecargado
		Vibración	Gastado

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Bomba neumática (BNE)

Las bombas neumáticas también son conocidas como bombas de doble diafragma, sirve para bombear fluidos y funcionan por medio de aire. En este inciso se abordan aspectos mecánicos, estructura, compresión de aire y alimentación.

Los efectos son los siguientes:

- Ruido anormal.
- Temperatura alta.
- Fugas.
- Vibración excesiva.
- Desgaste.
- Daño en estructura.

Las causas son las siguientes:

- Gastado.
- Lubricante agotado.
- Flojo.
- Mal ajustado.
- Obstruido por material extraño.
- Cristalizado.
- Corroído.
- Desalineado.
- Sobrecargado.

En la tabla XXVI se presentan los efectos y causas de falla en bombas neumáticas.

Tabla XXVI. **Efectos y causas de falla en bombas neumáticas**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Diafragma	No succiona	Aire dentro del sistema
		Disminución de caudal	Perforado
		Disminución de caudal	Materiales inadecuados
	Silenciador	Ruido anormal	Silenciador malo
<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Apoyos	Vibración	Flojo
		Desgaste	Corroído
	Carcasa	Daño en estructura	Corroído
	Daño en estructura	Fracturado	
<b>Sistema compresión de aire</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Aire	Humedad	Contaminación
<b>Sistema de alimentación</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Válvula piloto	Fuga	Falla el diafragma
		Ruido anormal	Entra vapor en la tubería

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Banda pesadora (BTP)

Las bandas pesadoras son útiles para transportar producto y pesar en automático por medio de celdas de carga. En este inciso se abordan aspectos mecánicos, lubricación, estructura y transmisión.

Los efectos son los siguientes:

- Ruido anormal.
- Temperatura alta.
- Fuga.
- Vibración.
- Suciedad.
- Desgaste.
- Fracturado.
- Daño en estructura.

Las causas son las siguientes:

- Gastado.
- Lubricante agotado.
- Desalineado.
- Suciedad acumulada internamente.
- Corroído.
- Sobrecargado.
- Gastado.

En la tabla XXVII se presentan los efectos y causas de falla en bandas pesadoras.

Tabla XXVII. **Efectos y causas de falla en bandas pesadoras**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Cojinete	Ruido anormal	Gastado
		Temperatura alta	Lubricante agotado
	Sello mecánico	Fuga	Cristalizado
	Chumacera	Vibración	Desalineado
		Ruido anormal	Suciedad acumulada internamente
		Ruido anormal	Lubricante agotado
<b>Sistema de lubricación</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Aceite	Temperatura alta	Lubricante agotado
<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Rodillos	Desgaste	Corroído
		Ruido anormal	Lubricante agotado
		Suciedad	Contaminación
	Bastidor	Desgaste	Corroído
		Fracturada	Vibración externa
	Banda transportadora	Vibración	Flojo
		Vibración	Sobrecargado
		Flojos	Gastado
	Rodo conductor/conducido	Ruido anormal	Desalineado
		Vibración	Desbalanceo
	Estructura general	Daño en estructura	Corroído
		Vibración	Ajuste inadecuado



Continuación de la tabla XXVII.

	<b>Elementos</b>	<b>Síntomas</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de transmisión</b>	Ventilador	Sobrecalentamiento	Cristalizado
		Ruido anormal	Vibración
	Cadena	Desgaste	Corroído
		Flojos	Desalineado
		Ruido anormal	Lubricante agotado
		Sucia	Contaminación

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- **Ciclón industrial (CIC)**

Los ciclones industriales son equipos utilizados para depurar partículas sólidas. En este inciso se abordan aspectos de estructura.

Los efectos son los siguientes:

- Desgaste.
- Fuga.

Las causas son las siguientes:

- Pintura gastada.
- Corroído.

En la tabla XXVIII se presentan los efectos y causas de falla en ciclones industriales.

Tabla XXVIII. **Efectos y causas de falla en ciclones industriales**

<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Estructura general	Desgaste anormal	Pintura gastada
		Fuga	Corroído

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- **Compresor (COA)**

Los compresores industriales son equipos utilizados para elevar la presión de aire y distribuirla a través de tubería. En este inciso se abordan aspectos mecánicos, estructura, filtrado, lubricación y transmisión.

Los efectos son los siguientes:

- Ruido anormal.
- Temperatura alta.
- Existencia de fuga.
- Vibración.
- Desgaste.
- Filtro obstruido.
- Sobrecalentamiento.

Las causas son las siguientes:

- Gastado.
- Lubricante agotado.
- Cristalizado.
- Contaminación.

- Mal ajustado.
- Oxidación.
- Vibración externa.
- Desalineado.

En la tabla XXIX se presentan los efectos y causas de falla en los compresores.

Tabla XXIX. **Efectos y causas de falla en compresores industriales**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Cojinete	Ruido anormal	Gastado
		Temperatura alta	Lubricante agotado
	Válvulas	Existencia de fuga	Cristalizado
	Retenedor	Existencia de fuga	Cristalizado
<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Estructura general	Vibración	Mal ajustado
		Desgaste	Oxidación
<b>Sistema de filtrado</b>		Sucia	Contaminación
	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Filtro de aire	Filtro obstruido	Suciedad acumulada internamente
	Sucia	Contaminación	

Continuación de la tabla XXIX.

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de lubricación</b>	Aceite	Temperatura alta	Lubricante agotado
		Temperatura alta	Lubricante contaminado
	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de transmisión</b>	Faja	Ruido anormal	Vibración externa
		Deslizamiento de faja	Ajuste inadecuado
	Polea	Vibración	Desalineado
	Cojinete	Temperatura alta	Lubricante agotado
		Ruido anormal	Suciedad acumulada internamente
	Ventilador	Sobrecalentamiento	Cristalizado

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Cono de secado (CSE)

El cono de secado es un equipo industrial con forma cilíndrica vertical, utilizado para el proceso de secado del detergente para el ingreso del producto es por medio de orificios pequeños alrededor del cono parte interna. En este inciso se abordan aspectos de estructura y alimentación.

Los efectos son los siguientes:

- Estructura fracturada.
- Suciedad.
- Taponamiento.
- Fuga.

Las causas son las siguientes:

- Gastado.
- Corroído.
- Contaminación.
- Cristalizado.

En la tabla XXX se presentan los efectos y causas de falla en los compresores.

Tabla XXX. **Efectos y causas de falla en cono de secado**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de estructura</b>	Estructura general	Fracturada	Corroído
		Sucia	Contaminación
	Atomizadores	Taponamiento	Contaminación
<b>Sistema de alimentación</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Válvulas	Fuga	Cristalizado
		Fracturada	Corroído

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Tornillo dosificador (DFM)

El tornillo dosificador es un tornillo sinfín movido por un motorreductor, su movimiento es circular y sirve para dosificar productos en polvo. En este inciso se abordan aspectos mecánicos, transmisión, lubricación y estructura.

Los efectos son los siguientes:

- Vibración.
- Temperatura alta.
- Ruido anormal.
- Fractura.
- Suciedad.

Las causas son las siguientes:

- Flojo.
- Suciedad acumulada internamente.
- Lubricante agotado.
- Gastado.
- Sobrecargado.
- Desalineado.
- Oxidación.
- Contaminación.

En la tabla XXXI se presentan los efectos y causas de falla en tornillos dosificadores.

Tabla XXXI. **Efectos y causas de falla de tornillo dosificador**

	<b>Elementos</b>	<b>Síntomas</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Hélice	Vibración	Flojo
	Cojinete	Temperatura alta	Lubricante agotado
		Ruido anormal	Suciedad acumulada internamente
<b>Sistema de transmisión</b>	<b>Elementos</b>	<b>Síntomas</b>	<b>Causa de falla</b>
	Eje	Vibración	Gastado
		Vibración	Sobrecargado
		Ruido anormal	Desalineado
<b>Sistema de lubricación</b>	<b>Elementos</b>	<b>Síntomas</b>	<b>Causa de falla</b>
	Aceite	Temperatura alta	Lubricante agotado
<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Síntomas</b>	<b>Causa de falla</b>
	Estructura general	Fracturada	Oxidación
		Sucia	Contaminación
	Apoyos	Vibración	Flojo

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- **Enfardadora automática (ENF)**

Las enfardadoras son equipos automatizados, utilizados para colocar el empaque primario en bolsas como empaque secundario y sellarlas. En este inciso se abordan aspectos mecánicos, eléctricos, de estructura, electrónicos, neumáticos y transmisión.

Los efectos son los siguientes:

- Temperatura alta.
- Ruido anormal.
- Quemado.
- Sobrecalentamiento.
- No acciona.
- Vibración.
- Suciedad.
- Daño en estructura.
- Roto.

Las causas son las siguientes:

- Lubricante agotado.
- Suciedad acumulada.
- Materiales inadecuados.
- Sobrecargado.
- Aislamiento gastado.
- Humedad.
- Desgaste.
- Corroído.
- Mala operación.
- Mala calidad de materiales.
- Desalineado.
- Vibración externa.
- Flojo.
- Contaminación.



En la tabla XXXII se presentan los efectos y causas de falla en las enfardadoras.

Tabla XXXII. **Efectos y causas de falla de enfardadoras automáticas**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Mecánicos</b>	Cojinete	Temperatura alta	Lubricante agotado
		Ruido anormal	Suciedad acumulada
<b>Eléctricos</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Cableado	Quemado	Materiales inadecuados
		Punto caliente	Sobrecargado
		Sobrecalentamiento	Aislamiento gastado
	Resistencia	Quemado / no acciona	Humedad
<b>Estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Apoyos	Vibración	Flojo
	Estructura general	Daño en estructura	Desgaste
		Vibración	Corroído
<b>Electrónicos</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	HMI	Sucio	Contaminación
<b>Neumáticos</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Cilindro	Ruido anormal	Desgaste
		Cilindro quebrado	Mala operación

Continuación de la tabla XXXII.

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Transmisión</b>	Faja	Falla en alineación	Desalineado
		Roto	Mala calidad
		Ruido anormal	Vibración externa
	Chumacera	Vibración	Desalineado
		Ruido anormal	Suciedad acumulada internamente
		Ruido anormal	Lubricante agotado
	Eje	Vibración	Vibración externa
		Vibración	Desalineado

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Filtro gemelo (FGO)

Los filtros gemelos de forma cilíndrica vertical, son filtros de productos en polvo. En este inciso se abordan aspectos de estructura.

Los efectos son los siguientes:

- Fuga.
- Pérdida de material.

Las causas son las siguientes:

- Oxidación.
- Fuga por grietas.

En la tabla XXXIII se presentan los efectos y causas de falla en los filtros gemelos.

Tabla XXXIII. **Efectos y causas de falla de filtros gemelos**

<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Carcasa	Fuga	Fuga
		Perdida de material	Oxidación

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Filtro manga (FMA)

Los filtros manga son utilizados para la separación de partículas sólidas-gas. En este inciso se abordan aspectos de estructura y filtrado.

Los efectos son los siguientes:

- Fuga.
- Pasan partículas.

Las causas son las siguientes:

- Roto.
- Fuga por grietas.

En la tabla XXXIV se presentan los efectos y causas de falla en filtros manga.

Tabla XXXIV. **Efectos y causas de falla en filtros manga**

<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Carcasa	Fuga	Flojo
<b>Sistema de filtrado</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Filtro manga	Pasan partículas	Roto

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Filtro magnético (FMG)

Los filtros magnéticos son equipos utilizados para retener metal por medio de un imán, estos filtros tienen su entrada y salida del fluido. En este inciso se abordan aspectos de estructura y filtrado.

Los efectos son los siguientes:

- Fuga.
- Pasan partículas.
- Filtro obstruido.
- Pérdida de material.

Las causas son las siguientes:

- Roto.
- Fuga por grietas.
- Gastado.
- Oxidación.

En la tabla XXXV se presentan los efectos y causas de falla en los filtros magnéticos.

Tabla XXXV. **Efectos y causas de falla en filtro magnético**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de estructura</b>	Estructura general	Fuga	Gastado
		Perdida de material	Oxidación
	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de filtrado</b>	Filtro magnético	Filtro obstruido	Roto

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Horno de combustión (HOC)

El horno de combustión, es un equipo utilizado para el calentamiento de materias primas durante el proceso. En este inciso se abordan aspectos de estructura.

Los efectos son los siguientes:

- Fuga.
- Taponamiento.

Las causas son las siguientes:

- Roto.
- Contaminación.
- Grietas.

En la tabla XXXVI se presentan los efectos y causas de falla del horno de combustión.

Tabla XXXVI. **Efectos y causas de falla del horno de combustión**

<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Tubería	Taponamiento	Contaminación
	Carcasa	Fuga	Grietas

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- **Máquina llenadora (LLE)**

Las máquinas llenadoras son equipos automatizados, utilizadas para el llenado del detergente en distintas presentaciones de peso. En este inciso se abordan aspectos de estructura, eléctrico, transmisión, mecánico y neumático.

Los efectos son los siguientes:

- Vibración.
- Daño en estructura.
- Ruido.
- Suciedad.
- Quemado.
- Punto caliente.
- Sobrecalentamiento.
- Ruido anormal.
- Temperatura alta.
- No corta el material.
- Quebrado.

- Fuga.
- Fatiga Disminución de presión.

Las causas son las siguientes:

- Flojo.
- Desgaste.
- Vibración externa.
- Contaminación.
- Desalineado.
- Lubricante agotado.
- Suciedad acumulada.
- Sobrecargado.
- Materiales inadecuados.
- Mal ajustado.
- Taponamiento.

En la tabla XXXVII se presentan los efectos y causas de falla de las máquinas llenadoras.

Tabla XXXVII. **Efectos y causas de falla de máquinas llenadoras**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de estructura</b>	Apoyos	Vibración	Flojo
	Estructura general	Daño en estructura	Desgaste
		Ruido	Vibración externa
	Visor	Sucio	Contaminación
<b>Sistema eléctrico</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Cableado	Quemado	Materiales inadecuados
		Punto caliente Sobrecalentamiento	Sobrecargado Aislamiento gastado
<b>Sistema de transmisión</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Faja	Falla en alineación	Desalineado
		Flojos	Mal ajustado
		Roto	Mala calidad
		Ruido anormal	Vibración externa
	Chumacera	Vibración	Desalineado
		Ruido anormal	Suciedad acumulada
		Ruido anormal	Lubricante agotado
Eje	Vibración	Vibración externa	
<b>Sistema mecánico</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Cojinete	Temperatura alta	Lubricante agotado
		Ruido anormal	Suciedad acumulada
	Cuchilla	No corta material	Desgaste
	Sprocket	Ruido anormal	Quebrado
		Sucia	Contaminación
<b>Sistema neumático</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Cilindro neumático	Quebrado	Desgaste
	Manguera de aire	Existencia de fuga	Flojo
	Unidad de mantenimiento	Disminución de presión	Taponamiento
Válvula neumática	Fatiga	Desgaste	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



- **Manifold (MNF)**

Los manifolds de vapor son utilizados para distribución de vapor, por medio de válvulas de suministros. En este inciso se abordan aspectos de estructura.

Los efectos son los siguientes:

- Fuga.
- Pérdida de material.

Las causas son las siguientes:

- Fuga.
- Oxidación.

En la tabla XXXVIII se presentan los efectos y causas de falla de los manifolds de vapor.

**Tabla XXXVIII. Efectos y causas de falla de los manifolds de vapor**

<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Estructura general	Fuga	Fuga
		Perdida de material	Oxidación

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Molino pulverizador (MOL)

El molino pulverizador tiene en la parte interna martillos que sirven para pulverizar el detergente. En este inciso se abordan aspectos mecánicos, de transmisión y estructura.

Los efectos son los siguientes:

- Fuga.
- Ruido.
- Sobre calentamiento.
- Vibración.
- Desgaste.
- Daño en estructura.

Las causas son las siguientes:

- Desgaste.
- Cristalizado.
- Lubricante agotado.
- Grietas.
- Desalineado.
- Corroído.
- Ajuste inadecuado.
- Vibración externa.

En la tabla XXXIX se presentan los efectos y causas de falla del molino pulverizador.

Tabla XXXIX. **Efectos y causas de falla del molino pulverizador**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Martillos	Ruido	Desgaste
	Sello mecánico	Fuga	Cristalizado
	Cojinete	Sobrecalentamiento	Lubricante agotado
		Vibración	Desgaste
		Ruido anormal	Desgaste
	Retenedor	Desgas	Desgaste
	Tamiz	Fuga	Agrietado
<b>Sistema de transmisión</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Polea	Ruido anormal	Desalineado
	Faja	Ruido anormal	Ajuste inadecuado
	Eje	Vibración	Desgaste
<b>Sistema estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Carcasa	Daño en estructura	Corroído
	Tapaderas	Ruido extraño	Flojo
		Vibración	Vibración externa
	Tornillo	Vibración	Ajuste inadecuado

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- **Motor eléctrico (MOT)**

Los motores eléctricos son equipos que convierten la energía eléctrica en mecánica por medio de un rotor y estator. En este inciso se abordan aspectos mecánicos, eléctricos, de estructura y transmisión.

Los efectos son los siguientes:

- Sobrecalentamiento.
- Vibración.

- Ruido anormal.
- Desgaste.
- Mayor consumo.
- Giro irregular.

Las causas son las siguientes:

- Lubricante agotado.
- Desgaste.
- Flojo.
- Desalineado.
- Oxidación.
- Sobrecargado.
- Quebrado.
- Ruidos extraños.

En la tabla XL se presentan los efectos y causas de falla del motor eléctrico.

Tabla XL. **Efectos y causas de falla del motor eléctrico**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Cojinete	Sobrecalentamiento	Lubricante agotado
		Vibración	Desgaste
		Ruido anormal	Desgaste
	Retenedor	Ruido anormal	Flojo
	Ventilador	Ruido anormal	Desalineado
	Chumacera	Desgaste	Lubricante agotado
		Desgaste	Oxidación
<b>Sistema eléctrico</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Embobinado	Sobrecalentamiento	Sobrecargado
	Bornera	Mayor consumo	Flojo
<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Carcasa	Despintada	Oxidación
	Tapadera	Ruido anormal	Flojo
	Apoyos	Vibración	Flojo
		Vibración	Vibración externa
<b>Sistema de transmisión</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Eje	Vibración	Vibración externa
		Vibración	Desalineado
	Cuña de eje motriz	Giro irregular	Quebrado
	Faja	Desgaste	Flojo
	Polea	Vibración	Ruidos extraños

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- **Motorreductor (MRE)**

Los motorreductores son equipos formadores por motor eléctrico y una caja reductora de velocidad y convierten la energía eléctrica en mecánica por medio de un rotor y estator. En este inciso se abordan aspectos mecánicos, eléctricos y de estructura.

Los efectos son los siguientes:

- Sobrecalentamiento.
- Vibración.
- Ruido anormal.
- Desgaste.
- Sobrecalentamiento.
- Mayor consumo.

Las causas son las siguientes:

- Lubricante agotado.
- Desgaste.
- Flojo.
- Sobrecargado.
- Oxidación.
- Vibración externa.
- Desalineado.

En la tabla XLI se presentan los efectos y causas de falla del motorreductor.

Tabla XLI. **Efectos y causas de falla del motorreductor**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Cojinete	Sobrecalentamiento	Lubricante agotado
		Vibración	Desgaste
		Ruido anormal	Desgaste
	Retenedor	Ruido anormal	Flojo
	Ventilador	Ruido anormal	Desalineado
	Chumacera	Desgaste	Lubricante agotado
		Desgaste	Oxidación
<b>Sistema eléctrico</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Embobinado	Sobrecalentamiento	Sobrecargado
	Bornera	Mayor consumo	Flojo
	<b>Sistema de estructura</b>		
	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	<b>Carcasa</b>	<b>Despintada</b>	<b>Oxidación</b>
	<b>Tapadera</b>	<b>Ruido anormal</b>	<b>Flojo</b>
	<b>Apoyos</b>	<b>Vibración</b>	<b>Flojo</b>
	<b>Vibración</b>	<b>Vibración externa</b>	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- **Mezclador (MXR)**

Los mezcladores son equipos formados por un tanque y agitador, útiles para mezclar materia prima durante la producción. En este inciso se abordan aspectos de estructura y transmisión.

Los efectos son los siguientes:

- Fracturas.
- Suciedad.
- Vibración.
- Ruido anormal.

Las causas son las siguientes:

- Oxidación.
- Contaminación.
- Mal ajuste.
- Gastado.
- Torcido.
- Sobrecargado.
- Quebrado.
- Desalineado.
- Vibración externa.

En la tabla XLII se presentan los efectos y causas de falla de los mezcladores.

Tabla XLII. **Efectos y causas de falla de los mezcladores**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de estructura</b>	Carcasa	Fracturada	Oxidación
		Sucia	Contaminación
		Vibración	Flojo
	Apoyos	Vibración	Flojo



Continuación de la tabla XLII.

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de transmisión</b>	Eje	Vibración	Torcido
		Vibración	Gastado
		Vibración	Sobrecargado
		Ruido anormal	Desalineado
	Aspas	Ruido anormal	Quebrado
		Fracturada	Vibración externa
	Acople	Vibración	Desalineado

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- **Panel eléctrico operacional (PEO)**

Los paneles eléctricos operacionales son utilizados para automatizar procesos y facilitar funciones de quipos durante la producción y son manipulados por operadores. En este inciso se abordan aspectos de estructura y eléctricos.

Los efectos son los siguientes:

- Fuga.
- Pérdida de material.
- Sobrecalentamiento.
- No acciona.
- Quemado.

Las causas son las siguientes:

- Oxidación.
- Fuga.

- Falso contacto.
- Flojo.
- Desgaste.
- Sobrecargado.

En la tabla XLIII se presentan los efectos y causas de falla de los paneles eléctricos operacionales.

Tabla XLIII. **Efectos y causas de falla de los paneles eléctricos operacionales**

<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Carcasa	Fuga	Fuga
		Perdida de material	Oxidación
<b>Sistema eléctrico</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Bornera	Sobrecalentamiento	Flojo
	Botonera	No acciona	Falso contacto
	Tornillo	Sobrecalentamiento	Flojo
	Luz piloto	Quemado	Falso contacto
	Luz piloto	Quemado	Sobrecargado
	Contactares	Quemado	Desgaste
	Interruptor	Quemado	Sobrecargado
	Relé térmico	Quemado	Sobrecargado
	Fusible	Quemado	Sobrecargado

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Panel eléctrico de potencia (PEP)

Los paneles eléctricos de potencia son utilizados para automatizar procesos y facilitar funciones de equipos durante la producción y son manipulados

solo por personal de mantenimiento por seguridad de alto voltaje. En este inciso se abordan aspectos de estructura y eléctricos.

Los efectos son los siguientes:

- Fuga.
- Pérdida de material.
- Sobrecalentamiento.
- No acciona.
- Quemado.

Las causas son las siguientes:

- Oxidación.
- Fuga.
- Falso contacto.
- Flojo.
- Desgaste.
- Sobrecargado.

En la tabla XLIV se presentan los efectos y causas de falla de los paneles eléctricos de potencia.

Tabla XLIV. **Efectos y causas de falla de los paneles eléctricos de potencia**

<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Carcasa	Fuga	Fuga
		Perdida de material	Oxidación
<b>Sistema eléctrico</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Bornera	Sobrecalentamiento	Flojo
	Botonera	No acciona	Falso contacto
	Tornillo	Sobrecalentamiento	Flojo
	Luz piloto	Quemado	Falso contacto
	Luz piloto	Quemado	Sobrecargado
	Contactares	Quemado	Desgaste
	Interruptor	Quemado	Sobrecargado
	Relé térmico	Quemado	Sobrecargado
	Fusible	Quemado	Sobrecargado
	Cableado	Sobrecalentamiento	No adecuado
	Cableado	Sobrecalentamiento	Flojo

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- **Polipasto (POW)**

El polipasto es un equipo utilizado para elevar y mover materiales muy pesados y descargarlos. En este inciso se abordan aspectos de estructura, mecánicos, lubricación y transmisión.

Los efectos son los siguientes:

- Vibración.
- Daño en estructura.
- Temperatura alta.

- Desgaste.
- Ruido anormal.
- Agrietado.

Las causas son las siguientes:

- Oxidación.
- Flojo.
- Corroído.
- Cristalizado.
- Sobrecargado.
- Lubricante agotado.
- Deformado.

En la tabla XLV se presentan los efectos y causas de falla de polipasto.

**Tabla XLV. Efectos y causas de falla de polipasto**

<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Apoyos	Vibración	Flojo
	Carcasa	Daño en estructura	Corroído
<b>Sistema mecánico</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Cojinete	Temperatura alta	Lubricante agotado
		Ruido anormal	Suciedad acumulada internamente
	Retenedor	Fuga	Cristalizado
	Engranajes	Desgaste	Sobrecargado
		Ruido anormal	Obstruido por materia extraño
		Temperatura alta	Lubricante agotado

Continuación de la tabla XLV.

<b>Sistema de lubricación</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Aceite	Temperatura alta	Lubricante agotado
<b>Sistema de transmisión</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Cadena	Perdida de material	Corroído
		Ruido anormal	Lubricante agotado
			Deformado
	Piñón	Ruido anormal	Fracturado
	Gancho de carga	Agrietado	Sobrecargado

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Quemador (QMD)

El quemador va dentro del horno de combustión y es un equipo que origina llama que procederá a generar el calor. En este inciso se abordan aspectos de estructura y mecánicos.

Los efectos son los siguientes:

- Vibración.
- Taponamiento.
- Daño en estructura.
- Ruido anormal.
- Fuga.
- Temperatura alta.

Las causas son las siguientes:

- Contaminación.

- Vibración.
- Flojo.
- Corroído.
- Lubricante agotado.
- Suciedad acumulada.
- Desgaste.
- Oxidación.

En la tabla XLVI se presentan los efectos y causas de falla del quemador.

Tabla XLVI. **Efectos y causas de falla de quemador**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de estructura</b>	Tubería	Tapado	Contaminación
	Atomizador	Taponamiento	Contaminación
		Fuga	Vibración
	Apoyos	Vibración	Flojo
	Carcasa	Daño en estructura	Corroído
	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Tren de válvulas	Taponamiento	Contaminación
		Fuga	Desgaste
	Cojinete	Temperatura alta	Lubricante agotado
		Ruido anormal	Suciedad acumulada

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- **Tanque (TAN)**

Los tanques industriales son equipos que sirven para almacenamiento de materias primas durante la producción. En este inciso se abordan aspectos de estructura y mecánicos.

Los efectos son los siguientes:

- Fracturada la estructura.
- Suciedad.
- Flojo.
- Desgaste.
- Problemas al operar.
- Vibración.
- Ruido anormal.

Las causas son las siguientes:

- Contaminación.
- Oxidación.
- Vibración externa.
- Sobrepresión.
- Quebrado.
- Apriete en exceso.

En la tabla XLVII se presentan los efectos y causas de falla del tanque industrial.



Tabla XLVII. **Efectos y causas de falla del tanque industrial**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de estructura</b>	Paredes	Fracturada	Oxidación
		Sucia	Contaminación
	Acople	Flojos	Vibración externa
		Desgaste	Oxidación
	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Volante	Problemas al operar	Apretado en exceso
		Problemas al operar	Corroído
	Vástago	Fracturada	Corroído
		Vibración	Sobrepresión
	Muelle	Ruido anormal	Quebrado

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Tolva (SIL)

Las tolvas son equipos industriales, la mayoría con forma cónica y tienen la capacidad de contener sustancias y servir como canal de envío. En este inciso se abordan aspectos de estructura.

Los efectos son los siguientes:

- Fracturada la estructura.
- Fuga.
- Vibración.
- Daño en la estructura.

Las causas son las siguientes:

- Desgaste.
- Corroído.
- Flojo.

En la tabla XLVIII se presentan los efectos y causas de falla de las tolvas.

Tabla XLVIII. **Efectos y causas de falla de tolva**

<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Estructura general	Daño en estructura	Desgaste
		Fuga	Corroído
	Apoyos	Vibración	Flojo

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Banda transportadora (TRA)

Las bandas transportadoras son equipos que sirven para transportar materia prima o productos de un área del proceso a otro. En este inciso se abordan aspectos mecánicos, de estructura, lubricación y transmisión.

Los efectos son los siguientes:

- Ruido anormal.
- Alta temperatura.
- Fuga.
- Vibración.
- Suciedad.
- Desgaste.

Las causas son las siguientes:

- Desgaste.
- Lubricante agotado.
- Cristalizado.
- Desalineado.
- Suciedad.
- Corroído.
- Sobrecargado.
- Vibración externa.
- Material de mala calidad.

En la tabla XLIX se presentan los efectos y causas de falla de bandas transportadoras.

Tabla XLIX. **Efectos y causas de falla de banda transportadora**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Cojinete	Ruido anormal	Gastado
		Temperatura alta	Lubricante agotado
	Retenedor	Fuga	Cristalizado
	Chumacera	Vibración	Desalineado
		Ruido anormal	Suciedad acumulada internamente
		Ruido anormal	Lubricante agotado

Continuación de la tabla XLIX.

<b>Sistema de estructura</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Sprocket	Ruido	Desgaste
		Sucia	Contaminación
	Bastidor	Desgaste	Corroído
		Fracturada	Vibración externa
	Banda transportadora	Vibración	Flojo
		Vibración	Sobrecargado
		Flojos	Gastado
	Estructura general	Daño en estructura	Corroído
		Vibración	Ajuste inadecuado
<b>Sistema de lubricación</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Aceite	Temperatura alta	Lubricante agotado
<b>Sistema de transmisión</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Cadena	Desgaste	Corroído
		Flojos	Desalineado
		Ruido anormal	Lubricante agotado
		Sucia	Contaminación
	Faja	Falla en alineación	Desalineado
		Flojos	Mal ajustado
		Roto	Mala calidad
Ruido anormal		Vibración externa	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Ventilador (VEN)

Los ventiladores industriales son equipos que succionan polvo o inyectan aire con un ventilador con aspas que gira por medio de un motor eléctrico. En este inciso se abordan aspectos de estructura, mecánicos, lubricación y transmisión.

Los efectos son los siguientes:

- Vibración.
- Suciedad.
- Ruido anormal.
- Flojo.
- Temperatura alta.

Las causas son las siguientes:

- Desgaste.
- Oxidación.
- Contaminación.
- Vibración externa.
- Gastado.
- Desalineado.
- Sobrecargado.

En la tabla L se presentan los efectos y causas de falla de ventiladores industriales.

Tabla L. **Efectos y causas de falla de ventiladores industriales**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de estructura</b>	Apoyos	Vibración	Flojo
		Vibración	Vibración externa
	Carcasa	Despintada	Oxidación
		Sucia	Contaminación
	Tapadera	Ruido anormal	Flojo

Continuación de la tabla L.

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema mecánico</b>	Aspas	Ruido anormal	Quebrado
		Fracturada	Vibración externa
		Flojos	Vibración externa
	Chumacera	Vibración	Desalineado
		Ruido anormal	Suciedad acumulada
		Ruido anormal	Lubricante agotado
	Eje	Vibración	Gastado
		Vibración	Sobrecargado
		Ruido anormal	Desalineado
<b>Sistema de lubricación</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Aceite	Temperatura alta	Lubricante agotado
<b>Sistema de transmisión</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Faja	Falla en alineación	Desalineado
		Flojos	Mal ajustado
		Roto	Mala calidad
		Ruido anormal	Vibración externa
	Polea	Ruido anormal	Desalineado
		Vibración	Desbalanceo
Vibración		Fracturado	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Válvula rotativa (VLR)

Las válvulas rotativas son equipos utilizados para dosificar materiales en polvo por medio de un rotor interno. En este inciso se abordan aspectos de estructura, transmisión, mecánicos y lubricación.

Los efectos son los siguientes:

- Ruido anormal.
- Vibración.
- Grietas.
- Fuga.
- No lubrica.
- Temperatura alta.

Las causas son las siguientes:

- Desgaste.
- Corroído.
- Agrietado.
- Desalineado.
- Cristalizado.
- Lubricante agotado.
- Falta de lubricante.

En la tabla LI se presentan los efectos y causas de falla de válvulas rotativas.

Tabla LI. **Efectos y causas de falla de válvulas rotativas**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de estructura</b>	Carcasa	Agrietado	Corroído
	Tapadera	Vibración	Flojo
		Vibración	Agrietado
<b>Sistema de transmisión</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Eje	Vibración	Gastado
		Vibración	Desalineado
	Cuña de flecha	Ruido anormal	Desgaste
<b>Sistema mecánico</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Flange	Fuga	Flojo
		Fuga	Desalineado
	Sello mecánico	Fuga	Cristalizado
<b>Sistema de lubricación</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Aceite	Temperatura alta	Falta de lubricante
		No lubrica	Lubricante agotado

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

- Wincher (WIN)

El wincher es un equipo que sirve para jalar una carga por medio de cables de acero. En este inciso se abordan aspectos de estructura, mecánico, lubricación y transmisión.

Los efectos son los siguientes:

- Vibración.
- Daño en estructura.



- Temperatura alta.
- Ruido anormal.
- Pérdida de material.
- Agrietado.

Las causas son las siguientes:

- Desgaste.
- Flojo.
- Corroído.
- Cristalizado.
- Lubricante agotado.
- Deformado.
- Sobrecargado.

En la tabla LII se presentan los efectos y causas de falla del wincher.

Tabla LII. **Efectos y causas de falla del wincher**

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de estructura</b>	Apoyos	Vibración	Flojo
	Carcasa	Daño en estructura	Corroído
<b>Sistema mecánico</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Cojinete	Temperatura alta	Lubricante agotado
		Ruido anormal	Suciedad acumulada internamente
	Retenedor	Fuga	Cristalizado
	Engranajes	Desgaste	Sobrecargado
		Ruido anormal	Obstruido por materia extraño
		Temperatura alta	Lubricante agotado
<b>Sistema de lubricación</b>	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
	Aceite	Temperatura alta	Lubricante agotado

Continuación de la tabla LII.

	<b>Elementos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Causa de falla</b>
<b>Sistema de transmisión</b>	Cadena	Perdida de material	Corroído
		Ruido anormal	Lubricante agotado
			Deformado
	Piñón	Ruido anormal	Fracturado
	Gancho de carga	Agrietado	Sobrecargado

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Para poder predecir las fallas de un equipo, es necesario contar con equipos de medición en óptimas condiciones de acuerdo con las necesidades de los equipos y maquinaria de la planta. Dentro de la planta no se cuenta con un alineador de ejes, ni un Multímetro fluke 87 V/i410 KIT combinado el cual es necesario para mediciones eléctricas.

#### **2.1.3.2.9. Formatos**

El único registro utilizado para las actividades de mantenimiento se presenta en el formato reporte de turno figura 20, este formato se utiliza a diario por el personal operativo de mantenimiento, en el que describen las actividades de mantenimiento realizado a los equipos e indica la hora de inicio, hora final, si fue paro solo de equipo o planta y que repuestos se utilizaron para su reparación.

**Figura 20. Formato de reporte de turno actual**


Reporte de turno

---

Departamento de mantenimiento Detergente

Nombre: \_\_\_\_\_ Turno: **NOCHE**  **DIA**

Puestos: \_\_\_\_\_



Equipo	Hora inicio	Hora final	Descripción	Paro de equipo	Paro de planta	Repuestos

Firma del colaborador \_\_\_\_\_ Firma de revisión \_\_\_\_\_ Hoja trasera? **SI**  **NO**   
 Fecha \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Fuente: Industria La Popular, S.A. (2021) *Formato reporte de turno.*

En el registro de la figura 20 hace falta indicar el número de orden del mantenimiento y que tipo de mantenimiento se le realizó al equipo.

### 2.1.3.3. Indicadores de mantenimiento

Actualmente en la empresa tienen establecido únicamente el indicador de mantenimiento de disponibilidad de equipos, el cual se calcula por medio de la resta entre las horas totales y las horas en las que, para el equipo por mantenimientos correctivos, dividido las horas totales. Este indicador se calcula de forma semanal, en la figura 21 se puede observar la fórmula.

Figura 21. **Indicador de disponibilidad**

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{horas parada por mantenimiento}}{\text{horas totales}}$$

Fuente: Organización y gestión integral de mantenimiento. (2021). *Indicadores*.

## **2.2. Propuesta de plan de mantenimiento**

Con el diagnóstico del mantenimiento de la empresa, se logró evidenciar que el tipo de mantenimiento que realizan es correctivo, lo que genera fallas frecuentes en los equipos, paros de producción, entre otros. Se propone un plan de mantenimiento preventivo que garantice el funcionamiento óptimo de los equipos y que cumplan con la vida útil de acuerdo con el fabricante.

Las metas que se proponen para el plan de mantenimiento son las siguientes:

- Reducir los paros no programados por fallas en los equipos en un plazo de 3 meses después de haberse implementado el diseño del mantenimiento.
- Mejorar el rendimiento de los equipos, por medio de un correcto mantenimiento preventivo.
- Mayor porcentaje de disponibilidad en los equipos.

### **2.2.1. Personal**

De acuerdo con el análisis realizado se puede determinar que, para cumplir con el programa de mantenimiento, es necesario requerir los servicios de una empresa externa que brinda servicios de mantenimiento como calibración.

La empresa externa se solicitará específicamente para calibrar las celdas de carga de las máquinas llenadoras con una frecuencia trimestral, calibración de las bandas pesadoras con una frecuencia anual y para calibrar las balanzas, también se necesitará el servicio de calibración con una frecuencia anual.

### **2.2.2. Plan de mantenimiento**

A continuación, se presenta la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, iniciando desde la clasificación de activos hasta los indicadores de mantenimiento.

#### **2.2.2.1. Clasificación de activos**

En el diagnóstico se evidenció que no existe una clasificación adecuada de los activos, por lo que se propone la siguiente clasificación.

La clasificación se basa en los siguientes criterios:

- Características.
- Funcionalidad.
- Tipo de energía que transmiten.
- Tipo de energía empleada.
- Tipo de accionamiento.

- Aplicaciones en la industria.

También se tomará el criterio de:

- Equipo (EQ)
- Máquina (MQ)

En la tabla LIII se muestra la clasificación propuesta para cada equipo y máquina identificándola con 3 letras la abreviatura para la clasificación de equipos. En la planta existe un total de 278 equipos activos y dentro de estos existen 32 clases de activos.

Tabla LIII. **Clasificación de activos**

Descripción	Clasificación de activos	EQ / MQ
Bomba centrífuga	BCF	EQ
Bomba neumática	BNE	EQ
Bomba desplazamiento positivo	BDP	EQ
Filtro magnético	FMG	EQ
Filtro gemelo	FGO	EQ
Filtro manga	FMA	EQ
Banda transportadora	TRA	EQ
Banda pesadora	BTP	EQ
Panel eléctrico operacional	PEO	EQ
Panel eléctrico de potencia	PEP	EQ
Motor eléctrico	MOT	EQ
Motorreductores	MRE	EQ
Tanques	TAN	EQ
Tolvas	TOL	EQ
Manifold	MNF	EQ
Cono de secado	CSE	EQ

Continuación de la tabla LIII.

Ciclón	CIC	EQ
Compresor	COA	EQ
Mezclador	MXR	EQ
Máquinas llenadoras	LLE	MQ
Enfardadora	ENF	MQ
Anillo de limpieza	ALI	EQ
Horno	HOC	EQ
Quemador	QMD	EQ
Tornillo dosificador	DFM	EQ
Autoclave	AUT	EQ
Polipasto	POW	EQ
Molino	MOL	EQ
Válvula rotativa	VLR	EQ
Ventilador	VEN	EQ
Wincher	WIN	EQ

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

A continuación, se presenta la tabla LIV que muestra el resumen de la cantidad de cada clase de activo.

**Tabla LIV. Resumen por clasificación de activos**

<b>Clases de activos</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Clase de activos</b>	<b>Cantidad</b>
Bomba centrífuga	BCF	6
Bomba neumática	BNE	4
Bomba desplazamiento positivo	BDP	7
Filtro magnético	FMG	2
Filtro gemelo	FGO	2

Continuación de la tabla LIV.

Filtro manga	FMA	6
Banda transportadora	TRA	40
Banda pesadora	BTP	4
Panel eléctrico operacional	PEO	13
Panel eléctrico de potencia	PEP	12
Motor eléctrico	MOT	33
Motorreductores	MRE	49
Tanques	TAN	13
Tolvas	TOL	21
Manifold	MNF	2
Cono de secado	CSE	1
Ciclón	CIC	3
Compresor	COA	4
Mezclador	MXR	9
Máquinas llenadoras	LLE	18
Enfardadora	ENF	2
Anillo de limpieza	ALI	1
Horno	HOC	1
Quemador	QMD	1
Tornillo dosificador	DFM	2
Autoclave	AUT	4
Polipasto	POW	4
Molino	MOL	2
Válvula rotativa	VLR	2
Ventilador	VEN	8
Wincher	WIN	1
TOTAL DE EQUIPOS		278

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



Para la clasificación de los activos se consideró la identificación por tipo de activo, tal como se observa en la tabla LV. Se realizó la clasificación de los activos de la planta por áreas del proceso.

Tabla LV. **Clasificación de los equipos por áreas**

<b>Área de bombas</b>	
<b>EQUIPO</b>	<b>CLASE DE ACTIVO</b>
Bomba centrífuga molino A	BCF
Bomba centrífuga molino B	BCF
Bomba de agua de reproceso	BCF
Bomba de agua limpia	BCF
Bomba de agua de enfriamiento	BCF
Bomba de alta presión A	BDP
Bomba de alta presión B	BDP
Filtro gemelo A	FGO
Filtro gemelo B	FGO
Filtro magnético A	FMG
Filtro magnético B	FMG
Molino pulverizador A	MOL
Molino pulverizador B	MOL
Motor del filtro gemelo A	MOT
Motor del filtro gemelo B	MOT
Motor del molino pulverizador A	MOT
Motor del molino pulverizador B	MOT
Motor de bomba molino A	MOT
Motor de bomba molino B	MOT
Motor de bomba de agua de reproceso	MOT
Motor de bomba de agua limpia	MOT
Motor de bomba de agua de enfriamiento	MOT
Motor de bomba de alta presión A	MOT

Continuación de la tabla LV.

Motor de bomba de alta presión B	MOT
Mezclador de filtro gemelo A	MXR
Mezclador de filtro gemelo B	MXR
Panel eléctrico de potencia área de bombas	PEP
Panel eléctrico de potencia área de bombas	PEP
Panel eléctrico de control	PEO
Tanque de agua de reproceso	TAN
Tanque de agua limpia	TAN
<b>Área de base</b>	
EQUIPO	CLASE DE ACTIVO
Bomba neumática yamada 1	BNE
Bomba neumática yamada 2	BNE
Motorreductor de mezclador 1	MRE
Motorreductor de mezclador 2	MRE
Mezclador-agitador de tanque de base 1	MXR
Mezclador-agitador de tanque de base 2	MXR
Panel eléctrico de control	PEO
Tanque de sulfónico número 1	TAN
Tanque de sulfónico número 2	TAN
<b>Área de compresores</b>	
EQUIPO	CLASE DE ACTIVO
Compresor de aire A	COA
Compresor de aire B	COA
Motor de compresor A	MOT
Motor de compresor B	MOT
Panel eléctrico operacional	PEO
Tanque-reservorio de presión A	TAN
Tanque-reservorio de presión B	TAN

Continuación de la tabla LV.

Filtro de aire A	FIL
Filtro de aire B	FIL
<b>Área de transporte neumático</b>	
EQUIPO	CLASE DE ACTIVO
Compresor de aire transporte neumático estación A	COA
Compresor de aire transporte neumático estación B	COA
Tornillo dosificador de materia prima estación A	DFM
Tornillo dosificador de materia prima estación B	DFM
Filtro manga de transporte neumático estación A	FMA
Filtro manga de transporte neumático estación B	FMA
Panel eléctrico de control	PEO
Tanque de agua de reproceso	TAN
Tanque de agua limpia	TAN
<b>Área de base</b>	
EQUIPO	CLASE DE ACTIVO
Bomba neumática yamada 1	BNE
Bomba neumática yamada 2	BNE
Motorreductor de mezclador 1	MRE
Motorreductor de mezclador 2	MRE
Mezclador-agitador de tanque de base 1	MXR
Mezclador-agitador de tanque de base 2	MXR
Panel eléctrico de control	PEO
Tanque de sulfónico número 1	TAN
Tanque de sulfónico número 2	TAN

Continuación de la tabla LV.

<b>Área de compresores</b>	
<b>EQUIPO</b>	<b>CLASE DE ACTIVO</b>
Compresor de aire A	COA
Compresor de aire B	COA
Motor de compresor A	MOT
Motor de compresor B	MOT
Panel eléctrico operacional	PEO
Tanque-reservorio de presión A	TAN
Tanque-reservorio de presión B	TAN
Filtro de aire A	FIL
Filtro de aire B	FIL
<b>Área de transporte neumático</b>	
<b>EQUIPO</b>	<b>CLASE DE ACTIVO</b>
Compresor de aire transporte neumático estación A	COA
Compresor de aire transporte neumático estación B	COA
Tornillo dosificador de materia prima estación A	DFM
Tornillo dosificador de materia prima estación B	DFM
Filtro manga de transporte neumático estación A	FMA
Filtro manga de transporte neumático estación B	FMA
Motor de compresor estación A	MOT
Motor de compresor estación B	MOT
Motor de tornillo dosificador A	MOT
Motor de tornillo dosificador B	MOT
Motor de válvula rotativa estación A	MOT
Motor de válvula rotativa estación B	MOT
Panel eléctrico de potencia estación A/B	PEP
Panel eléctrico de potencia estación A/B	PEP
Panel eléctrico de potencia estación A/B	PEP

Continuación de la tabla LV.

Panel eléctrico de potencia estación A/B	PEP
Panel eléctrico de filtro manga estación A	PEO
Panel eléctrico de filtro manga estación B	PEO
Polipasto de transporte neumático estación A	POW
Polipasto de transporte neumático estación B	POW
Válvula rotativa estación A	VLR
Válvula rotativa estación B	VLR
Tolva estación A	TOL
Tolva estación B	TOL
Ventilador de filtro manga estación A	VEN
Ventilador de filtro manga estación b	VEN
<b>Área de silicato</b>	
EQUIPO	CLASE DE ACTIVO
Autoclave # 1	AUT
Autoclave # 2	AUT
Autoclave # 3	AUT
Autoclave # 4	AUT
Bomba de agua caliente	BCF
Bomba roper silicato 1	BDP
Bomba roper silicato 2	BDP
Ciclón de sistema para recuperación de vapor	CIC
Manifold distribuidor de vapor para autoclave 1 y 2	MNF
Manifold distribuidor de vapor para autoclave 3 y 4	MNF
Motor de bomba de agua caliente	MOT
Motor de bomba de silicato # 1	MOT
Motor de bomba de silicato #2	MOT
Motor de compresor estación A	MOT
Motor de compresor estación A	MOT
Motor de tornillo dosificador A	MOT

Continuación de la tabla LV.

Motor de tornillo dosificador A	MOT
Motor de válvula rotativa estación A	MOT
Motor de válvula rotativa estación B	MOT
Panel eléctrico de potencia estación A/B	PEP
Panel eléctrico de potencia estación A/B	PEP
Panel eléctrico de potencia estación A/B	PEP
Panel eléctrico de potencia estación A/B	PEP
Panel eléctrico de filtro manga estación A	PEO
Panel eléctrico de filtro manga estación B	PEO
Polipasto de transporte neumático estación A	POW
Polipasto de transporte neumático estación B	POW
Válvula rotativa estación A	VLR
Válvula rotativa estación B	VLR
Tolva estación A	TOL
Tolva estación B	TOL
Ventilador de filtro manga estación A	VEN
Ventilador de filtro manga estación b	VEN
<b>Área de silicato</b>	
EQUIPO	CLASE DE ACTIVO
Autoclave # 1	AUT
Autoclave # 2	AUT
Autoclave # 3	AUT
Autoclave # 4	AUT
Bomba de agua caliente	BCF
Bomba roper silicato 1	BDP
Bomba roper silicato 2	BDP
Ciclón de sistema para recuperación de vapor	CIC
Manifold distribuidor de vapor para autoclave 1 y 2	MNF
Manifold distribuidor de vapor para autoclave 3 y 4	MNF

Continuación de la tabla LV.

Motor de bomba de agua caliente	MOT
Motor de bomba de silicato # 1	MOT
Motor de bomba de silicato #2	MOT
Puente grúa de silicato 1	POW
Puente grúa de silicato 2	POW
Tanque de agua caliente	TAN
Tanque de almacenamiento y distribución de silicato	TAN
<b>Área de mezclas</b>	
EQUIPO	CLASE DE ACTIVO
Filtro de manga de sulfato	FMA
Filtro de mangas carbonato de sodio	FMA
Filtro de manga de s.t.p.p	FMA
Filtro de mangas de aditivos	FMA
Motor eléctrico ventilador de filtros mangas (62k10m)	MOT
Motor eléctrico ventilador de filtros mangas (62k1m)	MOT
Motorreductor de mezclador m2	MRE
Motorreductor tanque mezclador de granza m1	MRE
Motorreductor subitomo para mezclador de base	MRE
Motorreductor mezclador m3	MRE
Mezclador de granza m1	MXR
Mezclador agitador m2	MXR
Tanque mezclador m3	MXR
Mezclador de base para detergente mezanine	MXR
Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga	PEO
Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga	PEO
Panel eléctrico de potencia área de mezclas	PEP
Panel eléctrico de potencia área de mezclas	PEP
Tolva de sulfato de sodio	TOL
Tolva de carbonato de sodio	TOL
Tolva de s.t.p.p	TOL

Continuación de la tabla LV.

Tolva de aditivos s.t.p.p. menores	TOL
Ventilador de filtro de manga (62k10)	VEN
Ventilador de filtros de manga (62k1)	VEN
<b>Área de post adición</b>	
EQUIPO	CLASE DE ACTIVO
Bomba de perfume (65p1b)	BNE
Bomba de perfume (65p1a)	BNE
Banda pesadora de soda (65wg2)	BTP
Banda pesadora y dosificadora de sulfato (65wg9)	BTP
Banda pesadora y dosificadora (65wg10)	BTP
Banda pesadora y dosificadora (65wg12)	BTP
Banda transportadora (65n3)	TRA
Banda transportadora (65n2a)	TRA
Banda transportadora (65n2b)	TRA
Banda transportadora detergente (65n2c)	TRA
Ciclón de post adición	CIC
Motor eléctrico de banda transportadora 65n2C-2	MOT
Motor de banda colector (65n3m)	MOT
Motorreductor de banda transportadora (65n2am)	MRE
Motorreductor de banda transportadora (65n2bm)	MRE
Motorreductor de banda pesadora (65wg2m)	MRE
Motorreductor de banda pesadora (65wg9m)	MRE
Motorreductor de banda pesadora (65wg10m)	MRE
Motorreductor de banda pesadora de granulo base (65wg12m)	MRE
Motorreductor de mezclador rotativa (65mx1m) tambor rotativo	MRE
Mezclador rotativo (65mx1)	MXR
Panel eléctrico operacional de banda wg12	PEO
Panel eléctrico operacional de banda wg9	PEO



Continuación de la tabla LV.

Panel eléctrico operacional de banda wg2	PEO
Panel eléctrico operacional de banda wg10	PEO
Tolva de almacenamiento de enzimas (65v3)	TOL
Tolva de almacenamiento de laundrosil (65v4)	TOL
Tolva de carga de post adición (65v9)	TOL
Tolva de almacenamiento de soda 65v2	TOL
Tolva de almacenamiento de sulfato 65v11	TOL
Tanque de perfume 1	TAN
Tanque de perfume 2	TAN
<b>Área de secado</b>	
EQUIPO	CLASE DE ACTIVO
Anillo de limpieza torre detergente (64w3w)	ALI
Bomba de tanque de gas	BDP
Bomba de tanque Diesel	BDP
Bomba de tanque de bunker	BDP
Ciclón de secado	CIC
Cono de torre de secado (64at1)	CSE
Horno del quemador	HOC
Motor de bomba tanque de gas	MOT
Motor de bomba tanque Diesel	MOT
Motor de bomba tanque de bunker	MOT
Motor de ventilador de quemador de horno (64k1m)	MOT
Motor eléctrico de ventilador de dilución (64k2m)	MOT
Motor eléctrico de ventilador (64k4m)	MOT
Motor del ventilador de vacío (64k3m)	MOT
Panel eléctrico de potencia	PEP
Panel eléctrico de potencia	PEP
Panel eléctrico de potencia	PEP
Panel eléctrico de potencia	PEP
Quemador de horno (64h1)	QMD

Continuación de la tabla LV.

Tanque de gas 100 libras	TAN
Tanque de diesel	TAN
Tanque de bunker	TAN
Ventilador de quemador (64k1) de combustión	VEN
Ventilador aire de dilución del horno torre secado (64k2)	VEN
Ventilador de vacío torre de secado (64k3)	VEN
Ventilador de secado (64k4)	VEN
Wincher para anillo de limpieza	WIN
<b>Área de tolvas de empaque</b>	
EQUIPO	CLASE DE ACTIVO
Banda transportadora de distribución L1	TRA
Banda transportadora de distribución L 2	TRA
Banda transportadora de distribución L3	TRA
Banda transportadora de distribución L4	TRA
Motorreductor de banda de L1	MRE
Motorreductor de banda de L2	MRE
Motorreductor de banda de L3	MRE
Motorreductor de banda de L4	MRE
Panel eléctrico operacional automático	PEO
Panel eléctrico operacional manual	PEO
Tolva de almacenamiento detergente terminado	TOL
Tolva de almacenamiento detergente terminado	TOL
Tolva de almacenamiento detergente terminado	TOL
Tolva de almacenamiento detergente terminado	TOL
Tolva de almacenamiento detergente terminado	TOL
Tolva de almacenamiento detergente terminado	TOL
Tolva de almacenamiento detergente terminado	TOL
Tolva de almacenamiento detergente terminado	TOL
Tolva de almacenamiento detergente terminado	TOL

Continuación de la tabla LV.

Tolva de almacenamiento detergente terminado	TOL
<b>Área de empaque</b>	
EQUIPO	CLASE DE ACTIVO
Máquina empacadora masipack111 vs400 mxcp003	LLE
Máquina empacadora masipack211 vs400 mxcp003	LLE
Máquina empacadora masipack3 I1 vs300 mxcp004	LLE
Máquina empacadora masipack4 I1 vs300 mxcp004	LLE
Máquina empacadora masipack5 I1 vs250 mxcp004	LLE
Máquina empacadora masipack6 I2 vs400 mxcp003	LLE
Máquina empacadora masipack7 I2 vs400 mxcp003	LLE
Máquina empacadora masipack8 I2 vs250 tornillo Dosificador	LLE
Máquina empacadora masipack9 I2 vs250 tornillo Dosificador	LLE
Máquina empacadora masipack10 I2 vs250 tornillo Dosificador	LLE
Máquina empacadora masipack11 I3 vs300 mxcp004	LLE
Máquina empacadora masipack12 I3 vs300 mxcp004	LLE
Máquina empacadora masipack13 I3 vs250 tornillo Dosificador	LLE
Máquina empacadora masipack14 I3 vs250 tornillo Dosificador	LLE
Máquina empacadora masipack15 I4 vs250 tornillo Dosificador	LLE
Máquina empacadora masipack16 I4 vs250 tornillo Dosificador	LLE
Máquina empacadora masipack17 I4 vs250 tornillo Dosificador	LLE
Máquina empacadora masipack18 I4 vs250 tornillo Dosificador	LLE
Máquina enfardadora	ENF

Continuación de la tabla LV.

Máquina enfardadora	ENF
Banda transportadora principal línea #1	TRA
Banda transportadora principal línea # 2	TRA
Banda transportadora principal línea # 3	TRA
Banda transportadora principal línea # 4	TRA
Banda transportadora tipo z para producto de línea 1	TRA
Banda transportadora lineal Paralela a línea 1	TRA
Banda transportador curva 1 para producto de línea 1	TRA
Banda transportadora lineal paralela a las 4 líneas	TRA
Banda transportador curva 1	TRA
Banda transportador inclinada hacia el túnel	TRA
Banda transportador curva	TRA
Banda transportadora inclinada sobre base y barra	TRA
Banda transportadora en túnel	TRA
Banda transportadora inclinada en cd	TRA
Banda transportadora curva en cd	TRA
Banda transportadora lineal cd	TRA
Banda transportador pequeña inclinada	TRA
Banda transportadora tipo z	TRA
Banda transportadora lineal	TRA
Banda transportadora tipo z	TRA
Banda transportador pequeña inclinada	TRA
Banda transportador pequeña lineal	TRA
Banda transportador pequeña lineal	TRA
Banda transportadora grande inclinada	TRA
Banda transportadora lineal de enfardadora	TRA
Banda transportador inclinada de enfardadora	TRA
Banda transportador inclinada	TRA
Banda transportador pequeña lineal	TRA
Banda transportador pequeña lineal	TRA

Continuación de la tabla LV.

Banda transportadora grande inclinada	TRA
Banda transportadora lineal de enfardadora	TRA
Banda transportador inclinada de enfardadora	TRA
Motorreductor de transportador principal línea 1	MRE
Motorreductor de transportador principal línea 2	MRE
Motorreductor de transportador principal línea 3	MRE
Motorreductor de trasportadora principal línea 4	MRE
Motorreductor de banda trasportadora tipo z	MRE
Motorreductor de banda transportadora l1	MRE
Motorreductor de banda transportadora curva de línea 1	MRE
Motorreductor de banda para producto de línea 1,2,3 y 4	MRE
Motorreductor de banda curva 1	MRE
Motorreductor de banda de producto hacia túnel	MRE
Motorreductor de banda transportadora curva	MRE
Motorreductor de banda inclinada sobre base y barra	MRE
Motorreductor de banda en túnel	MRE
Motorreductor de banda transportadora inclinada cd	MRE
Motorreductor de banda transportadora curva cd	MRE
Motorreductor de banda transportadora lineal cd	MRE
Motorreductor de banda trasportadora empaque manual	MRE
Motorreductor de banda transportadora tipo z	MRE
Motorreductor de transportador lineal	MRE
Motorreductor de transportador tipo z	MRE
Motorreductor de transportador pequeña inclinada	MRE
Motorreductor de transportador pequeña lineal	MRE
Motorreductor de transportador pequeña lineal	MRE
Motorreductor de transportador grande inclinada	MRE
Motorreductor de transportador de enfardadora	MRE
Motorreductor de transportador de enfardadora	MRE
Motorreductor de banda inclinada	MRE

Continuación de la tabla LV.

Motorreductor de banda inclinada debajo de la banda curva	MRE
Motorreductor de banda pequeña lineal	MRE
Motorreductor para banda pequeña lineal	MRE
Motorreductor de banda lineal enfardadora	MRE
Motorreductor de banda enfardadora	MRE

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### **2.2.2.2. Codificación**

En el diagnóstico se identificó que el tipo de codificación significativa alfanumérica que se utiliza en la empresa es la adecuada, por lo que el tipo de codificación se mantendrá.

Área del proceso: esta formado por 3 dígitos numéricos del 231 al 240 ya que así se encuentran identificadas las áreas del proceso para la planta detergente (ver tabla XVIII), sólo cambiará el área – Área de tolvas de empaque.

Clasificación de equipos: esta formado por 3 letras, analizado en el inciso anterior de clasificación de equipos. En la tabla LVI se presenta la identificación de la clasificación de equipos, en la cual se quedaron en español las abreviaturas de los tipos de equipos.

Tabla LVI. **Identificación de los tipos de activos**

<b>Tipos de activos</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Clasificación de los tipos de activos</b>
Bombas	BOM
Filtros	FIL
Bandas transportadoras	BTP
Paneles eléctricos	PAE
Motores eléctricos	MOT
Motorreductores	MRE
Tanques	TAN
Tolvas	TOL
Manifold	MNF
Cono de secado	CSE
Ciclón	CIC
Compresor	COA
Mezclador	MXR
Máquinas llenadoras	LLE
Enfardadora	ENF
Anillo de limpieza	ALI
Horno	HOC
Quemador	QMD
Tornillo dosificador	DFM
Autoclave	AUT
Polipasto	POW
Molino	MOL
Válvula rotativa	VLR
Ventilador	VEN
Wincher	WIN

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Se procederá a asignar la codificación a los 66 equipos que no lo tienen asignado, se ordenarán por correlativos todos los equipos para mejorar el control, registro y ubicación de los mismos y se colocará la clasificación de equipos en español tal como el inciso de clasificación de equipos.

Para tener documentado el listado de codificación, se presenta a continuación en la tabla LVII.

**Tabla LVII. Codificación propuesta para los equipos de la planta**

<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
231	EQUIPO DE BOMBEO
231BOM001	Bomba centrífuga molino del deareador A
231BOM002	Bomba centrífuga molino B
231BOM003	Bomba de agua de reproceso
231BOM004	Bomba de agua limpia
231BOM005	Bomba de agua de enfriamiento
231BOM006	Bomba de alta presión A
231BOM007	Bomba de alta presión B
231FIL001	Filtro gemelo A
231FIL002	Filtro gemelo B
231FIL003	Filtro magnético A
231FIL004	Filtro magnético B
231MOL001	Molino pulverizador A
231MOL002	Molino pulverizador B
231MOT001	Motor del filtro gemelo A
231MOT002	Motor del filtro gemelo B
231MOT003	Motor del molino pulverizador A
231MOT004	Motor del molino pulverizador B



Continuación de la tabla LVII.

231MOT005	Motor de bomba molino deareador A
231MOT006	Motor de bomba molino B
231MOT007	Motor de bomba de agua de reproceso
231MOT008	Motor de bomba de agua limpia
231MOT009	Motor de bomba de agua de enfriamiento
231MOT010	Motor de bomba de alta presión A
231MOT011	Motor de bomba de alta presión B
231MXR001	Mezclador de filtro gemelo A
231MXR002	Mezclador de filtro gemelo B
231PAE001	Panel eléctrico de potencia área de bombas
231PAE002	Panel eléctrico de potencia área de bombas
231PAE003	Panel eléctrico de control
231TAN001	Tanque de agua de reproceso
231TAN002	Tanque de agua limpia
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
232	BASE PARA DETERGENTE
232BOM001	Bomba neumática yamada 1
232BOM002	Bomba neumática yamada 2
232MRE001	Motorreductor de mezclador 1
232MRE002	Motorreductor de mezclador 2
232MXR001	Mezclador-agitador de tanque de base 1
232MXR002	Mezclador-agitador de tanque de base 2
232PAE001	Panel eléctrico de control
232TAN001	Tanque de sulfónico número 1
232TAN002	Tanque de sulfónico número 2
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
233	COMPRESORES Y TANQUES
233COA001	Compresor de aire A

Continuación de la tabla LVII.

233COA002	Compresor de aire B
233MOT001	Motor de compresor A
233MOT002	Motor de compresor B
233PAE001	Panel eléctrico operacional
233TAN001	Tanque-reservorio de presión A
233TAN002	Tanque-reservorio de presión B
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
234	TRANSPORTE NEUMÁTICO DETERGENTE
234COA001	Compresor aire transporte neumático estación A
234COA002	Compresor de aire transporte neumático estación B
234DFM001	Tornillo dosificador de materia prima estación A
234DFM002	Tornillo dosificador de materia prima estación B
234FIL001	Filtro manga de transporte neumático estación A
234FIL002	Filtro manga de transporte neumático estación B
234MOT001	Motor de compresor estación A
234MOT002	Motor de compresor estación A
234MOT003	Motor de tornillo dosificador A
234MOT004	Motor de tornillo dosificador A
234MOT005	Motor de válvula rotativa estación A
234MOT006	Motor de válvula rotativa estación B
234PAE001	Panel eléctrico de potencia estación A/B
234PAE002	Panel eléctrico de potencia estación A/B
234PAE003	Panel eléctrico de potencia estación A/B
234PAE004	Panel eléctrico de potencia estación A/B
234PAE005	Panel eléctrico de filtro manga estación A
234PAE006	Panel eléctrico de filtro manga estación B
234POW001	Polipasto de transporte neumático estación A
234POW002	Polipasto de transporte neumático estación B

Continuación de la tabla LVII.

234VLR001	Válvula rotativa estación A
234VLR002	Válvula rotativa estación B
234TOL001	Tolva estación A
234TOL002	Tolva estación B
234VEN001	Ventilador de filtro manga estación A
234VEN002	Ventilador de filtro manga estación b
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
235	SILICATO Y SALMUERA
235AUT001	Autoclave # 1
235AUT002	Autoclave # 2
235AUT003	Autoclave # 3
235AUT004	Autoclave # 4
235BOM001	Bomba de agua caliente
235BOM002	Bomba roper silicato 1
235BOM003	Bomba roper silicato 2
235CIC001	Ciclón de sistema para recuperación de vapor
235MNF001	Manifold distribuidor de vapor para autoclave 1 y 2
235MNF002	Manifold distribuidor de vapor para autoclave 3 y 4
235MOT001	Motor de bomba de agua caliente
235MOT002	Motor de bomba de silicato # 1
235MOT003	Motor de bomba de silicato #2
235POW001	Puente grúa de silicato 1
235POW002	Puente grúa de silicato 2
235TAN001	Tanque de agua caliente
235TAN002	Tanque de almacenamiento y distribución de silicato

Continuación de la tabla LVII.

CÓDIGO	EQUIPO
236	MEZCLAS DE DETERGENTES
236FIL001	Filtro de manga de sulfato
236FIL002	Filtro de mangas carbonato de sodio
236FIL003	Filtro de manga de s.t.p.p
236FIL004	Filtro de mangas de aditivos
236MOT001	Motor eléctrico ventilador de filtros mangas (62k10m)
236MOT002	Motor eléctrico ventilador de filtros mangas (62k1m)
236MRE001	Motorreductor de mezclador m2
236MRE002	Motorreductor tanque mezclador de granza m1
236MRE003	Motorreductor subitomo para mezclador de base
236MRE004	Motorreductor mezclador m3
236MXR001	Mezclador de granza m1
236MXR002	Mezclador agitador m2
236MXR003	Tanque mezclador m3
236MXR004	Mezclador de base para detergente mezzanine
236PAE001	Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga
236PAE002	Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga
236PAE003	Panel eléctrico de potencia área de mezclas
236PAE004	Panel eléctrico de potencia área de mezclas
236TOL001	Tolva de sulfato de sodio
236TOL002	Tolva de carbonato de sodio
236TOL003	Tolva de s.t.p.p
236TOL004	Tolva de aditivos s.t.p.p. menores
236VEN001	Ventilador de filtro de manga (62k10)
236VEN002	Ventilador de filtros de manga (62k1)

Continuación de la tabla LVII.

CÓDIGO	EQUIPO
237	POST-ADDITION
237BOM001	Bomba de perfume (65p1b)
237BOM002	Bomba de perfume (65p1a)
237BTP001	Banda pesadora de soda (65wg2)
237BTP002	Banda pesadora y dosificadora de sulfato (65wg9)
237BTP003	Banda pesadora y dosificadora (65wg10)
237BTP004	Banda pesadora y dosificadora (65wg12)
237BTP005	Banda transportadora (65n3)
237BTP006	Banda transportadora (65n2a)
237BTP007	Banda transportadora (65n2b)
237BTP008	Banda transportadora detergente (65n2c)
237CIC001	Ciclón de post addition
237MOT001	Motor eléctrico de banda transportadora 65n2C-2
237MOT002	Motor de banda colectora (65n3m)
237MRE001	Motorreductor de banda transportadora (65n2am)
237MRE002	Motorreductor de banda transportadora (65n2bm)
237MRE003	Motorreductor de banda pesadora (65wg2m)
237MRE004	Motorreductor de banda pesadora (65wg9m)
237MRE005	Motorreductor de banda pesadora (65wg10m)
237MRE006	Motorreductor de banda pesadora de granulo base (65wg12m)
237MRE007	Motorreductor de mezclador rotativa (65mx1m) tambor rotativo
237MXR001	Mezclador rotativo (65mx1)
237PAE001	Panel eléctrico operacional de banda wg12
237PAE002	Panel eléctrico operacional de banda wg9
237PAE003	Panel eléctrico operacional de banda wg2
237PAE004	Panel eléctrico operacional de banda wg10
237TOL001	Tolva de almacenamiento de enzimas (65v3)
237TOL002	Tolva de almacenamiento de laundrosil (65v4)

Continuación de la tabla LVII.

237TOL003	Tolva de carga de post addition (65v9)
237TOL004	Tolva de almacenamiento de soda 65v2
237TOL005	Tolva de almacenamiento de sulfato 65v11
237TAN001	Tanque de perfume 1
237TAN002	Tanque de perfume 2
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
238	SECADO DE DETERGENTE
238ALI001	Anillo de limpieza torre detergente (64w3w)
238BOM001	Bomba de tanque de gas
238BOM002	Bomba de tanque diesel
238BOM003	Bomba de tanque de bunker
238CIC001	Ciclón de secado
238CSE001	Cono de torre de secado (64at1)
238HOC001	Horno del quemador
238MOT001	Motor de bomba tanque de gas
238MOT002	Motor de bomba tanque diesel
238MOT003	Motor de bomba tanque de bunker
238MOT004	Motor de ventilador de quemador de horno (64k1m)
238MOT005	Motor eléctrico de ventilador de dilución (64k2m)
238MOT006	Motor eléctrico de ventilador (64k4m)
238MOT007	Motor del ventilador de vacío (64k3m)
238PAE001	Panel eléctrico de potencia
238PAE002	Panel eléctrico de potencia
238PAE003	Panel eléctrico de potencia
238PAE004	Panel eléctrico de potencia
238QMD001	Quemador de horno (64h1)
238TAN001	Tanque de gas 100 libras
238TAN002	Tanque de diesel
238TAN003	Tanque de bunker
238VEN001	Ventilador de quemador (64k1) de combustión
238VEN002	Ventilador aire de difusión del horno torre secado (64k2)

Continuación de la tabla LVII.

238VEN003	Ventilador de vacío de torre de secado (64k3)
238VEN004	Ventilador de secado (64k4)
238WIN001	Wincher para el anillo de limpieza
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
239	TOLVAS DE EMPAQUE
239BTP001	Banda transportadora de distribución L1
239BTP002	Banda transportadora de distribución L2
239BTP003	Banda transportadora de distribución L3
239BTP004	Banda transportadora de distribución L4
239MRE001	Motorreductor de banda de L1
239MRE002	Motorreductor de banda de L2
239MRE003	Motorreductor de banda de L3
239MRE004	Motorreductor de banda de L4
239PAE001	Panel eléctrico operacional automático
239PAE002	Panel eléctrico operacional manual
239TOL001	Tolva de almacenamiento detergente terminado
239TOL002	Tolva de almacenamiento detergente terminado
239TOL003	Tolva de almacenamiento detergente terminado
239TOL004	Tolva de almacenamiento detergente terminado
239TOL005	Tolva de almacenamiento detergente terminado
239TOL006	Tolva de almacenamiento detergente terminado
239TOL007	Tolva de almacenamiento detergente terminado
239TOL008	Tolva de almacenamiento detergente terminado
239TOL009	Tolva de almacenamiento detergente terminado
239TOL010	Tolva de almacenamiento detergente terminado
<b>CÓDIGO</b>	<b>EQUIPO</b>
240	LLENADO Y EMPAQUE
240LLE001	Máquina empacadora masipack111 vs400 mxcp003

Continuación de la tabla LVII.

240LLE002	Máquina empacadora masipack211 vs400 mxcp003
240LLE003	Máquina empacadora masipack3 I1 vs300 mxcp004
240LLE004	Máquina empacadora masipack4 I1 vs300 mxcp004
240LLE005	Máquina empacadora masipack5 I1 vs250 mxcp004
240LLE006	Máquina empacadora masipack6 I2 vs400 mxcp003
240LLE007	Máquina empacadora masipack7 I2 vs400 mxcp003
240LLE008	Máquina empacadora masipack8 I2 vs250 torn. Dosificador
240LLE009	Máquina empacadora masipack9 I2 vs250 torn. Dosificador
240LLE010	Máquina empacadora masipack10 I2 vs250 torn. Dosificador
240LLE011	Máquina empacadora masipack11 I3 vs300 mxcp004
240LLE012	Máquina empacadora masipack12 I3 vs300 mxcp004
240LLE013	Máquina empacadora masipack13 I3 vs250 torn. Dosificador
240LLE014	Máquina empacadora masipack14 I3 vs250 torn. Dosificador
240LLE015	Máquina empacadora masipack15 I4 vs250 torn. Dosificador
240LLE016	Máquina empacadora masipack16 I4 vs250 torn. Dosificador
240LLE017	Máquina empacadora masipack17 I4 vs250 torn. Dosificador
240LLE018	Máquina empacadora masipack18 I4 vs250 torn. Dosificador
240ENF001	Máquina enfardadora
240ENF002	Máquina enfardadora
240BTP001	Banda transportadora principal línea #1
240BTP002	Banda transportadora principal línea # 2
240BTP003	Banda transportadora principal línea # 3
240BTP004	Banda transportadora principal línea # 4
240BTP005	Banda transportadora tipo z para producto de línea 1
240BTP006	Banda transportadora lineal Paralela a línea 1
240BTP007	Banda transportador curva 1 para producto de línea 1
240BTP008	Banda transportadora lineal paralela a las 4 líneas
240BTP009	Banda transportador curva 1



Continuación de la tabla LVII.

240BTP010	Banda transportador inclinada hacia el túnel
240BTP011	Banda transportador curva
240BTP012	Banda transportadora inclinada sobre base y barra
240BTP013	Banda transportadora en túnel
240BTP014	Banda transportadora inclinada en cd
240BTP015	Banda transportadora curva en cd
240BTP016	Banda transportadora lineal cd
240BTP017	Banda transportador pequeña inclinada
240BTP018	Banda transportadora tipo z
240BTP019	Banda transportadora lineal
240BTP020	Banda transportadora tipo z
240BTP021	Banda transportador pequeña inclinada
240BTP022	Banda transportador pequeña lineal
240BTP023	Banda transportador pequeña lineal
240BTP024	Banda transportadora grande inclinada
240BTP025	Banda transportadora lineal de enfardadora
240BTP026	Banda transportador inclinada de enfardadora
240BTP027	Banda transportador inclinada
240BTP028	Banda transportador pequeña lineal
240BTP029	Banda transportador pequeña lineal
240BTP030	Banda transportadora grande inclinada
240BTP031	Banda transportadora lineal de enfardadora
240BTP032	Banda transportador inclinada de enfardadora
240MRE001	Motorreductor de transportador principal línea 1
240MRE002	Motorreductor de transportador principal línea 2
240MRE003	Motorreductor de transportador principal línea 3
240MRE004	Motorreductor de transportadora principal línea 4
240MRE005	Motorreductor de banda transportadora tipo z

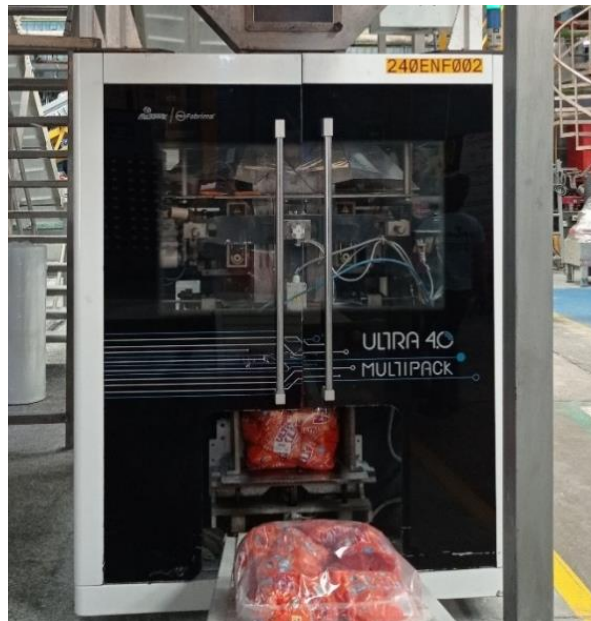
Continuación de la tabla LVII.

240MRE006	Motorreductor de banda transportadora l1
240MRE007	Motorreductor de banda transportadora curva de línea 1
240MRE008	Motorreductor de banda para producto de línea 1,2,3 y 4
240MRE009	Motorreductor de banda curva 1
240MRE010	Motorreductor de banda de producto hacia túnel
240MRE011	Motorreductor de banda transportadora curva
240MRE012	Motorreductor de banda inclinada sobre base y barra
240MRE013	Motorreductor de banda en túnel
240MRE014	Motorreductor de banda transportadora inclinada cd
240MRE015	Motorreductor de banda transportadora curva cd
240MRE016	Motorreductor de banda transportadora lineal cd
240MRE017	Motorreductor de banda trasportadora empaque manual
240MRE018	Motorreductor de banda transportadora tipo z
240MRE019	Motorreductor de transportador lineal
240MRE020	Motorreductor de transportador tipo z
240MRE021	Motorreductor de transportador pequeña inclinada
240MRE022	Motorreductor de transportador pequeña lineal
240MRE023	Motorreductor de transportador pequeña lineal
240MRE024	Motorreductor de transportador grande inclinada
240MRE025	Motorreductor de transportador de enfardadora
240MRE026	Motorreductor de transportador de enfardadora
240MRE027	Motorreductor de banda inclinada
240MRE028	Motorreductor de banda inclinada debajo de la banda curva
240MRE029	Motorreductor de banda pequeña lineal
240MRE030	Motorreductor para banda pequeña lineal
240MRE031	Motorreductor de banda lineal enfardadora
240MRE032	Motorreductor de banda enfardadora

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Se propone que al momento de ingresar a la planta un equipo o máquina nuevo se ingrese al software y se mantenga actualizado para que de manera automática se le genere código de identificación y que todos los equipos tengan su codificación física. La etiqueta con el código debe colocarse en un lugar visible y con un tamaño de etiqueta y letra legible, tal y como se muestra en la figura 22.

Figura 22. **Codificación de la máquina enfardadora**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Escuintla. 2021). Colección particular. Escuintla.

### 2.2.2.3. **Criticidad**

En el diagnóstico de la situación actual se pudo determinar que no se tiene la criticidad adecuada para los equipos, por lo tanto, se propone la siguiente criticidad.

Los criterios para clasificar los equipos son los siguientes:

- Incidencia en la producción: el cual indica si el paro de producción es inmediato, mayor a 24 horas o menor a 24 horas, según sea el caso del equipo.
- Grado de mantenibilidad: este parámetro indica el costo de mantenimiento del equipo, si es alto, medio o bajo.
- Equipo back up: o también conocido como equipo reemplazo, es un equipo de repuesto si llega a fallar el equipo actual funcionando.

Con base en los criterios para la clasificación de criticidad, se identificarán en la siguiente manera como se muestra en la tabla LVIII.

Tabla LVIII. **Identificación del tipo de criticidad del equipo**

<b>Criticidad</b>	
Alta	
Media	
Normal	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Para establecer la criticidad de equipos y máquinas, la empresa adquirió un software de Excel de fácil uso para asignar el nivel de criticidad de cada equipo. En el software se analizaron los factores antes mencionados para cada equipo y el número "1" se utiliza para indicar en qué nivel esta cada equipo.

En el software, dependiendo del parámetro seleccionado con el número “1”, así se le asigna un valor en la suma de criticidad, a continuación, en la tabla LIX se muestra el valor de cada parámetro:

Tabla LIX. **Valores asignados a los criterios de criticidad**

VALOR	INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN			GRADO DE MANTENIBILIDAD			EXISTE ALGUN EQUIPO DE BACK-UP/ES EL EQUIPO REEMPLAZO	
	Paro Inmediato	Paro > 24 hrs.	Paro <= 24 hrs.	Alto	Medio	Bajo	SI	NO
	150	75	0	100	50	0	0	50

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Las condiciones para determinar el tipo de criticidad del equipo, según la sumatoria de los criterios se encuentra en la tabla LX.

Tabla LX. **Condiciones de la criticidad**

A	Sí la suma de criticidad es $\geq 125.0001$
B	Sí la suma de criticidad es $\geq 74.999$
C	Sí la suma de criticidad es $< 74.999$

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

La criticidad de los equipos de la planta se propone de la siguiente manera como se muestra de la tabla LXI a la LXX, con base a los criterios antes mencionados.

Tabla LXI. Criticidad del área de bombas

	INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN	GRADO DE MANTENIBILIDAD			EXISTE ALGUN EQUIPO DE BACK-UP/ES EL EQUIPO REEMPLAZO		Criticidad de manto nueva	Suma Criticidad		
		Paro Inmediato	Paro > 24 hrs.	Paro <= 24 hrs.	Alto	Medio			Bajo	SI
<b>EQUIPOS DE BOMBAS</b>										
231BOM001	Bomba centrífuga molino del deareador A			1		1		1	B	100.0
231BOM002	Bomba centrífuga molino B		1		1		1		C	50.0
231BOM003	Bomba de agua de reproceso		1		1		1		C	50.0
231BOM004	Bomba de agua limpia			1		1		1	B	100.0
231BOM005	Bomba de agua de enfriamiento	1			1			1	A	300.0
231BOM006	Bomba de alta presión A	1			1		1		A	250.0
231BOM007	Bomba de alta presión B	1			1		1		A	250.0
231FIL001	Filtro gemelo A			1	1			1	B	100.0
231FIL002	Filtro gemelo B			1	1			1	B	100.0
231FIL003	Filtro magnético A			1	1			1	B	100.0
231FIL004	Filtro magnético B			1	1			1	B	100.0
231MOL001	Molino pulverizador A		1		1			1	B	100.0
231MOL002	Molino pulverizador B		1		1			1	B	100.0
231MOT001	Motor del filtro gemelo A			1	1			1	B	100.0
231MOT002	Motor del filtro gemelo B			1	1			1	B	100.0
231MOT003	Motor del molino pulverizador A			1		1		1	C	50.0
231MOT004	Motor del molino pulverizador B			1		1		1	C	50.0
231MOT005	Motor de bomba molino deareador A			1		1		1	C	50.0
231MOT006	Motor de bomba molino B			1		1		1	C	50.0
231MOT007	Motor de bomba de agua de reproceso			1		1		1	B	100.0
231MOT008	Motor de bomba de agua limpia		1			1		1	B	100.0
231MOT009	Motor de bomba de agua de enfriamiento	1				1		1	A	250.0
231MOT010	Motor de bomba de alta presión A	1			1		1		A	250.0
231MOT011	Motor de bomba de alta presión B	1			1		1		A	250.0
231MXR001	Mezclador de filtro gemelo A			1		1		1	C	50.0
231MXR002	Mezclador de filtro gemelo B			1		1		1	C	50.0
231PAE001	Panel eléctrico de potencia área de bombas	1			1			1	A	225.0
231PAE002	Panel eléctrico de potencia área de bombas	1			1			1	A	225.0
231PAE003	Panel eléctrico de control	1			1			1	A	225.0
231TAN001	Tanque de agua de reproceso			1		1		1	C	50.0
231TAN002	Tanque de agua limpia			1		1		1	C	50.0

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXII. Criticidad del área de base

	INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN			GRADO DE MANTENIBILIDAD			EXISTE ALGUN EQUIPO DE BACK-UP/ES EL EQUIPO REEMPLAZO		Criticidad de manto nueva	Suma Criticidad
	Paro Inmediato	Paro > 24 hrs.	Paro <= 24 hrs.	Alto	Medio	Bajo	SI	NO		
<b>EQUIPOS DE BASE DETERGENTE</b>										
232BOM001	Bomba neumática yamada 1			1		1		1	C	50.0
232BOM002	Bomba neumática yamada 2			1		1		1	C	50.0
232MRE001	Motorreductor de mezclador 1			1		1		1	C	0.0
232MRE002	Motorreductor de mezclador 2			1		1		1	C	0.0
232MXR001	Mezclador-agitador de tanque de base 1			1		1		1	C	0.0
232MXR002	Mezclador-agitador de tanque de base 2			1		1		1	C	0.0
232PAE001	Panel eléctrico de control	1			1			1	A	300.0
232TAN001	Tanque de sulfónico número 1			1		1		1	C	0.0
232TAN002	Tanque de sulfónico número 2			1		1		1	C	0.0

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXIII. Criticidad del área de compresores

		INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN			GRADO DE MANTENIBILIDAD			EXISTE ALGUN EQUIPO DE BACK-UP/ES EL EQUIPO REEMPLAZO		Criticidad de mantto nueva	Suma Criticidad
		Paro Inmediato	Paro > 24 hrs.	Paro <= 24 hrs.	Alto	Medio	Bajo	SI	NO		
<b>EQUIPOS CUARTO COMPRESORES</b>											
233COA001	Compresor de aire A		1			1		1		B	125.0
233COA002	Compresor de aire B		1			1		1		B	125.0
233MOT001	Motor de compresor A		1			1		1		B	125.0
233MOT002	Motor de compresor B		1			1		1		B	125.0
233PAE001	Panel eléctrico operacional	1			1				1	A	300.0
233TAN001	Tanque-reservorio de presión A			1			1	1		C	0.0
233TAN002	Tanque-reservorio de presión B			1			1	1		C	0.0

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXIV. Criticidad del área de transporte neumático

		INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN			GRADO DE MANTENIBILIDAD			EXISTE ALGUN EQUIPO DE BACK-UP/ES EL EQUIPO REEMPLAZO		Criticidad de mantto nueva	Suma Criticidad
		Paro Inmediato	Paro > 24 hrs.	Paro <= 24 hrs.	Alto	Medio	Bajo	SI	NO		
<b>EQUIPOS TRANSPORTE NEUMÁTICO</b>											
234COA001	Compresor aire transporte neumático estación A		1			1		1		B	125.0
234COA002	Compresor de aire transporte neumático estación B		1			1		1		B	125.0
234DFM001	Tornillo dosificador de materia prima estación A			1		1		1		C	50.0
234DFM002	Tornillo dosificador de materia prima estación B			1		1		1		C	50.0
234FL001	Filtro manga de transporte neumático estación A			1			1	1		C	0.0
234FL002	Filtro manga de transporte neumático estación B			1			1	1		C	0.0
234MOT001	Motor de compresor estación A		1			1		1		B	125.0
234MOT002	Motor de compresor estación B		1			1		1		B	125.0
234MOT003	Motor de tornillo dosificador A			1			1	1		C	0.0
234MOT004	Motor de tornillo dosificador B			1			1	1		C	0.0
234MOT005	Motor de rotocelda estación A		1				1	1		B	75.0
234MOT006	Motor de rotocelda estación B		1				1	1		B	75.0
234PAE001	Panel eléctrico de potencia estación A/B	1			1				1	A	300.0
234PAE002	Panel eléctrico de potencia estación A/B	1			1				1	A	300.0
234PAE003	Panel eléctrico de potencia estación A/B	1			1				1	A	300.0
234PAE004	Panel eléctrico de potencia estación A/B	1			1				1	A	300.0
234PAE005	Panel eléctrico de filtro manga estación A	1			1				1	A	300.0
234PAE006	Panel eléctrico de filtro manga estación B	1			1				1	A	300.0
234POW001	Polipasto de transporte neumático estación A		1				1	1		B	125.0
234POW002	Polipasto de transporte neumático estación B		1				1	1		B	125.0
234ROT001	Rotocelda estación A		1				1	1		B	125.0
234ROT002	Rotocelda estación B		1				1	1		B	125.0
234SIL001	Silo estación A			1			1	1		C	50.0
234SIL002	Silo estación B			1			1	1		C	50.0
234VEN001	Ventilador de filtro manga estación A		1				1	1		B	125.0
234VEN002	Ventilador de filtro manga estación b		1				1	1		B	125.0

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXV. Criticidad del área de tolvas detergente

		INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN			GRADO DE MANTENIBILIDAD			EXISTE ALGUN EQUIPO DE BACK-UP/ES EL EQUIPO REEMPLAZO		Criticidad de manito nueva	Suma Criticidad
		Paro Inmediato	Paro > 24 hrs.	Paro <= 24 hrs.	Alto	Medio	Bajo	SI	NO		
<b>EQUIPOS SILICATO</b>											
235AUT001	Autoclave # 1		1				1	1		B	75.0
235AUT002	Autoclave # 2		1				1	1		B	75.0
235AUT003	Autoclave # 3		1				1	1		B	75.0
235AUT004	Autoclave # 4		1				1	1		B	75.0
235BOM001	Bomba de agua caliente		1				1	1		B	75.0
235BOM002	Bomba ropper silicato 1		1				1	1		B	75.0
235BOM003	Bomba ropper silicato 2		1				1	1		B	75.0
235CIC001	Ciclón de sistema para recuperación de vapor		1				1		1	B	125.0
235MNF001	Manifold distribuidor de vapor para autoclave 1 y 2		1				1		1	B	125.0
235MNF002	Manifold distribuidor de vapor para autoclave 3 y 4		1				1		1	B	125.0
235MOT001	Motor de bomba de agua caliente		1				1		1	B	125.0
235MOT002	Motor de bomba de silicato # 1		1				1	1		B	75.0
235MOT003	Motor de bomba de silicato #2		1				1	1		B	75.0
235POW001	Puente grúa de silicato 1		1			1			1	A	175.0
235POW002	Puente grúa de silicato 2		1			1			1	A	175.0
235TAN001	Tanque de agua caliente			1			1		1	C	50.0
235TAN002	Tanque de almacenamiento y distribución de silicato			1			1		1	C	50.0

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXVI. Criticidad del área de mezclas

		INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN			GRADO DE MANTENIBILIDAD			EXISTE ALGUN EQUIPO DE BACK-UP/ES EL EQUIPO REEMPLAZO		Criticidad de manito nueva	Suma Criticidad
		Paro Inmediato	Paro > 24 hrs.	Paro <= 24 hrs.	Alto	Medio	Bajo	SI	NO		
<b>EQUIPOS MEZCLAS</b>											
236FIL001	Filtro de manga de sulfato		1				1		1	B	125.0
236FIL002	Filtro de mangas carbonato de sodio		1				1		1	B	125.0
236FIL003	Filtro de manga de s.t.p.p		1				1		1	B	125.0
236FIL004	Filtro de mangas de aditivos		1				1		1	B	125.0
236MOT001	Motor eléctrico ventilador de filtros mangas (62k10m)		1				1		1	B	125.0
236MOT002	Motor eléctrico ventilador de filtros mangas (62k1m)		1				1		1	B	125.0
236MRE001	Motorreductor de mezclador M2		1			1			1	A	175.0
236MRE002	Motorreductor tanque mezclador de granza m1		1			1			1	B	125.0
236MRE003	Motorreductor subitomo para mezclador de base			1			1		1	C	50.0
236MRE004	Motorreductor mezclador m3		1				1		1	B	125.0
236MXR001	Mezclador de granza m1		1				1		1	B	125.0
236MXR002	Mezclador agitador m2		1			1			1	A	175.0
236MXR003	Tanque mezclador m3			1			1		1	C	50.0
236MXR004	Mezclador de base para detergente mesanini			1			1		1	C	50.0
236PAE001	Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga	1			1				1	A	300.0
236PAE002	Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga	1			1				1	A	300.0
236PAE003	Panel eléctrico de potencia área de mezclas	1			1				1	A	300.0
236PAE004	Panel eléctrico de potencia área de mezclas	1			1				1	A	300.0
236SIL001	Silo de sulfato de sodio			1			1		1	C	50.0
236SIL002	Silo de carbonato de sodio			1			1		1	C	50.0
236SIL003	Silo de s.t.p.p			1			1		1	C	50.0
236SIL004	Silo de aditivos s.t.p.p. menores			1			1		1	C	50.0
236VEN001	Ventilador de filtro de manga (62k10)		1				1		1	B	125.0
236VEN002	Ventilador de filtros de manga (62k1)		1				1		1	B	125.0

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



Tabla LXVII. Criticidad del área de post adición

		INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN			GRADO DE MANTENIBILIDAD			EXISTE ALGUN EQUIPO DE BACK-UP/ES EL EQUIPO REEMPLAZO		Criticidad de mannto nueva	Suma Criticidad
		Paro Inmediato	Paro > 24 hrs.	Paro <= 24 hrs.	Alto	Medio	Bajo	SI	NO		
<b>EQUIPOS SECADO</b>											
238AL001	Anillo de limpieza torre detergente (64w3w)			1			1		1	C	50.0
238BOM001	Bomba de tanque de gas			1			1	1		C	0.0
238BOM002	Bomba de tanque Diesel			1			1	1		C	0.0
238BOM003	Bomba de tanque de bunker			1			1	1		C	0.0
238CIC001	Ciclón de secado		1						1	B	125.0
238CSE001	Cono de torre de secado (64at1)		1						1	B	125.0
238HOC001	Horno del quemador	1				1			1	A	250.0
238MOT001	Motor de bomba tanque de gas			1			1	1		C	0.0
238MOT002	Motor de bomba tanque Diesel			1			1	1		C	0.0
238MOT003	Motor de bomba tanque de bunker			1			1	1		C	0.0
238MOT004	Motor de ventilador de quemador de horno (64k1m)	1						1		A	200.0
238MOT005	Motor eléctrico de ventilador de dilución (64k2m)	1						1		A	200.0
238MOT006	Motor eléctrico de ventilador (64k4m)			1			1		1	D	50.0
238MOT007	Motor del ventilador de vacío (64k3m)	1					1		1	A	200.0
238PAE001	Panel eléctrico de potencia	1			1					A	300.0
238PAE002	Panel eléctrico de potencia	1			1					A	300.0
238PAE003	Panel eléctrico de potencia	1			1					A	300.0
238PAE004	Panel eléctrico de potencia	1			1					A	300.0
238QMD001	Quemador de horno (64h1)	1				1			1	A	250.0
238TAN001	Tanque de gas 100 libras			1			1	1		C	0.0
238TAN002	Tanque de diesel			1			1	1		C	0.0
238TAN003	Tanque de bunker			1			1	1		D	0.0
238VEN001	Ventilador de quemador (64k1) de combustión	1				1			1	A	250.0
238VEN002	Ventilador aire de dilución del horno torre secado (64k2)	1				1			1	A	250.0
238VEN003	Ventilador de vacío torre de secado (64k3)	1				1			1	A	250.0
238VEN004	Ventilador de secado (64k4)	1				1			1	A	250.0
238WIN001	Wincher para el anillo de limpieza			1			1		1	C	50.0

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXVIII. Criticidad del área de secado

		INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN			GRADO DE MANTENIBILIDAD			EXISTE ALGUN EQUIPO DE BACK-UP/ES EL EQUIPO REEMPLAZO		Criticidad de mannto nueva	Suma Criticidad
		Paro Inmediato	Paro > 24 hrs.	Paro <= 24 hrs.	Alto	Medio	Bajo	SI	NO		
<b>EQUIPOS POST ADICION</b>											
237BOM001	Bomba de perfume (65p1b)			1			1	1		C	0.0
237BOM002	Bomba de perfume (65p1a)			1			1	1		C	0.0
237BTP001	Banda pesadora de soda (65wg2)		1						1	B	125.0
237BTP002	Banda pesadora y dosificadora de sulfato (65wg9)	1					1		1	A	200.0
237BTP003	Banda pesadora y dosificadora (65wg10)		1				1		1	B	125.0
237BTP004	Banda pesadora y dosificadora (65wg12)	1					1		1	A	200.0
237BTP005	Banda transportadora (65n3)	1					1		1	A	200.0
237BTP006	Banda transportadora (65n2a)			1			1		1	D	50.0
237BTP007	Banda transportadora (65n2b)			1			1		1	C	50.0
237BTP008	Banda transportadora detergente (65n2c)			1			1		1	C	50.0
237CIC001	Ciclón de post addition			1					1	C	50.0
237MOT001	Motor eléctrico de banda transportadora 65n2C-2			1			1		1	C	50.0
237MOT002	Motor de banda colector (65n3m)	1					1		1	A	200.0
237MRE001	Motorreductor de banda transportadora (65n2am)			1			1		1	C	50.0
237MRE002	Motorreductor de banda transportadora (65n2bm)			1			1		1	C	50.0
237MRE003	Motorreductor de banda pesadora (65wg2m)			1			1		1	C	50.0
237MRE004	Motorreductor de banda pesadora (65wg9m)	1					1		1	A	200.0
237MRE005	Motorreductor de banda pesadora (65wg10m)			1			1		1	D	50.0
237MRE006	Motorreductor de banda pesadora de grano base (65wg12m)	1					1		1	A	200.0
237MRE007	Motorreductor de mezclador rotativa (65mx1m) tambor rotativo	1					1		1	A	200.0
237MXR001	Mezclador rotativo (65mx1)	1				1			1	A	250.0
237PAE001	Panel eléctrico operacional de banda wg12	1							1	A	300.0
237PAE002	Panel eléctrico operacional de banda wg9	1							1	A	300.0
237PAE003	Panel eléctrico operacional de banda wg2	1			1				1	A	300.0
237PAE004	Panel eléctrico operacional de banda wg10	1			1				1	A	300.0
237SIL001	Silo de almacenamiento de enzimas (65v3)			1			1		1	C	50.0
237SIL002	Silo de almacenamiento de laudrosil (65v4)			1			1		1	C	50.0
237SIL003	Silo de carga de post addition (65v9)			1			1		1	C	50.0
237SIL004	Silo de almacenamiento de soda 65v2			1			1		1	C	50.0
237SIL005	Silo de almacenamiento de sulfato 65v11			1			1		1	C	50.0
237TAN001	Tanque de perfume 1			1			1		1	C	50.0
237TAN002	Tanque de perfume 2			1			1		1	C	50.0

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXIX. Criticidad del área de tolvas de empaque

	INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN			GRADO DE MANTENIBILIDAD			EXISTE ALGUN EQUIPO DE BACK-UP/ES EL EQUIPO REEMPLAZO		Criticidad de mantto nueva	Suma Criticidad
	Paro Inmediato	Paro > 24 hrs.	Paro <= 24 hrs.	Alto	Medio	Bajo	SI	NO		
<b>EQUIPOS SILOS DE EMPAQUE</b>										
239BTP001	Banda transportadora de distribución L1	1				1		1	A	200.0
239BTP002	Banda transportadora de distribución L 2	1				1		1	A	200.0
239BTP003	Banda transportadora de distribución L3	1				1		1	A	200.0
239BTP004	Banda transportadora de distribución L4	1				1		1	A	200.0
239MRE001	Motorreductor de banda de L1	1				1		1	A	200.0
239MRE002	Motorreductor de banda de L2	1				1		1	A	200.0
239MRE003	Motorreductor de banda de L3	1				1		1	A	200.0
239MRE004	Motorreductor de banda de L4	1				1		1	A	200.0
239PAE001	Panel eléctrico operacional automático	1		1				1	A	300.0
239PAE002	Panel eléctrico operacional manual	1		1				1	A	300.0
239SIL001	Silo de almacenamiento detergente terminado (tolva)		1			1		1	C	50.0
239SIL002	Silo de almacenamiento detergente terminado (tolva)		1			1		1	C	50.0
239SIL003	Silo de almacenamiento detergente terminado (tolva)		1			1		1	C	50.0
239SIL004	Silo de almacenamiento detergente terminado (tolva)		1			1		1	C	50.0
239SIL005	Silo de almacenamiento detergente terminado (tolva)		1			1		1	C	50.0
239SIL006	Silo de almacenamiento detergente terminado (tolva)		1			1		1	C	50.0
239SIL007	Silo de almacenamiento detergente terminado (tolva)		1			1		1	C	50.0
239SIL008	Silo de almacenamiento detergente terminado (tolva)		1			1		1	C	50.0
239SIL009	Silo de almacenamiento detergente terminado (tolva)		1			1		1	C	50.0
239SIL010	Silo de almacenamiento detergente terminado (tolva)		1			1		1	C	50.0

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXX. Criticidad del área de empaque.

		INCIDENCIA SOBRE LA PRODUCCIÓN			GRADO DE MANTENIBILIDAD			EXISTE ALGUN EQUIPO DE BACK-UP/ES EL EQUIPO REEMPLAZO		Criticidad de manito nueva	Suma Criticidad
		Paro Inmediato	Paro > 24 hrs.	Paro <= 24 hrs.	Alto	Medio	Bajo	SI	NO		
<b>EQUIPOS EMPAQUE</b>											
240LLE001	Maquina empacadora masipack111 vs400 mxcp003		1			1		1		A	175.0
240LLE002	Maquina empacadora masipack211 vs400 mxcp003		1			1		1		A	175.0
240LLE003	Maquina empacadora masipack311 vs300 mxcp004		1			1		1		A	175.0
240LLE004	Maquina empacadora masipack411 vs300 mxcp004		1			1		1		A	175.0
240LLE005	Maquina empacadora masipack511 vs250 mxcp004		1			1		1		A	175.0
240LLE006	Maquina empacadora masipack612 vs400 mxcp003		1			1		1		A	175.0
240LLE007	Maquina empacadora masipack712 vs400 mxcp003		1			1		1		A	175.0
240LLE008	Maquina empacadora masipack812 vs250 torn. Dosificador		1			1		1		A	175.0
240LLE009	Maquina empacadora masipack912 vs250 torn. Dosificador		1			1		1		A	175.0
240LLE010	Maquina empacadora masipack1012 vs250 torn. Dosificador		1			1		1		A	175.0
240LLE011	Maquina empacadora masipack1113 vs300 mxcp004		1			1		1		A	175.0
240LLE012	Maquina empacadora masipack1213 vs300 mxcp004		1			1		1		A	175.0
240LLE013	Maquina empacadora masipack1313 vs250 torn. Dosificador		1			1		1		A	175.0
240LLE014	Maquina empacadora masipack1413 vs250 torn. Dosificador		1			1		1		A	175.0
240LLE015	Maquina empacadora masipack1514 vs250 torn. Dosificador		1			1		1		A	175.0
240LLE016	Maquina empacadora masipack1614 vs250 torn. Dosificador		1			1		1		A	175.0
240LLE017	Maquina empacadora masipack1714 vs250 torn. Dosificador		1			1		1		A	175.0
240LLE018	Maquina empacadora masipack1814 vs250 torn. Dosificador		1			1		1		A	175.0
240ENF001	Maquina enfardadora		1			1		1		A	175.0
240ENF002	Maquina enfardadora		1			1		1		A	175.0
240BTP001	Banda transportadora principal linea #1	1				1		1		A	250.0
240BTP002	Banda transportadora principal linea # 2	1				1		1		A	250.0
240BTP003	Banda transportadora principal linea # 3	1				1		1		A	250.0
240BTP004	Banda transportadora principal linea # 4	1				1		1		A	250.0
240BTP005	Banda transportadora tipo z para producto de linea 1			1		1		1		B	100.0
240BTP006	Banda transportadora lineal Paralela a linea 1			1		1		1		B	100.0
240BTP007	Banda transportador curva 1 para producto de linea 1			1		1		1		B	100.0
240BTP008	Banda transportadora lineal paralela a las 4 lineas			1		1		1		B	100.0
240BTP009	Banda transportador curva 1			1		1		1		B	100.0
240BTP010	Banda transportador inclinada hacia el túnel			1		1		1		B	100.0
240BTP011	Banda transportador curva			1		1		1		B	100.0
240BTP012	Banda transportadora inclinada sobre base y barra			1		1		1		B	100.0
240BTP013	Banda transportadora en túnel			1		1		1		B	100.0
240BTP014	Banda transportadora inclinada en cd			1		1		1		B	100.0
240BTP015	Banda transportadora curva en cd			1		1		1		B	100.0
240BTP016	Banda transportadora lineal cd			1		1		1		B	100.0
240BTP017	Banda transportador pequeña inclinada			1		1		1		B	100.0
240BTP018	Banda transportadora tipo z			1		1		1		B	100.0
240BTP019	Banda transportadora lineal			1		1		1		B	100.0
240BTP020	Banda transportadora tipo z			1		1		1		B	100.0
240BTP021	Banda transportador pequeña inclinada			1		1		1		B	100.0
240BTP022	Banda transportador pequeña lineal			1		1		1		B	100.0
240BTP023	Banda transportador pequeña lineal			1		1		1		B	100.0
240BTP024	Banda transportadora grande inclinada			1		1		1		B	100.0
240BTP025	Banda transportadora lineal de enfardadora			1		1		1		B	100.0
240BTP026	Banda transportador inclinada de enfardadora			1		1		1		B	100.0
240BTP027	Banda transportador inclinada			1		1		1		B	100.0
240BTP028	Banda transportador pequeña lineal			1		1		1		B	100.0
240BTP029	Banda transportador pequeña lineal			1		1		1		B	100.0
240BTP030	Banda transportadora grande inclinada			1		1		1		B	100.0
240BTP031	Banda transportadora lineal de enfardadora			1		1		1		B	100.0
240BTP032	Banda transportador inclinada de enfardadora			1		1		1		B	100.0
240MRE001	Motorreductor de transportador principal linea 1	1				1		1		A	200.0
240MRE002	Motorreductor de transportador principal linea 2	1				1		1		A	200.0
240MRE003	Motorreductor de transportador principal linea 3	1				1		1		A	200.0
240MRE004	Motorreductor de trasportadora principal linea 4	1				1		1		A	200.0
240MRE005	Motorreductor de banda trasportadora tipo z	1				1		1		A	200.0
240MRE006	Motorreductor de banda transportadora l1	1				1		1		A	200.0
240MRE007	Motorreductor de banda transportadora curva de linea 1	1				1		1		A	200.0
240MRE008	Motorreductor de banda para producto de linea 1,2,3 y 4	1				1		1		A	200.0
240MRE009	Motorreductor de banda curva 1	1				1		1		A	200.0
240MRE010	Motorreductor de banda de producto hacia túnel	1				1		1		A	200.0
240MRE011	Motorreductor de banda transportadora curva	1				1		1		A	200.0
240MRE012	Motorreductor de banda inclinada sobre base y barra	1				1		1		A	200.0
240MRE013	Motorreductor de banda en túnel	1				1		1		A	200.0
240MRE014	Motorreductor de banda transportadora inclinada cd	1				1		1		A	200.0
240MRE015	Motorreductor de banda transportadora curva cd	1				1		1		A	200.0
240MRE016	Motorreductor de banda transportadora lineal cd	1				1		1		A	200.0
240MRE017	Motorreductor de banda trasportadora empaque manual	1				1		1		A	200.0
240MRE018	Motorreductor de banda transportadora tipo z	1				1		1		A	200.0
240MRE019	Motorreductor de transportador lineal	1				1		1		A	200.0
240MRE020	Motorreductor de transportador tipo z	1				1		1		A	200.0
240MRE021	Motorreductor de transportador pequeña inclinada	1				1		1		A	200.0
240MRE022	Motorreductor de transportador pequeña lineal	1				1		1		A	200.0
240MRE023	Motorreductor de transportador pequeña lineal	1				1		1		A	200.0
240MRE024	Motorreductor de transportador grande inclinada	1				1		1		A	200.0
240MRE025	Motorreductor de transportador de enfardadora	1				1		1		A	200.0
240MRE026	Motorreductor de transportador de enfardadora	1				1		1		A	200.0
240MRE027	Motorreductor de banda inclinada	1				1		1		A	200.0
240MRE028	Motorreductor de banda inclinada debajo de la banda curva	1				1		1		A	200.0
240MRE029	Motorreductor de banda pequeña lineal	1				1		1		A	200.0
240MRE030	Motorreductor de banda grande inclinada	1				1		1		A	200.0
240MRE031	Motorreductor de banda inclinada	1				1		1		A	200.0
240MRE032	Motorreductor de banda enfardadora	1				1		1		A	200.0

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

#### 2.2.2.4. Jerarquía

Se propone la jerarquía de los equipos de la planta, bajo los siguientes criterios de clasificación:

- Equipos principales: son los encargados de realizar una función en específico para la producción.
- Equipos secundarios: son utilizados para poner a funcionar los equipos principales, en su mayoría son motores o motorreductores.
- Equipos independientes: en su mayoría son los paneles eléctricos, tolvas, ciclones o equipos que son neumáticos, los cuales no necesitan de otros equipos para funcionar.

La jerarquía de los equipos se presenta a continuación de la tabla LXXI.

Tabla LXXI. **Jerarquía de equipos por área**

<b>JERARQUÍA</b>	<b>EQUIPOS DE BOMBAS</b>	
Principal	231BOM001	Bomba centrífuga molino del deareador A
Secundario	231MOT005	Motor de bomba molino deareador A
Principal	231BOM002	Bomba centrífuga molino B
Secundario	231MOT006	Motor de bomba molino B
Principal	231TAN001	Tanque de agua de reproceso
Secundario	231BOM003	Bomba de agua de reproceso
Secundario	231MOT007	Motor de bomba de agua de reproceso
Principal	231TAN002	Tanque de agua limpia
Secundario	231BOM004	Bomba de agua limpia
Secundario	231MOT008	Motor de bomba de agua limpia

Continuación de la tabla LXXI.

Principal	231BOM005	Bomba de agua de enfriamiento
Secundario	231MOT009	Motor de bomba de agua de enfriamiento
Principal	231BOM006	Bomba de alta presión A
Secundario	231MOT010	Motor de bomba de alta presión A
Principal	231BOM007	Bomba de alta presión B
Secundario	231MOT011	Motor de bomba de alta presión B
Principal	231FIL001	Filtro gemelo A
Secundario	231MOT001	Motor del filtro gemelo A
Secundario	231MXR001	Mezclador de filtro gemelo A
Principal	231FIL002	Filtro gemelo B
Secundario	231MOT002	Motor del filtro gemelo B
Secundario	231MXR002	Mezclador de filtro gemelo B
Principal	231MOL001	Molino pulverizador A
Secundario	231MOT003	Motor del molino pulverizador A
Principal	231MOL002	Molino pulverizador B
Secundario	231MOT004	Motor del molino pulverizador B
Independiente	231PAE001	Panel eléctrico de potencia área de bombas
Independiente	231PAE002	Panel eléctrico de potencia área de bombas
Independiente	231PAE003	Panel eléctrico de control
Independiente	231FIL003	Filtro magnético A
Independiente	231FIL004	Filtro magnético B
<b>JERARQUÍA</b>	<b>EQUIPOS DE BASE DETERGENTE</b>	
Principal	232MXR001	Mezclador-agitador de tanque de base 1
Secundario	232MRE001	Motorreductor de mezclador 1
Principal	232MXR002	Mezclador-agitador de tanque de base 2
Secundario	232MRE002	Motorreductor de mezclador 2
Independiente	232PAE001	Panel eléctrico de control

Continuación de la tabla LXXI.

Independiente	232TAN001	Tanque de sulfónico número 1
Independiente	232TAN002	Tanque de sulfónico número 2
Independiente	232BOM001	Bomba neumática yamada 1
Independiente	232BOM002	Bomba neumática yamada 2
<b>JERARQUÍA</b>	<b>EQUIPOS CUARTO COMPRESORES</b>	
Principal	233COA001	Compresor de aire A
Secundario	233MOT001	Motor de compresor A
Secundario	233TAN001	Tanque-reservorio de presión A
Principal	233COA002	Compresor de aire B
Secundario	233MOT002	Motor de compresor B
Secundario	233TAN002	Tanque-reservorio de presión B
Independiente	233PAE001	Panel eléctrico operacional
Independiente	233FIL001	Filtro de aire A
Independiente	233FIL002	Filtro de aire B
<b>JERARQUÍA</b>	<b>EQUIPOS TRANSPORTE NEUMÁTICO</b>	
Principal	234COA001	Compresor aire transporte neumático estación A
Secundario	234MOT001	Motor de compresor estación A
Principal	234COA002	Compresor de aire transporte neumático estación B
Secundario	234MOT002	Motor de compresor estación B
Principal	234FIL001	Filtro manga de transporte neumático estación A
Secundario	234VEN001	Ventilador de filtro manga estación A
Principal	234FIL002	Filtro manga de transporte neumático estación B
Secundario	234VEN002	Ventilador de filtro manga estación b

Continuación de la tabla LXXI.

Principal	234SIL001	Silo estación A
Secundario	234POW001	Polipasto de transporte neumático estación A
Secundario	234DFM001	Tornillo dosificador de materia prima estación A
Secundario	234MOT003	Motor de tornillo dosificador A
Secundario	234ROT001	Rotocelda estación A
Secundario	234MOT005	Motor de rotocelda estación A
Principal	234SIL002	Silo estación B
Secundario	234POW002	Polipasto de transporte neumático estación B
Secundario	234DFM002	Tornillo dosificador de materia prima estación B
Secundario	234MOT004	Motor de tornillo dosificador B
Secundario	234ROT002	Rotocelda estación B
Secundario	234MOT006	Motor de rotocelda estación B
Independiente	234PAE001	Panel eléctrico de potencia estación A/B
Independiente	234PAE002	Panel eléctrico de potencia estación A/B
Independiente	234PAE003	Panel eléctrico de potencia estación A/B
Independiente	234PAE004	Panel eléctrico de potencia estación A/B
Independiente	234PAE005	Panel eléctrico de filtro manga estación A
Independiente	234PAE006	Panel eléctrico de filtro manga estación B
<b>JERARQUÍA</b>	<b>EQUIPOS SILICATO</b>	
Principal	235AUT001	Autoclave # 1
Secundario	235POW001	Puente grúa de silicato 1
Independiente	235AUT002	Autoclave # 2
Principal	235AUT003	Autoclave # 3
Secundario	235POW002	Puente grúa de silicato 2
Independiente	235AUT004	Autoclave # 4
Principal	235TAN001	Tanque de agua caliente
Secundario	235BOM001	Bomba de agua caliente
Secundario	235MOT001	Motor de bomba de agua caliente
Principal	235BOM002	Bomba roper silicato 1
Secundario	235MOT002	Motor de bomba de silicato # 1

Continuación de la tabla LXXI.

Principal	235BOM003	Bomba roper silicato 2
Secundario	235MOT003	Motor de bomba de silicato #2
Independiente	235CIC001	Ciclón de sistema para recuperación de vapor
Independiente	235MNF001	Manifold distribuidor de vapor para autoclave 1 y 2
Independiente	235MNF002	Manifold distribuidor de vapor para autoclave 3 y 4
Independiente	235TAN002	Tanque de almacenamiento y distribución de silicato
<b>JERARQUÍA</b>	<b>EQUIPOS MEZCLAS</b>	
Principal	236FIL001	Filtro de manga de sulfato
Secundario	236SIL001	Silo de sulfato de sodio
Principal	236FIL002	Filtro de mangas carbonato de sodio
Secundario	236SIL002	Silo de carbonato de sodio
Principal	236FIL003	Filtro de manga de s.t.p.p
Secundario	236SIL003	Silo de s.t.p.p
Principal	236FIL004	Filtro de mangas de aditivos
Secundario	236SIL004	Silo de aditivos s.t.p.p. menores
Principal	236MXR001	Mezclador de granza m1
Secundario	236MRE002	Motorreductor tanque mezclador de granza m1
Principal	236MXR002	Mezclador agitador m2
Secundario	236MRE001	Motorreductor de mezclador agitador M2
Principal	236MXR003	Tanque mezclador m3
Secundario	236MRE004	Motorreductor mezclador m3
Principal	236MXR004	Mezclador de base para detergente mezzanine
Secundario	236MRE003	Motorreductor subitomo para mezclador de base
Principal	236VEN001	Ventilador de filtro de manga (62k10)
Secundario	236MOT001	Motor eléctrico ventilador de filtros mangas
Principal	236VEN002	Ventilador de filtros de manga (62k1)
Secundario	236MOT002	Motor eléctrico ventilador de filtros mangas
Independiente	236PAE001	Panel eléctrico operacional de filtro manga
Independiente	236PAE002	Panel eléctrico operacional de filtro manga



Continuación de la tabla LXXI.

Independiente	236PAE003	Panel eléctrico de potencia área de mezclas
Independiente	236PAE004	Panel eléctrico de potencia área de mezclas
<b>JERARQUÍA</b>	<b>EQUIPOS POST ADICIÓN</b>	
Principal	237BTP001	Banda pesadora de soda (65wg2)
Secundario	237MRE003	Motorreductor de banda pesadora (65wg2m)
Secundario	237PAE003	Panel eléctrico operacional de banda wg2
Principal	237BTP002	Banda pesadora y dosificadora de sulfato (65wg9)
Secundario	237MRE004	Motorreductor de banda pesadora (65wg9m)
Secundario	237PAE002	Panel eléctrico operacional de banda wg9
Principal	237BTP003	Banda pesadora y dosificadora (65wg10)
Secundario	237MRE005	Motorreductor de banda pesadora (65wg10m)
Secundario	237PAE004	Panel eléctrico operacional de banda wg10
Principal	237BTP004	Banda pesadora y dosificadora (65wg12)
Secundario	237MRE006	Motorreductor de banda pesadora de granulo base (65wg12m)
Secundario	237PAE001	Panel eléctrico operacional de banda wg12
Principal	237BTP005	Banda transportadora (65n3)
Secundario	237MOT002	Motor de banda colectora (65n3m)
Principal	237BTP006	Banda transportadora (65n2a)
Secundario	237MRE001	Motorreductor de banda transportadora (65n2am)
Principal	237BTP007	Banda transportadora (65n2b)
Secundario	237MRE002	Motorreductor de banda transportadora (65n2bm)
Principal	237BTP008	Banda transportadora detergente (65n2c)
Secundario	237MOT001	Motor eléctrico de banda transportadora 65n2C-2
Principal	237TAN001	Tanque de perfume 1
Secundario	237BOM001	Bomba de perfume (65p1b)
Principal	237TAN002	Tanque de perfume 2
Secundario	237BOM002	Bomba de perfume (65p1a)
Principal	237MXR001	Mezclador rotativo (65mx1)
Secundario	237MRE007	Motorreductor de mezclador rotativa tambor rotativo

Continuación de la tabla LXXI.

Independiente	237SIL001	Silo de almacenamiento de enzimas (65v3)
Independiente	237SIL002	Silo de almacenamiento de laundrosil (65v4)
Independiente	237SIL003	Silo de carga de post addition (65v9)
Independiente	237SIL004	Silo de almacenamiento de soda 65v2
Independiente	237SIL005	Silo de almacenamiento de sulfato 65v11
Independiente	237CIC001	Ciclón de post addition
<b>JERARQUÍA</b>	<b>EQUIPOS SECADO</b>	
Principal	238ALI001	Anillo de limpieza torre detergente (64w3w)
Secundario	238WIN001	Wincher para el anillo de limpieza
Principal	238TAN001	Tanque de gas 100 libras
Secundario	238BOM001	Bomba de tanque de gas
Secundario	238MOT001	Motor de bomba tanque de gas
Principal	238TAN002	Tanque de diesel
Secundario	238BOM002	Bomba de tanque Diesel
Secundario	238MOT002	Motor de bomba tanque Diesel
Principal	238TAN003	Tanque de bunker
Secundario	238BOM003	Bomba de tanque de bunker
Secundario	238MOT003	Motor de bomba tanque de bunker
Principal	238HOC001	Horno del quemador
Secundario	238QMD001	Quemador de horno (64h1)
Principal	238VEN001	Ventilador de quemador (64k1) de combustión
Secundario	238MOT004	Motor de ventilador de quemador de horno (64k1m)
Principal	238VEN002	Ventilador aire de dilución del horno torre secado (64k2)
Secundario	238MOT005	Motor eléctrico de ventilador de dilución (64k2m)
Principal	238VEN003	Ventilador de vacío torre de secado (64k3)
Secundario	238MOT007	Motor del ventilador de vacío (64k3m)
Principal	238VEN004	Ventilador de secado (64k4)
Secundario	238MOT006	Motor eléctrico de ventilador (64k4m)
Independiente	238PAE001	Panel eléctrico de potencia
Independiente	238PAE002	Panel eléctrico de potencia

Continuación de la tabla LXXI.

Independiente	238PAE003	Panel eléctrico de potencia
Independiente	238PAE004	Panel eléctrico de potencia
Independiente	238CIC001	Ciclón de secado
Independiente	238CSE001	Cono de torre de secado (64at1)
<b>JERARQUÍA</b>	<b>EQUIPOS DE TOLVAS DE EMPAQUE</b>	
Principal	239BTP001	Banda transportadora de distribución L1
Secundario	239MRE001	Motorreductor de banda de L1
Principal	239BTP002	Banda transportadora de distribución L 2
Secundario	239MRE002	Motorreductor de banda de L2
Principal	239BTP003	Banda transportadora de distribución L3
Secundario	239MRE003	Motorreductor de banda de L3
Principal	239BTP004	Banda transportadora de distribución L4
Secundario	239MRE004	Motorreductor de banda de L4
Independiente	239PAE001	Panel eléctrico operacional automático
Independiente	239PAE002	Panel eléctrico operacional manual
Independiente	239TOL001	Tolva de almacenamiento detergente terminado
Independiente	239TOL002	Tolva de almacenamiento detergente terminado
Independiente	239TOL003	Tolva de almacenamiento detergente terminado
Independiente	239TOL004	Tolva de almacenamiento detergente terminado
Independiente	239TOL005	Tolva de almacenamiento detergente terminado
Independiente	239TOL006	Tolva de almacenamiento detergente terminado
Independiente	239TOL007	Tolva de almacenamiento detergente terminado
Independiente	239TOL008	Tolva de almacenamiento detergente terminado
Independiente	239TOL009	Tolva de almacenamiento detergente terminado
Independiente	239TOL010	Tolva de almacenamiento detergente terminado
<b>JERARQUÍA</b>	<b>EQUIPOS EMPAQUE</b>	
Principal	240BTP001	Banda transportadora principal línea #1
Secundario	240MRE001	Motorreductor de transportador principal línea 1

Continuación de la tabla LXXI.

Principal	240BTP002	Banda transportadora principal línea # 2
Secundario	240MRE002	Motorreductor de transportador principal línea 2
Principal	240BTP003	Banda transportadora principal línea # 3
Secundario	240MRE003	Motorreductor de transportador principal línea 3
Principal	240BTP004	Banda transportadora principal línea # 4
Secundario	240MRE004	Motorreductor de transportadora principal línea 4
Principal	240BTP005	Banda transportadora tipo z para producto de línea 1
Secundario	240MRE005	Motorreductor de banda transportadora tipo z Línea 1
Principal	240BTP006	Banda transportadora lineal Paralela a línea 1
Secundario	240MRE006	Motorreductor de banda transportadora Paralela a Línea 1
Principal	240BTP007	Banda transportador curva 1 para producto de línea 1
Secundario	240MRE007	Motorreductor de banda transportadora curva de línea 1
Principal	240BTP008	Banda transportadora lineal paralela a las 4 líneas
Secundario	240MRE008	Motorreductor de banda para producto de línea 1,2,3 y 4
Principal	240BTP009	Banda transportador curva 1
Secundario	240MRE009	Motorreductor de banda curva 1
Principal	240BTP010	Banda transportador inclinada hacia el túnel
Secundario	240MRE010	Motorreductor de banda de producto hacia túnel
Principal	240BTP011	Banda transportador curva
Secundario	240MRE011	Motorreductor de banda transportadora curva
Principal	240BTP012	Banda transportadora inclinada sobre base y barra
Secundario	240MRE012	Motorreductor de banda inclinada sobre base y barra
Principal	240BTP013	Banda transportadora en túnel
Secundario	240MRE013	Motorreductor de banda en túnel
Principal	240BTP014	Banda transportadora inclinada en cd
Secundario	240MRE014	Motorreductor de banda transportadora inclinada cd
Principal	240BTP015	Banda transportadora curva en cd
Secundario	240MRE015	Motorreductor de banda transportadora curva cd
Principal	240BTP016	Banda transportadora lineal cd
Secundario	240MRE016	Motorreductor de banda transportadora lineal cd

Continuación de la tabla LXXI.

Principal	240BTP017	Banda transportador pequeña inclinada
Secundario	240MRE017	Motorreductor de banda transportadora pequeña inclinada
Principal	240BTP018	Banda transportadora tipo z
Secundario	240MRE018	Motorreductor de banda transportadora tipo z
Principal	240BTP019	Banda transportadora lineal
Secundario	240MRE019	Motorreductor de transportador lineal
Principal	240BTP020	Banda transportadora tipo z
Secundario	240MRE020	Motorreductor de transportador tipo z
Principal	240BTP021	Banda transportador pequeña inclinada
Secundario	240MRE021	Motorreductor de transportador pequeña inclinada
Principal	240BTP022	Banda transportador pequeña lineal
Secundario	240MRE022	Motorreductor de transportador pequeña lineal
Principal	240BTP023	Banda transportador pequeña lineal
Secundario	240MRE023	Motorreductor de transportador pequeña lineal
Principal	240BTP024	Banda transportadora grande inclinada
Secundario	240MRE024	Motorreductor de transportador grande inclinada
Principal	240BTP025	Banda transportadora lineal de enfardadora
Secundario	240MRE025	Motorreductor de transportador de enfardadora
Principal	240BTP026	Banda transportador inclinada de enfardadora
Secundario	240MRE026	Motorreductor de transportador de enfardadora
Principal	240BTP027	Banda transportador inclinada
Secundario	240MRE027	Motorreductor de banda inclinada
Principal	240BTP028	Banda transportador pequeña lineal
Secundario	240MRE028	Motorreductor de banda pequeña lineal
Principal	240BTP029	Banda transportador pequeña lineal
Secundario	240MRE029	Motorreductor de banda pequeña lineal
Principal	240BTP030	Banda transportadora grande inclinada
Secundario	240MRE030	Motorreductor de banda grande inclinada
Principal	240BTP031	Banda transportadora lineal de enfardadora
Secundario	240MRE031	Motorreductor de banda enfardadora

Continuación de la tabla LXXI.

Principal	240BTP032	Banda transportador inclinada de enfardadora
Secundario	240MRE032	Motorreductor de banda enfardadora
Independiente	240LLE001	Máquina empacadora masipack111 vs400 mxcp003
Independiente	240LLE002	Máquina empacadora masipack211 vs400 mxcp003
Independiente	240LLE003	Máquina empacadora masipack3 l1 vs300 mxcp004
Independiente	240LLE004	Máquina empacadora masipack4 l1 vs300 mxcp004
Independiente	240LLE005	Máquina empacadora masipack5 l1 vs250 mxcp004
Independiente	240LLE006	Máquina empacadora masipack6 l2 vs400 mxcp003
Independiente	240LLE007	Máquina empacadora masipack7 l2 vs400 mxcp003
Independiente	240LLE008	Máquina empacadora masipack8 l2 vs250 torn. Dosificador
Independiente	240LLE009	Máquina empacadora masipack9 l2 vs250 torn. Dosificador
Independiente	240LLE010	Máquina empacadora masipack10 l2 vs250 torn. Dosificador
Independiente	240LLE011	Máquina empacadora masipack11 l3 vs300 mxcp004
Independiente	240LLE012	Máquina empacadora masipack12 l3 vs300 mxcp004
Independiente	240LLE013	Máquina empacadora masipack13 l3 vs250 torn. Dosificador
Independiente	240LLE014	Máquina empacadora masipack14 l3 vs250 torn. Dosificador
Independiente	240LLE015	Máquina empacadora masipack15 l4 vs250 torn. Dosificador
Independiente	240LLE016	Máquina empacadora masipack16 l4 vs250 torn. Dosificador
Independiente	240LLE017	Máquina empacadora masipack17 l4 vs250 torn. Dosificador
Independiente	240LLE018	Máquina empacadora masipack18 l4 vs250 torn. Dosificador
Independiente	240ENF001	Máquina enfardadora
Independiente	240ENF002	Máquina enfardadora

Fuente: elaboración propia realizado con Microsoft Excel.

### 2.2.2.5. Fichas técnicas

En el diagnóstico se identificó que no se tenían todas las fichas técnicas de los equipos y dentro de un plan de mantenimiento es importante que las fichas técnicas estén disponibles y contengan la información básica y técnica para

cumplir con su función. A continuación, se presentan las fichas técnicas elaboradas de algunos equipos críticos de la figura 23 a la figura 33.


Figura 23. Ficha técnica máquina llenadora

		<b>Ficha técnica del equipo</b>	
Planta detergente			
Identificación del equipo			
Código	<u>240BTP004</u>	Clase de activo	<u>LLE</u>
Descripción	<u>Máquina llenadora</u>		
Criticidad	<u>EQ-A</u>		
Datos de fábrica			
Marca	<u>Masipack</u>	País	<u>Brazil</u>
Modelo	<u>VS 300</u>		
Serie	<u>20200396</u>	Fecha instalación	<u>2020</u>
Año de fabricación	<u>2020</u>		
Características generales			
Peso	<u>NA</u>		
Altura	<u>1.80 m</u>		
Ancho	<u>1.30 m</u>		
Características técnicas			
Voltaje	<u>460</u>	Frecuencia	<u>60 Hz</u>
Amperaje	<u>9.18</u>	Capacidad	<u>7 Kva</u>
Reducción	<u>NA</u>	RPM	<u></u>
Caudal	<u>NA</u>		
Temperatura	<u>50°C</u>		
Características adicionales:	<u>máquina industrial con mecanismos neumáticos, hidráulicos, mecánicos y eléctricos.</u>		



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Figura 24. Ficha técnica del panel eléctrico operacional


Ficha técnica del equipo					
		<p>Planta detergente</p>			
Identificación del equipo					
Código	<u>239PAE001</u>	Clase de activo	<u>PEO</u>		
Descripción	<u>Panel eléctrico operacional</u>				
Críticidad	<u>EQ-A</u>				
Datos de fábrica					
Marca	<u>Electrix</u>	País	<u>Guatemala</u>		
Modelo	<u>NEMA1</u>				
Serie	<u>NA</u>	Fecha instalación	<u>2018</u>		
Año de fabricación	<u>2018</u>				
Características generales					
Peso	<u>NA</u>				
Altura	<u>0.75 m</u>				
Ancho	<u>0.50 m</u>				
Características técnicas					
Voltaje	<u>600 V</u>	Frecuencia	<u>60 Hz</u>	Caudal	<u>NA</u>
Amperaje	<u>225-4000 A</u>	Capacidad	<u>NA</u>	Temperatura	<u>NA</u>
Reducción	<u>NA</u>	RPM	<u>NA</u>		
Características adicionales:	<u>panel eléctrico operacional para uso industrial.</u>				



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.




Figura 25. Ficha técnica de la bomba de agua de enfriamiento

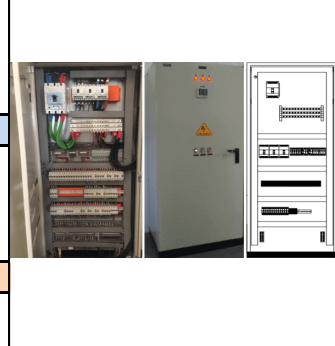
		<b>Ficha técnica del equipo</b>	
Planta detergente			
Identificación del equipo			
Código	<u>231BOM005</u>	Clase de activo	<u>BCF</u>
Descripción	<u>Bomba de agua de enfriamiento</u>		
Criticidad	<u>EQ-A</u>		
Datos de fábrica			
Marca	<u>ABB</u>	País	<u>Guatemala</u>
Modelo	<u>NA</u>		
Serie	<u>315699852</u>	Fecha instalación	<u>2019</u>
Año de fabricación	<u>2018</u>		
Características generales			
Peso	<u>NA</u>		
Altura	<u>0.30 m</u>		
Ancho	<u>0.50 m</u>		
Características técnicas			
Voltaje	<u>230/460 V</u>	Frecuencia	<u>60 Hz</u>
Amperaje	<u>13.14/6.71</u>	Capacidad	<u>3.7kw / 5HP</u>
Reducción	<u>NA</u>	RPM	<u>NA</u>
Caudal	<u>NA</u>		
Temperatura	<u>NA</u>		
Características adicionales:	<u>bomba centrífuga de criticidad alta, utilizada para el enfriamiento de las bombas del área.</u>		



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.


Figura 26. Ficha técnica del panel eléctrico de potencia


		Ficha técnica del equipo	
Planta detergente			
Identificación del equipo			
Código	<u>238PAE001</u>	Clase de activo	<u>PEP</u>
Descripción	<u>Panel eléctrico de potencia</u>		
Criticidad	<u>EQ-A</u>		
Datos de fábrica			
Marca	<u>Electrix</u>	País	<u>Guatemala</u>
Modelo	<u>NEMA12</u>		
Serie	<u>NA</u>	Fecha instalación	<u>2016</u>
Año de fabricación	<u>2016</u>		
Características generales			
Peso	<u>NA</u>		
Altura	<u>1.80 m</u>		
Ancho	<u>0.90 m</u>		
Características técnicas			
Voltaje	<u>700 V</u>	Frecuencia	<u>60 Hz</u>
Amperaje	<u>300-7000 A</u>	Capacidad	<u>7000 A</u>
Reducción	<u>NA</u>	RPM	<u>NA</u>
Caudal <u>NA</u>			
Temperatura <u>NA</u>			
Características adicionales: <u>panel eléctrico de potencia de grandes descargas, utilizado para</u>			
<u>suministrar voltaje a paneles eléctricos operacionales.</u>			



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Figura 27. Ficha técnica del motorreductor del mezclador M2

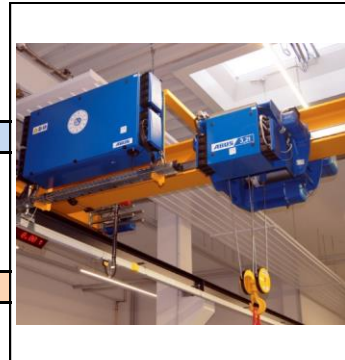
			
<b>Ficha técnica del equipo</b>			
Planta detergente			
Identificación del equipo			
Código	<u>236MRE001</u>	Clase de activo	<u>MRE</u>
Descripción	<u>Motorreductor de mezclador M2</u>		
Criticidad	<u>EQ-A</u>		
Datos de fábrica			
Marca	<u>ABB</u>	País	<u>Guatemala</u>
Modelo	<u>M38P</u>		
Serie	<u>104535-5</u>	Fecha instalación	<u>2019</u>
Año de fabricación	<u>2018</u>		
Características generales			
Peso	<u>NA</u>		
Altura	<u>0.50 m</u>		
Ancho	<u>0.35 m</u>		
Características técnicas			
Voltaje	<u>460 V</u>	Frecuencia	<u>60 Hz</u>
Amperaje	<u>8.81 A</u>	Capacidad	<u>7.5 Kw</u>
Reducción	<u>NA</u>	RPM	<u>2300 RPM</u>
Caudal	<u>NA</u>		
Temperatura	<u>NA</u>		
Características adicionales:	<u>motorreductor de equipo principal mezclador M2.</u>		



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



Figura 28. Ficha técnica del puente de grúa de silicato

		<b>Ficha técnica del equipo</b>	
Planta detergente			
Identificación del equipo			
Código	<u>235POW001</u>	Clase de activo	<u>POW</u>
Descripción	<u>Puente de grúa de silicato 1</u>		
Criticidad	<u>EQ-A</u>		
Datos de fábrica			
Marca	<u>ABUS</u>	País	<u>USA</u>
Modelo	<u>ABU control</u>		
Serie	<u>NA</u>	Fecha instalación	<u>2021</u>
Año de fabricación	<u>2020</u>		
Características generales			
Peso	<u>NA</u>		
Altura	<u>0.60 m</u>		
Ancho	<u>1.20 m</u>		
Características técnicas			
Voltaje	<u>220 V</u>	Frecuencia	<u>60 Hz</u>
Amperaje	<u>3.5 A</u>	Capacidad	<u>3 toneladas</u>
Reducción	<u>NA</u>	RPM	<u>NA</u>
Caudal	<u>NA</u>		
Temperatura	<u>NA</u>		
Características adicionales:	<u>puente de grúa manipulado con control, capacidad máxima de</u>		
	<u>3 toneladas.</u>		




Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

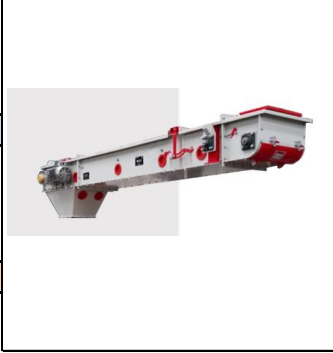
Figura 29. Ficha técnica del motorreductor del mezclador M1

Ficha técnica del equipo			
			
Planta detergente			
Identificación del equipo			
Código	<u>236MRE002</u>	Clase de activo	<u>MRE</u>
Descripción	<u>Motorreductor de mezclador M1</u>		
Criticidad	<u>EQ-A</u>		
Datos de fábrica			
Marca	<u>ABB</u>	País	<u>Guatemala</u>
Modelo	<u>M38P</u>		
Serie	<u>NA</u>	Fecha instalación	<u>2018</u>
Año de fabricación	<u>2017</u>		
			
Características generales			
Peso	<u>NA</u>		
Altura	<u>0.50 m</u>		
Ancho	<u>0.35 m</u>		
Características técnicas			
Voltaje	<u>460 V</u>	Frecuencia	<u>60 Hz</u>
Amperaje	<u>8.81 A</u>	Capacidad	<u>7.5 Kw</u>
Reducción	<u>NA</u>	RPM	<u>2300 RPM</u>
Caudal	<u>NA</u>		
Temperatura	<u>NA</u>		
Características adicionales:	<u>motorreductor de equipo principal mezclador M1.</u>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.


Figura 30. Ficha técnica de la banda pesadora de soda

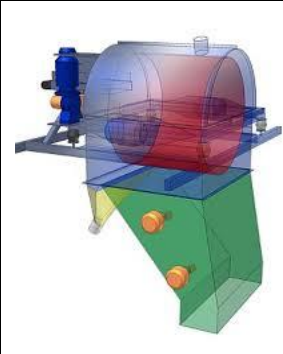
		Ficha técnica del equipo	
Planta detergente			
Identificación del equipo			
Código	<u>237BTP001</u>	Clase de activo	<u>BTP</u>
Descripción	<u>Banda transportadora de pesado</u>		
Criticidad	<u>EQ-A</u>		
Datos de fábrica			
Marca	<u>Merrick</u>	País	<u>Colombia</u>
Modelo	<u>475 EZ</u>		
Serie	<u>65wg2</u>	Fecha instalación	<u>2019</u>
Año de fabricación	<u>2018</u>		
Características generales			
Peso	<u>NA</u>		
Altura	<u>3 m</u>		
Ancho	<u>0.60 m</u>		
Características técnicas			
Voltaje	<u>0-32 mV</u>	Frecuencia	<u>60 Hz</u>
Amperaje	<u>NA</u>	Capacidad	<u>NA</u>
Reducción	<u>NA</u>	RPM	<u>NA</u>
Caudal	<u>NA</u>		
Temperatura	<u>de -40a 80°C</u>		
Características adicionales:	<u>bandas pesadoras con celdas de carga en la que indican peso en el panel.</u>		



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.


Figura 31. Ficha técnica del mezclador rotativo

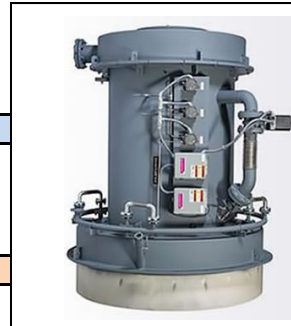
		<b>Ficha técnica del equipo</b>			
Planta detergente					
<b>Identificación del equipo</b>					
Código	<u>237MXR001</u>	Clase de activo	<u>MXR</u>		
Descripción	<u>Mezclador rotativo</u>				
Criticidad	<u>EQ-A</u>				
<b>Datos de fábrica</b>					
Marca	<u>Manfredini</u>	País	<u>Brazil</u>		
Modelo	<u>NA</u>				
Serie	<u>NA</u>	Fecha instalación	<u>2012</u>		
Año de fabricación	<u>2011</u>				
<b>Características generales</b>					
Peso	<u>NA</u>				
Altura	<u>1.80 m</u>				
Ancho	<u>1.20 m</u>				
<b>Características técnicas</b>					
Voltaje	<u>460 V</u>	Frecuencia	<u>60 Hz</u>	Caudal	<u>NA</u>
Amperaje	<u>10.5 A</u>	Capacidad	<u>NA</u>	Temperatura	<u>NA</u>
Reducción	<u>NA</u>	RPM	<u>14</u>		
Características adicionales:	<u>14 ciclos por minutos, para producto granular y utiliza un tamiz en la parte interna.</u>				



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Figura 32. Ficha técnica del quemador de horno

		Ficha técnica del equipo	
Planta detergente			
Identificación del equipo			
Código	_____	Clase de activo	_____
Descripción	_____		
Criticidad	EQ-A		
Datos de fábrica			
Marca	Weishaupt	País	España
Modelo	RMS50-/1-B		
Serie	W-D132	Fecha instalación	2018
Año de fabricación	2017		
Características generales			
Peso	248 Kg		
Altura	1.50 m		
Ancho	1.10 m		
Características técnicas			
Voltaje	400 V	Frecuencia	60 Hz
Amperaje	18-35 A	Capacidad	13.8 kw
Reducción	NA	RPM	2930
Caudal			
300 kg/h			
Temperatura			
600°C			
Características adicionales: equipo crítico utilizado para generar chispa en el horno industrial, quemador de tipo vertical. Funciona por medio de gas, bunker o diesel.			
_____			
_____			



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



Figura 33. Ficha técnica de banda transportadora

 <b>Ficha técnica del equipo</b>					
Planta detergente					
<b>Identificación del equipo</b>					
Código	<u>240BTP001</u>	Clase de activo	<u>BTP</u>		
Descripción	<u>Banda transportadora</u>				
Criticidad	<u>EQ-A</u>				
<b>Datos de fábrica</b>					
Marca	<u>Masipack</u>	País	<u>Brazil</u>		
Modelo	<u>NA</u>				
Serie	<u>NA</u>	Fecha instalación	<u>2019</u>		
Año de fabricación	<u>2019</u>				
<b>Características generales</b>					
Peso	<u>NA</u>				
Largo	<u>2.20 m</u>				
Ancho	<u>1 m</u>				
<b>Características técnicas</b>					
Voltaje	<u>220 V</u>	Frecuencia	<u>60 Hz</u>	Caudal	<u>NA</u>
Amperaje	<u>10.5 A</u>	Capacidad	<u>NA</u>	Temperatura	<u>NA</u>
Reducción	<u>NA</u>	RPM	<u>NA</u>		
Características adicionales: <u>bandas transportadoras para trasladar el producto terminado de un área a otra. Material de PVC intralox y hierro.</u>					



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

## 2.2.2.6. Frecuencias

Las frecuencias de mantenimiento se encuentran propuestas por áreas de la tabla LXXII a la tabla LXXXI, en las que indican las frecuencias de mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo menor y preventivo mayor.

Tabla LXXII. Frecuencias de mantenimiento del área de bombas

JERARQUÍA	EQUIPOS DE BOMBAS		MANTENIMIENTO PREDICTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR
			FRECUENCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA
Principal	231BOM001	Bomba centrífuga molino A	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	231MOT005	Motor de bomba molino A	Trimestral		Anual
Principal	231BOM002	Bomba centrífuga molino B	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	231MOT006	Motor de bomba molino B	Trimestral		Anual
Principal	231TAN001	Tanque de agua de reproceso	Trimestral		
Secundario	231BOM003	Bomba de agua de reproceso	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	231MOT007	Motor de bomba de agua de reproceso	Trimestral		Anual
Principal	231TAN002	Tanque de agua limpia	Trimestral		
Secundario	231BOM004	Bomba de agua limpia	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	231MOT008	Motor de bomba de agua limpia	Trimestral		Anual
Principal	231BOM005	Bomba de agua de enfriamiento	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	231MOT009	Motor de bomba de agua de enfriamiento	Trimestral		Anual
Principal	231BOM006	Bomba de alta presión A	Trimestral	Trimestral	Semestral
Secundario	231MOT010	Motor de bomba de alta presión A	Trimestral		Anual
Principal	231BOM007	Bomba de alta presión B	Trimestral	Trimestral	Semestral
Secundario	231MOT011	Motor de bomba de alta presión B	Trimestral		Anual
Principal	231FIL001	Filtro gemelo A	Trimestral		
Secundario	231MOT001	Motor del filtro gemelo A	Trimestral		Anual
Secundario	231MXR001	Mezclador de filtro gemelo A	Trimestral		
Principal	231FIL002	Filtro gemelo B	Trimestral		
Secundario	231MOT002	Motor del filtro gemelo B	Trimestral		Anual
Secundario	231MXR002	Mezclador de filtro gemelo B	Trimestral		
Principal	231MOL001	Molino pulverizador A	Trimestral		Anual
Secundario	231MOT003	Motor del molino pulverizador A	Trimestral		Anual
Principal	231MOL002	Molino pulverizador B	Trimestral		Anual
Secundario	231MOT004	Motor del molino pulverizador B	Trimestral		Anual
Independiente	231PAE001	Panel eléctrico de potencia área de bombas	Trimestral	Mensual	
Independiente	231PAE002	Panel eléctrico de potencia área de bombas	Trimestral	Mensual	
Independiente	231PAE003	Panel eléctrico de control	Trimestral	Mensual	
Independiente	231FIL003	Filtro magnético A	Trimestral	Trimestral	
Independiente	231FIL004	Filtro magnético B	Trimestral	Trimestral	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXXIII. Frecuencias de mantenimiento del área de base

JERARQUÍA	EQUIPOS DE BASE DETERGENTE		MANTENIMIENTO PREDICTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
			FRECUENCIA ▾	FRECUENCIA ▾	FRECUENCIA ▾
Principal	232MXR001	Mezclador-agitador de tanque de base 1	Trimestral		Anual
Secundario	232MRE001	Motorreductor de mezclador 1	Trimestral		Anual
Principal	232MXR002	Mezclador-agitador de tanque de base 2	Trimestral		Anual
Secundario	232MRE002	Motorreductor de mezclador 2	Trimestral		Anual
Independiente	232PAE001	Panel eléctrico de control	Trimestral	Mensual	
Independiente	232TAN001	Tanque de sulfónico número 1	Trimestral		
Independiente	232TAN002	Tanque de sulfónico número 2	Trimestral		
Independiente	232BOM001	Bomba neumática yamada 1	Trimestral	Semestral	
Independiente	232BOM002	Bomba neumática yamada 2	Trimestral	Semestral	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXXIV. Frecuencias de mantenimiento del área de compresores

JERARQUÍA	EQUIPOS CUARTO COMPRESORES		MANTENIMIENTO PREDICTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
			FRECUENCIA ▾	FRECUENCIA ▾	FRECUENCIA ▾
Principal	233COA001	Compresor de aire A	Trimestral	Trimestral	
Secundario	233MOT001	Motor de compresor A	Trimestral		Anual
Secundario	233TAN001	Tanque-reservorio de presión A	Trimestral		
Principal	233COA002	Compresor de aire B	Trimestral	Trimestral	
Secundario	233MOT002	Motor de compresor B	Trimestral		Anual
Secundario	233TAN002	Tanque-reservorio de presión B	Trimestral		
Independiente	233PAE001	Panel eléctrico operacional	Trimestral	Mensual	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXXV. Frecuencias de mantenimiento del área de transporte neumático

			MANTENIMIENTO PREDICTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR
<b>JERARQUÍA</b>	<b>EQUIPOS TRANSPORTE NEUMÁTICO</b>		FRECUENCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA
Principal	234COA001	Compresor aire transporte neumático estación A	Trimestral	Bimensual	Semestral
Secundario	234MOT001	Motor de compresor estación A	Trimestral	Bimensual	Semestral
Principal	234COA002	Compresor de aire transporte neumático estación B	Trimestral	Bimensual	Semestral
Secundario	234MOT002	Motor de compresor estación B	Trimestral	Bimensual	Semestral
Principal	234FIL001	Filtro manga de transporte neumático estación A		Mensual	2 Años
Secundario	234VEN001	Ventilador de filtro manga estación A	Trimestral	Trimestral	Anual
Principal	234FIL002	Filtro manga de transporte neumático estación B		Mensual	2 Años
Secundario	234VEN002	Ventilador de filtro manga estación b	Trimestral	Trimestral	Anual
Principal	234TOL001	Tolva estación A	Trimestral		
Secundario	234POW001	Polipasto de transporte neumático estación A	Trimestral	15 días	Semestral
Secundario	234DFM001	Tornillo dosificador de materia prima estación A	Trimestral	Bimensual	
Secundario	234MOT003	Motor de tornillo dosificador A	Trimestral		Anual
Secundario	234VLR001	Válvula rotativa estación A	Trimestral	Trimestral	
Secundario	234MOT005	Motor de válvula rotativa estación A	Trimestral		Anual
Principal	234TOL002	Tolva estación B	Trimestral		
Secundario	234POW002	Polipasto de transporte neumático estación B	Trimestral	15 días	Semestral
Secundario	234DFM002	Tornillo dosificador de materia prima estación B	Trimestral	Bimensual	
Secundario	234MOT004	Motor de tornillo dosificador B	Trimestral		Anual
Secundario	234VLR002	Válvula rotativa estación B	Trimestral	Trimestral	
Secundario	234MOT006	Motor de válvula rotativa estación B	Trimestral		Anual
Independiente	234PAE001	Panel eléctrico de potencia estación A/B	Trimestral	Mensual	
Independiente	234PAE002	Panel eléctrico de potencia estación A/B	Trimestral	Mensual	
Independiente	234PAE003	Panel eléctrico de potencia estación A/B	Trimestral	Mensual	
Independiente	234PAE004	Panel eléctrico de potencia estación A/B	Trimestral	Mensual	
Independiente	234PAE005	Panel eléctrico de filtro manga estación A	Trimestral	Mensual	
Independiente	234PAE006	Panel eléctrico de filtro manga estación B	Trimestral	Mensual	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXXVI. Frecuencias de mantenimiento del área de silicato

			MANTENIMIENTO PREDICTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR
<b>JERARQUÍA</b>	<b>EQUIPOS SILICATO</b>		FRECUENCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA
Principal	235AUT001	Autoclave # 1	Trimestral	Semestral	Anual
Secundario	235POW001	Puente grúa de silicato 1	Trimestral	15 días	Semestral
Independiente	235AUT002	Autoclave # 2	Trimestral	Semestral	Anual
Principal	235AUT003	Autoclave # 3	Trimestral	Semestral	Anual
Secundario	235POW002	Puente grúa de silicato 2	Trimestral	15 días	Semestral
Independiente	235AUT004	Autoclave # 4	Trimestral	Semestral	Anual
Principal	235TAN001	Tanque de agua caliente	Trimestral		
Secundario	235BOM001	Bomba de agua caliente	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	235MOT001	Motor de bomba de agua caliente	Trimestral		Anual
Principal	235BOM002	Bomba ropper silicato 1	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	235MOT002	Motor de bomba de silicato # 1	Trimestral		Anual
Principal	235BOM003	Bomba ropper silicato 2	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	235MOT003	Motor de bomba de silicato #2	Trimestral		Anual
Independiente	235CIC001	Ciclón de sistema para recuperación de vapor	Trimestral		
Independiente	235MNF001	Manifold distribuidor de vapor para autoclave 1 y 2	Trimestral		
Independiente	235MNF002	Manifold distribuidor de vapor para autoclave 3 y 4	Trimestral		
Independiente	235TAN002	Tanque de almacenamiento y distribución	Trimestral		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXXVII. Frecuencias de mantenimiento del área de mezclas

JERARQUÍA	EQUIPOS MEZCLAS		MANTENIMIENTO PREDICTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR
			FRECUENCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA
Principal	236FIL001	Filtro de manga de sulfato		Mensual	2 Años
Secundario	236TOL001	Tolva de sulfato de sodio	Trimestral		
Principal	236FIL002	Filtro de mangas carbonato de sodio		Mensual	2 Años
Secundario	236TOL002	Tolva de carbonato de sodio	Trimestral		
Principal	236FIL003	Filtro de manga de s.t.p.p		Mensual	2 Años
Secundario	236TOL003	Tolva de s.t.p.p	Trimestral		
Principal	236FIL004	Filtro de mangas de aditivos		Mensual	2 Años
Secundario	236TOL004	Tolva de aditivos s.t.p.p. menores	Trimestral		
Principal	236MXR001	Mezclador de granza m1	Trimestral		Anual
Secundario	236MRE002	Motorreductor tanque mezclador de granza m1	Trimestral		Anual
Principal	236MXR002	Mezclador agitador m2	Trimestral		Anual
Secundario	236MRE001	Motorreductor de mezclador agitador M2	Trimestral		Anual
Principal	236MXR003	Tanque mezclador m3	Trimestral		Anual
Secundario	236MRE004	Motorreductor mezclador m3	Trimestral		Anual
Principal	236MXR004	Mezclador de base para detergente mesanini	Trimestral		Anual
Secundario	236MRE003	Motorreductor subitomo para mezclador de base	Trimestral		Anual
Principal	236VEN001	Ventilador de filtro de manga (62k10)	Trimestral	Trimestral	
Secundario	236MOT001	Motor eléctrico ventilador de filtros mangas (62k10m)	Trimestral		Anual
Principal	236VEN002	Ventilador de filtros de manga (62k1)	Trimestral	Trimestral	
Secundario	236MOT002	Motor eléctrico ventilador de filtros mangas (62k1m)	Trimestral		Anual
Independiente	236PAE001	Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga	Trimestral	Mensual	
Independiente	236PAE002	Panel eléctrico operacional de solenoides filtro manga	Trimestral	Mensual	
Independiente	236PAE003	Panel eléctrico de potencia área de mezclas	Trimestral	Mensual	
Independiente	236PAE004	Panel eléctrico de potencia área de mezclas	Trimestral	Mensual	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXXVIII. Frecuencias de mantenimiento del área de post adición

			MANTENIMIENTO PREDICTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
JERARQUÍA	EQUIPOS POST ADICIÓN		FRECUENCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA
Principal	237BTP001	Banda pesadora de soda (65wg2)	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	237MRE003	Motorreductor de banda pesadora (65wg2m)	Trimestral		Anual
Secundario	237PAE003	Panel eléctrico operacional de banda wg2	Trimestral	Mensual	
Principal	237BTP002	Banda pesadora y dosificadora de sulfato (65wg9)	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	237MRE004	Motorreductor de banda pesadora (65wg9m)	Trimestral		Anual
Secundario	237PAE002	Panel eléctrico operacional de banda wg9	Trimestral	Mensual	
Principal	237BTP003	Banda pesadora y dosificadora (65wg10)	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	237MRE005	Motorreductor de banda pesadora (65wg10m)	Trimestral		Anual
Secundario	237PAE004	Panel eléctrico operacional de banda wg10	Trimestral	Mensual	
Principal	237BTP004	Banda pesadora y dosificadora (65wg12)	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	237MRE006	Motorreductor de banda pesadora de granulo base (65wg12m)	Trimestral		Anual
Secundario	237PAE001	Panel eléctrico operacional de banda wg12	Trimestral	Mensual	
Principal	237BTP005	Banda transportadora (65n3)	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	237MOT002	Motor de banda colectora (65n3m)	Trimestral		Anual
Principal	237BTP006	Banda transportadora (65n2a)	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	237MRE001	Motorreductor de banda transportadora (65n2am)	Trimestral		Anual
Principal	237BTP007	Banda transportadora (65n2b)	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	237MRE002	Motorreductor de banda transportadora (65n2bm)	Trimestral		Anual
Principal	237BTP008	Banda transportadora detergente (65n2c)	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	237MOT001	Motor eléctrico de banda transportadora 65n2C-2	Trimestral		Anual
Principal	237TAN001	Tanque de perfume 1	Trimestral		
Secundario	237BOM001	Bomba de perfume (65p1b)	Trimestral	Trimestral	
Principal	237TAN002	Tanque de perfume 2	Trimestral		
Secundario	237BOM002	Bomba de perfume (65p1a)	Trimestral	Trimestral	
Principal	237MXR001	Mezclador rotativo (65mx1)	Trimestral	Trimestral	
Secundario	237MRE007	Motorreductor de mezclador rotativa (65mx1m) tambor rotativo	Trimestral		Anual
Independiente	237TOL001	Tolva de almacenamiento de enzimas (65v3)	Trimestral		
Independiente	237TOL002	Tolva de almacenamiento de laudrosil (65v4)	Trimestral		
Independiente	237TOL003	Tolva de carga de post addition (65v9)	Trimestral		
Independiente	237TOL004	Tolva de almacenamiento de soda 65v2	Trimestral		
Independiente	237TOL005	Tolva de almacenamiento de sulfato 65v11	Trimestral		
Independiente	237CIC001	Ciclón de post addition	Trimestral		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXXIX. Frecuencias de mantenimiento del área de secado

			MANTENIMIENTO O PREDICTIVO	PREVENTIVO MENOR	PREVENTIVO MAYOR
JERARQUÍA	EQUIPOS SECADO		FRECUENCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA
Principal	238ALI001	Anillo de limpieza torre detergente (64w3w)	Trimestral	Trimestral	Anual
Secundario	238WIN001	Wincher	Trimestral	Trimestral	Anual
Principal	238TAN001	Tanque de gas 100 libras	Trimestral		
Secundario	238BOM001	Bomba de tanque de gas	Trimestral		Anual
Secundario	238MOT001	Motor de bomba tanque de gas	Trimestral		Anual
Principal	238TAN002	Tanque de diesel	Trimestral		
Secundario	238BOM002	Bomba de tanque Diesel	Trimestral		Anual
Secundario	238MOT002	Motor de bomba tanque Diesel	Trimestral		Anual
Principal	238TAN003	Tanque de bunker	Trimestral		
Secundario	238BOM003	Bomba de tanque de bunker	Trimestral		Anual
Secundario	238MOT003	Motor de bomba tanque de bunker	Trimestral		Anual
Principal	238HOC001	Horno del quemador	Trimestral	Mensual	
Secundario	238QMD001	Quemador de horno (64h1)	Trimestral	Trimestral	Anual
Principal	238VEN001	Ventilador de quemador (64k1) de combustión	Trimestral	Bimensual	Anual
Secundario	238MOT004	Motor de ventilador de quemador de horno (64k1m)	Trimestral		Anual
Principal	238VEN002	Ventilador aire de dilución del horno torre secado (64k2)	Trimestral	Bimensual	Anual
Secundario	238MOT005	Motor eléctrico de ventilador de dilución (64k2m)	Trimestral		Anual
Principal	238VEN003	Ventilador de vacío torre de secado (64k3)	Trimestral	Bimensual	Anual
Secundario	238MOT007	Motor del ventilador de vacío (64k3m)	Trimestral		Anual
Principal	238VEN004	Ventilador de secado (64k4)	Trimestral	Bimensual	Anual
Secundario	238MOT006	Motor eléctrico de ventilador (64k4m)	Trimestral		Anual
Independiente	238PAE001	Panel eléctrico de potencia	Trimestral	Mensual	
Independiente	238PAE002	Panel eléctrico de potencia	Trimestral	Mensual	
Independiente	238PAE003	Panel eléctrico de potencia	Trimestral	Mensual	
Independiente	238PAE004	Panel eléctrico de potencia	Trimestral	Mensual	
Independiente	238CIC001	Ciclón de secado	Trimestral		
Independiente	238CSE001	Cono de torre de secado (64at1)	Trimestral		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXXX. Frecuencias de mantenimiento del área de tolvas de empaque

			MANTENIMIENTO PREDICTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR
JERARQUÍA	EQUIPOS DE TOLVAS DE EMPAQUE		FRECUENCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA
Principal	239BTP001	Banda transportadora de distribución L1	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	239MRE001	Motorreductor de banda de L1	Trimestral		Anual
Principal	239BTP002	Banda transportadora de distribución L 2	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	239MRE002	Motorreductor de banda de L2	Trimestral		Anual
Principal	239BTP003	Banda transportadora de distribución L3	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	239MRE003	Motorreductor de banda de L3	Trimestral		Anual
Principal	239BTP004	Banda transportadora de distribución L4	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	239MRE004	Motorreductor de banda de L4	Trimestral		Anual
Independiente	239PAE001	Panel eléctrico operacional automático	Trimestral	Mensual	
Independiente	239PAE002	Panel eléctrico operacional manual	Trimestral	Mensual	
Independiente	239TOL001	Tolva de almacenamiento detergente terminado	Trimestral		
Independiente	239TOL002	Tolva de almacenamiento detergente terminado	Trimestral		
Independiente	239TOL003	Tolva de almacenamiento detergente terminado	Trimestral		
Independiente	239TOL004	Tolva de almacenamiento detergente terminado	Trimestral		
Independiente	239TOL005	Tolva de almacenamiento detergente terminado	Trimestral		
Independiente	239TOL006	Tolva de almacenamiento detergente terminado	Trimestral		
Independiente	239TOL007	Tolva de almacenamiento detergente terminado	Trimestral		
Independiente	239TOL008	Tolva de almacenamiento detergente terminado	Trimestral		
Independiente	239TOL009	Tolva de almacenamiento detergente terminado	Trimestral		
Independiente	239TOL010	Tolva de almacenamiento detergente terminado	Trimestral		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Tabla LXXXI. Frecuencias de mantenimiento del área de empaque

			MANTENIMIENTO PREDICTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR
JERARQUÍA	EQUIPOS EMPAQUE		FRECUENCIA	FRECUENCIA	FRECUENCIA
Principal	240BTP001	Banda transportadora principal línea #1	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE001	Motorreductor de transportador principal línea 1	Trimestral		Anual
Principal	240BTP002	Banda transportadora principal línea # 2	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE002	Motorreductor de transportador principal línea 2	Trimestral		Anual
Principal	240BTP003	Banda transportadora principal línea # 3	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE003	Motorreductor de transportador principal línea 3	Trimestral		Anual
Principal	240BTP004	Banda transportadora principal línea # 4	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE004	Motorreductor de transportadora principal línea 4	Trimestral		Anual
Principal	240BTP005	Banda transportadora tipo z para producto de línea 1	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE005	Motorreductor de banda transportadora tipo z Línea 1	Trimestral		Anual
Principal	240BTP006	Banda transportadora lineal Paralela a línea 1	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE006	Motorreductor de banda transportadora Paralela a Línea 1	Trimestral		Anual
Principal	240BTP007	Banda transportador curva 1 para producto de línea 1	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE007	Motorreductor de banda transportadora curva de línea 1	Trimestral		Anual
Principal	240BTP008	Banda transportadora lineal paralela a las 4 líneas	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE008	Motorreductor de banda para producto de línea 1,2,3 y 4	Trimestral		Anual
Principal	240BTP009	Banda transportador curva 1	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE009	Motorreductor de banda curva 1	Trimestral		Anual
Principal	240BTP010	Banda transportador inclinada hacia el túnel	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE010	Motorreductor de banda de producto hacia túnel	Trimestral		Anual
Principal	240BTP011	Banda transportador curva	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE011	Motorreductor de banda transportadora curva	Trimestral		Anual
Principal	240BTP012	Banda transportadora inclinada sobre base y barra	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE012	Motorreductor de banda inclinada sobre base y barra	Trimestral		Anual
Principal	240BTP013	Banda transportadora en túnel	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE013	Motorreductor de banda en túnel	Trimestral		Anual
Principal	240BTP014	Banda transportadora inclinada en cd	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE014	Motorreductor de banda transportadora inclinada cd	Trimestral		Anual
Principal	240BTP015	Banda transportadora curva en cd	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE015	Motorreductor de banda transportadora curva cd	Trimestral		Anual
Principal	240BTP016	Banda transportadora lineal cd	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE016	Motorreductor de banda transportadora lineal cd	Trimestral		Anual
Principal	240BTP017	Banda transportador pequeña inclinada	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE017	Motorreductor de banda transportadora pequeña inclinada	Trimestral		Anual
Principal	240BTP018	Banda transportadora tipo z	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE018	Motorreductor de banda transportadora tipo z	Trimestral		Anual
Principal	240BTP019	Banda transportadora lineal	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE019	Motorreductor de transportador lineal	Trimestral		Anual
Principal	240BTP020	Banda transportadora tipo z	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE020	Motorreductor de transportador tipo z	Trimestral		Anual
Principal	240BTP021	Banda transportador pequeña inclinada	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE021	Motorreductor de transportador pequeña inclinada	Trimestral		Anual
Principal	240BTP022	Banda transportador pequeña lineal	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE022	Motorreductor de transportador pequeña lineal	Trimestral		Anual
Principal	240BTP023	Banda transportador pequeña lineal	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE023	Motorreductor de transportador pequeña lineal	Trimestral		Anual
Principal	240BTP024	Banda transportadora grande inclinada	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE024	Motorreductor de transportador grande inclinada	Trimestral		Anual
Principal	240BTP025	Banda transportadora lineal de enfardadora	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE025	Motorreductor de transportador de enfardadora	Trimestral		Anual
Principal	240BTP026	Banda transportador inclinada de enfardadora	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE026	Motorreductor de transportador de enfardadora	Trimestral		Anual
Principal	240BTP027	Banda transportador inclinada	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE027	Motorreductor de banda inclinada	Trimestral		Anual
Principal	240BTP028	Banda transportador pequeña lineal	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE028	Motorreductor de banda pequeña lineal	Trimestral		Anual
Principal	240BTP029	Banda transportador pequeña lineal	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE029	Motorreductor de banda pequeña lineal	Trimestral		Anual
Principal	240BTP030	Banda transportadora grande inclinada	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE030	Motorreductor de banda grande inclinada	Trimestral		Anual
Principal	240BTP031	Banda transportadora lineal de enfardadora	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE031	Motorreductor de banda enfardadora	Trimestral		Anual
Principal	240BTP032	Banda transportador inclinada de enfardadora	Trimestral	Mensual	Anual
Secundario	240MRE032	Motorreductor de banda enfardadora	Trimestral		Anual
Independiente	240LLE001	Máquina empacadora masipack111 vs400 mxcp003	Trimestral	Trimestral	Anual
Independiente	240LLE002	Máquina empacadora masipack211 vs400 mxcp003	Trimestral	Trimestral	Anual
Independiente	240LLE003	Máquina empacadora masipack311 vs300 mxcp004	Trimestral	Trimestral	Anual
Independiente	240LLE004	Máquina empacadora masipack411 vs300 mxcp004	Trimestral	Trimestral	Anual
Independiente	240LLE005	Máquina empacadora masipack511 vs250 mxcp004	Trimestral	Bimensual	Anual
Independiente	240LLE006	Máquina empacadora masipack612 vs400 mxcp003	Trimestral	Trimestral	Anual
Independiente	240LLE007	Máquina empacadora masipack712 vs400 mxcp003	Trimestral	Trimestral	Anual
Independiente	240LLE008	Máquina empacadora masipack812 vs250 tomillo dosificador	Trimestral	Bimensual	Anual
Independiente	240LLE009	Máquina empacadora masipack912 vs250 tomillo dosificador	Trimestral	Bimensual	Anual
Independiente	240LLE010	Máquina empacadora masipack1012 vs250 tomillo dosificador	Trimestral	Bimensual	Anual
Independiente	240LLE011	Máquina empacadora masipack1113 vs300 mxcp004	Trimestral	Trimestral	Anual
Independiente	240LLE012	Máquina empacadora masipack1213 vs300 mxcp004	Trimestral	Trimestral	Anual
Independiente	240LLE013	Máquina empacadora masipack1313 vs250 tomillo dosificador	Trimestral	Bimensual	Anual
Independiente	240LLE014	Máquina empacadora masipack1413 vs250 tomillo dosificador	Trimestral	Bimensual	Anual
Independiente	240LLE015	Máquina empacadora masipack1514 vs250 tomillo dosificador	Trimestral	Bimensual	Anual
Independiente	240LLE016	Máquina empacadora masipack1614 vs250 tomillo dosificador	Trimestral	Bimensual	Anual
Independiente	240LLE017	Máquina empacadora masipack1714 vs250 tomillo dosificador	Trimestral	Bimensual	Anual
Independiente	240LLE018	Máquina empacadora masipack1814 vs250 tomillo dosificador	Trimestral	Bimensual	Anual
Independiente	240ENF001	Máquina enfardadora	Trimestral	Trimestral	Anual
Independiente	240ENF002	Máquina enfardadora	Trimestral	Trimestral	Anual

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.




## 2.2.2.7. Formatos

Para el control de las actividades de mantenimiento es necesario establecer formatos para registrar la información, en el diagnóstico se identificó que solo empleaban un formato de reporte de turno el cual se modificó para que cumpla con su función y se presentan otros formatos necesarios para los mantenimientos.

En la figura 34 se presenta el formato de reporte de turno mejorado, indicando el número de orden de trabajo y que tipo de mantenimiento es el que se realizó.


Figura 34. Formato de reporte de turno

Reporte de turno																				
Departamento de mantenimiento, Planta Detergente																				
Nombre:		TURNO		Día																
Mecánico	<input type="checkbox"/>	Día		<input type="checkbox"/>																
Eléctrico	<input type="checkbox"/>	Noche		<input type="checkbox"/>																
Código de equipo	Hora		Descripción de la actividad realizada	No. De OT	Tipo de manto	Paro		Repuestos												
	Inicio	Fin				Equipo	Planta													
Firma del colaborador		Firma de revision		¿Tiene hoja trasera?		<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Tipo de Mantenimiento</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Programado</td><td>1</td></tr> <tr><td>Correctivo</td><td>2</td></tr> <tr><td>Emergencia</td><td>3</td></tr> <tr><td>Inspeccion</td><td>4</td></tr> <tr><td>Otro(proyecto)</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>			Tipo de Mantenimiento		Programado	1	Correctivo	2	Emergencia	3	Inspeccion	4	Otro(proyecto)	5
Tipo de Mantenimiento																				
Programado	1																			
Correctivo	2																			
Emergencia	3																			
Inspeccion	4																			
Otro(proyecto)	5																			
SI <input type="checkbox"/>		NO <input type="checkbox"/>																		
Fecha		Fecha																		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

También se propondrá un formato de rutas de lubricación, utilizado para recopilar información sobre el estado de los equipos y mejoras en lubricación. En la figura 35 se puede observar el formato de rutas de lubricación.

**Figura 35. Formato de rutas de lubricación**


<b>Planta Detergente</b>		<b>Formato de rutas de lubricación Para equipos críticos</b>			
Nombre _____	_____	Puesto	Eléctrico	<input type="checkbox"/> Hora inicio _____	_____
Turno _____	_____	Mecánico	_____	<input type="checkbox"/> Hora fin _____	_____
Código equipo	Descripción	Condición inicial	Condición final	Tipo de grasa o lubricante	
Observaciones: _____					
Fecha _____					

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

El formato de rutas VOSO de la figura 36 será utilizado como parte del mantenimiento predictivo, el cual consiste en realizar rutas de inspección a los equipos sin necesidad de que estos paren, en este formato se anotarán las observaciones y estado de los equipos en el que se encontraron, con el fin de darle seguimiento a los mantenimientos.

Figura 36. Formato de rutas VOSO

Planta Detergente, Industria La Popular, S.A. **Formato de análisis VOSO**

Área de mantenimiento 

Fecha \_\_\_\_\_ TURNO Día  Noche  Mecánico  Eléctrico

Área \_\_\_\_\_

Equipo		Funcionamiento del equipo		Ruidos extraños		Goteo de fluidos		Estado general		Condición de limpieza		Vibración		Termografía		Observaciones por equipo
Código	Descripción	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	

Abreviaturas: B: Bueno y M: Malo

Observaciones generales:

Nombre \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_ ¿Tiene hoja trasera? Sí  No

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

**2.2.2.8. Tareas de mantenimiento**

Como parte del plan se proponen las siguientes tareas de mantenimiento:




**2.2.2.9. Bombas**

Las tareas de mantenimiento se presentan en 3 diferentes clases que son las centrífugas, neumáticas y desplazamiento positivo.

#### **2.2.2.9.1. Centrifugas**



Dentro de la planta las bombas centrífugas es la clase de activo más utilizada, para estos equipos es recomendable el mantenimiento predictivo y mantenimiento preventivo mayor en las figuras 37 y 38 se presentan las tareas de mantenimiento para las bombas centrífugas.

Figura 37. **Tareas de mantenimiento predictivo para la bomba centrífuga**



	Industria La Popular, S.A.	Clase de activo
	Planta Detergente, área de mantenimiento	<u>BCF</u>
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
Encargado(s):	<u>Mecánico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento
	Descripción	Ubicación: Área de bombas y mezclas
	<u>Bomba centrífuga</u>	
	Tareas de mantenimiento	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li> <li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li> <li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li> <li>▪ Revisar temperatura.                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Utilizando cámara termográfica.</li> </ul> </li> <li>▪ Revisar vibraciones extrañas.                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Utilizando vibrómetro.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li> </ol>	
	Herramientas o equipo a utilizar	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li> <li>• Vibrómetro, útil para calcular las vibraciones del equipo, las causas podrían ser por desajuste o desgaste.</li> <li>• Formato de rutas VOSO, anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li> </ul>	
		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 38. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor para la bomba centrífuga**

	Clase de activo Industria La Popular, S.A.	Clase de activo <u>BCF</u>
Planta Detergente, área de mantenimiento		
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR		
Encargado(s): <u>Mecánico y eléctrico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
Ubicación: Área de bombas y mezclas		
	Descripción	
<u>Bomba centrífuga</u>		
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Desenergizar equipo, interrumpir la corriente eléctrica del equipo, para evitar accidentes.</li> <li>4. Desarmar equipo para revisarlo internamente. Utilizar la pistola de impacto o la llave combinada.</li> <li>5. Revisar impulsor, acople, cojinetes, sello mecánico y eje. Si es necesario reparar o cambiarlo.</li> <li>6. Cambio de estopa, comúnmente por acá se encuentran las fugas.</li> <li>7. Alinear eje, con alineador de ejes.</li> <li>8. Lubricar equipo en donde lo requiera.</li> <li>9. Apriete de tornillería por prevención.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>10. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>11. Luego se debe energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>12. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>13. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> </ol>		

Continuación de la figura 38.




<p>14. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</p> <p>Herramientas o equipo a utilizar</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li><li>• Llave inglesa, utilizada para el apriete de tornillería del equipo.</li><li>• Estopa, lubricante y pistola de impacto.</li></ul>		
--	---	---

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

#### **2.2.2.9.2. Neumáticas**

Las bombas de neumáticas funcionan por medio de aire comprimido, en las figuras 39 y 40 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.



Figura 39. **Tareas de mantenimiento predictivo para la bomba neumática**

	Industria La Popular, S.A.	Clase de activo
	Planta Detergente, área de mantenimiento	<u>BNE</u>
	<b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>	
Encargado(s):	<u>Mecánico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento
	Descripción	Ubicación: Área de base y post adición
	<u>Bomba neumática</u>	
	Tareas de mantenimiento	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li> <li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esté quebrada.</li> <li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li> <li>▪ Revisar temperatura.                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Utilizando cámara termográfica.</li> </ul> </li> <li>▪ Revisar vibraciones extrañas.                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Utilizando vibrómetro.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ol>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li> </ol>	
	Herramientas o equipo a utilizar	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li> <li>• Vibrómetro, útil para calcular las vibraciones del equipo, las causas podrían ser por desajuste o desgaste.</li> <li>• Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li> </ul>	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



Figura 40. **Tareas de mantenimiento preventivo menor para la bomba neumática**

	<p>Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento</p>	<p>Clase de activo <u>BNE</u></p>
<p><b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR</b></p>		
<p>Encargado(s): <u>Mecánico</u></p>	<p>Autorizó: jefe de mantenimiento</p>	
	<p>Ubicación: Área de base y post adición</p>	
<p>Descripción</p>		
<p><u>Bomba neumática</u></p>		
<p>Tareas de mantenimiento</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de aire comprimido, ya que las bombas neumáticas funcionan con aire.</li> <li>4. Desarmar equipo para revisarlo internamente.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando pistola de impacto o llave hexagonal.</li> </ul> </li> <li>5. Revisar válvula piloto, de bola, silenciador o diafragma. Si es necesario reparar o cambiarlo.</li> <li>6. Cambio de empaques para evitar fugas.</li> <li>7. Lubricar equipo en donde lo requiera.</li> <li>8. Apriete de tornillería por prevención.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>9. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>10. Luego se debe alimentar con aire comprimido la bomba neumática, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>11. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>12. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> </ol>		

Continuación de la figura 40.

13. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.

Herramientas o equipo a utilizar.

- Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.
- Llave hexagonal y lubricante.
- Kit seco o kit húmedo para la bomba.





Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **2.2.2.9.3. Desplazamiento positivo**



Estas bombas son muy eficientes y utilizadas para trabajar con altas presiones, en las figuras 41, 42 y 43 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 41. **Tareas de mantenimiento predictivo para la bomba desplazamiento positivo.**

		Clase de activo <u>BDP</u>
Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento <b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>		
Encargad o(s):	<u>Mecánico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento
	Ubicación: Área de bombas y silicato	
Descripción <u>Bomba desplazamiento positivo</u>		
Tareas de mantenimiento		
1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li> <li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li> <li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li> <li>▪ Revisar temperatura.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Utilizando cámara termográfica.</li> </ul> </li> <li>▪ Revisar vibraciones extrañas.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Utilizando vibrómetro.</li> </ul> </li> </ul>		
2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li> <li>• Vibrómetro, útil para calcular las vibraciones del equipo y las causas podrían ser por desajuste o desgaste.</li> <li>• Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 42. **Tareas de mantenimiento preventivo menor de bombas desplazamiento positivo**


	Clase de activo Industria La Popular, S.A.	Clase de activo <u>BDP</u>
	Planta Detergente, área de mantenimiento	
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR	
	Encargado(s): <u>Mecánico y eléctrico</u> jefe de mantenimiento	Autorizó:
		Ubicación: Área de bombas y silicato
	Descripción: <u>Bomba desplazamiento positivo</u>	
	Tareas de mantenimiento	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Desenergizar equipo, interrumpir la corriente eléctrica del equipo, para evitar accidentes.</li> <li>4. Desarmar equipo para revisarlo internamente.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando pistola de impacto o llave combinada.</li> </ul> </li> <li>5. Revisar cojinetes, pistón, cigüeñal, biela y acoples. Si es necesario reparar o cambiar realizarlo.</li> <li>6. Cambio de empaques y estopa grafitada, comúnmente por acá se encuentran las fugas.</li> <li>7. Lubricar equipo en donde lo requiera.</li> <li>8. Apriete de tornillería por prevención.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>9. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>10. Luego se debe energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>11. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.</li> <li>12. Revisar anomalías.</li> <li>13. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> </ol>	

Continuación de la figura 42.

14. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.


Herramientas o equipo a utilizar

- Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.
- Llave inglesa, utilizada para el apriete de tornillería del equipo.
- Estopa, lubricante y pistola de impacto.



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 43. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor de bombas desplazamiento positivo**



Clase de activo  
Industria LaPopular, S.A. BDP

Planta Detergente, área de mantenimiento

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR**


Encargado(s): Mecánico y eléctrico Autorizó: jefe de mantenimiento

Ubicación: Área de bombas y silicato

Descripción: Bomba desplazamiento positivo

Tareas de mantenimiento

1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.
2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.
3. Desenergizar equipo, interrumpir la corriente eléctrica del equipo, para evitar accidentes.
4. Desarmar equipo para revisarlo internamente.
  - Utilizando pistola de impacto o llave combinada.
5. Cambiar cojinetes y revisar pistón, cigüeñal, biela y acoples. Si es necesario reparar o cambiarlo.




Continuación de la figura 43.

6. Cambio de empaques y estopa grafitada, comúnmente por acá se encuentran las fugas.
7. Cambiar lubricante, revisar caja reductora.
8. Apriete de tornillería por prevención.
  - Utilizando una llave inglesa o combinada.
9. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.
10. Luego se debe energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.
11. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.
  - Revisar anomalías.
12. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.
13. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.

Herramientas o equipo a utilizar.

- Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.
- Llave inglesa, utilizada para el apriete de tornillería del equipo.
- Estopa, cojinetes, lubricante y pistola de impacto.



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



#### **2.2.2.10. Filtros**

Utilizados para eliminar partículas de los productos, en la planta existen los siguientes tipos de filtros de los cuales se presentan las tareas de mantenimiento.

### 2.2.2.10.1. Magnéticos

Los filtros magnéticos eliminan partículas de hierro, en la figura 44 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 44. Tareas de mantenimiento predictivo de filtros magnéticos

	Industria La Popular, S.A.	Clase de activo
	Planta Detergente, área de mantenimiento	<u>FMG</u>
	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
Encargado(s): <u>Mecánico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
	Ubicación: Área de bombas	
	Descripción <u>Filtro magnético</u>	
	Tareas de mantenimiento	
	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>▪ Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>o Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>▪ Revisar vibraciones extrañas.</li></ul></li><li>2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>	

Continuación de la figura 44.

Herramientas o equipo a utilizar.

- Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.
- Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.






Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

#### **2.2.2.10.2. Gemelos**

Sistema de filtración que sirve para eliminar impurezas en los productos líquidos, en la figura 45 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.



Figura 45. Tareas de mantenimiento predictivo de filtros gemelos

		Clase de activo
Industria La Popular, S.A.		<u>FGO</u>
Planta Detergente, área de mantenimiento		
MANTENIMIENTO PREDICTIVO		
Encargado(s):	<u>Mecánico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento
	Ubicación: Área de bombas	
Descripción		
<u>Filtro gemelo</u>		
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"><li>Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>Ver estado de la faja y escuchar ruidos.</li><li>Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>Revisar vibraciones extrañas.</li></ul></li><li>Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"><li>Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li><li>Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li></ul>		
		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.




### **2.2.2.11. Bandas**

Son sistemas de transporte formado por una banda continua, utilizado para transportar materia prima o producto terminado a un lugar específico.

#### **2.2.2.11.1. Transportadoras**



Bandas de tipo intralox para el transporte de producto ya empacado. En las figuras 46,47 y 48 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 46. **Tareas de mantenimiento predictivo para las bandas transportadoras**

		Clase de activo <u>TRA</u>
Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento <b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>		
Encargado(s): <u>Mecánico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
	Ubicación: Áreas de tolvas de empaque	
Descripción <u>Banda transportadora</u>		
Tareas de mantenimiento		
1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li> <li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li> <li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li> <li>▪ Revisar temperatura.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>o Utilizando cámara termográfica.</li> </ul> </li> <li>▪ Revisar vibraciones extrañas.</li> </ul>		
2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 47. **Tareas de mantenimiento preventivo menor para bandas transportadoras**

	Industria La Popular, S.A.	Clase de activo
	Planta Detergente, área de mantenimiento	<u>TRA</u>
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR</b>	
Encargado(s): <u>Mecánico y eléctrico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
	Ubicación: Área de tolvas de empaque	
Descripción <u>Banda transportadora</u>		
<b>Tareas de mantenimiento</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li><li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li><li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li><li>4. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li><li>5. Revisar banda, sprockets y ejes, si es necesario cambiarlos.</li><li>6. Revisar o cambiar chumacera y lubricarla.</li><li>7. Revisar o cambiar rodillos de tracción</li><li>8. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento y conductor.</li><li>9. Limpieza del equipo.</li><li>10. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar anomalías.</li></ul></li><li>11. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li><li>12. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li></ol>		

Continuación de la figura 47.





Herramientas o equipo a utilizar

- Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.
- Llaves combinadas.



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 48. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor para bandas transportadoras**



	Industria La Popular, S.A.	Clase de activo
	Planta Detergente, área de mantenimiento	<u>TRA</u>
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR</b>		
Encargado(s): <u>Mecánico y eléctrico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
	Ubicación: Área de tolvas de empaque	
Descripción <u>Banda transportadora</u>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>5. Quitar y cambiar banda.</li> <li>6. Revisar sprockets y ejes, si es necesario cambiarlos.</li> <li>7. Revisar o cambiar chumacera y lubricarla.</li> <li>8. Revisar o cambiar rodillos de tracción.</li> <li>9. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento y conductor.</li> <li>10. Limpieza del equipo.</li> <li>11. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>12. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>13. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li> </ul>		
		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

## 2.2.2.11.2. Pesadoras

Estas bandas incluyen pesaje mientras transportan materia prima, en las figuras 49, 50 y 51 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 49. **Tareas de mantenimiento predictivo para bandas pesadoras**

		Clase de activo
Industria La Popular, S.A.		<u>BTP</u>
Planta Detergente, área de mantenimiento		
MANTENIMIENTO PREDICTIVO		
Encargado(s): <u>Mecánico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
	Ubicación: Área de post adición	
Descripción <u>Banda transportadora de pesado</u>		
<ol style="list-style-type: none"><li>Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>Revisar vibraciones extrañas.<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizando vibrómetro.</li></ul></li></ul></li><li>Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>		

Continuación de la figura 49.



Herramientas o equipo a utilizar.

- Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.
- Vibrómetro, útil para calcular las vibraciones del equipo y las causas podrían ser por desajuste o desgaste.
- Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.





Figura 50. **Tareas de mantenimiento preventivo menor para bandas pesadoras**

	Industria La Popular, S.A.	Clase de activo
Planta Detergente, área de mantenimiento		<u>BTP</u>
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR		
Encargado(s): <u>Mecánico y eléctrico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
Ubicación: Área de post adición		
	Descripción <u>Banda transportadora de pesado</u>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Lubricar chumacera de los 4 lados.</li> <li>5. Engrasar cadena.</li> <li>6. Apriete de tornillería por prevención.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>7. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>8. Revisar el estado de los rodos, rodillos, banda y cojinetes.</li> <li>9. Alinear banda y limpiar estructura general.</li> <li>10. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>11. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>12. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>13. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
Herramientas o equipo a utilizar.		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li> </ul>		



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 51. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor para bandas pesadoras**

	Clase de activo
Industria La Popular, S.A.	
Planta Detergente, área de mantenimiento	
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR	
Encargado(s): <u>Mecánico y eléctrico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento
	Ubicación: Área de post adición Descripción <u>Banda transportadora de pesado</u>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li><li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li><li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li><li>4. Lubricar chumacera de los 4 lados.</li><li>5. Engrasar cadena.</li><li>6. Apriete de tornillería por prevención.<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li></ul></li><li>7. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li><li>8. Revisar rodo conductor, conducido y rodillos, de ser necesario cambiarlos.</li><li>9. Cambiar cojinetes de las chumaceras, cambiar banda si es necesario.</li><li>10. Alinear banda y limpiar estructura general.</li><li>11. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li><li>12. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar anomalías.</li></ul></li><li>13. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li><li>14. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li></ol> <ul style="list-style-type: none"><li>• Hoja de control de reporte de turno, llaves combinadas y grasa.</li></ul>	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **2.2.2.12. Paneles eléctricos**

Son equipos utilizados para automatizar procesos, a continuación, se presentan las tareas de mantenimiento para los siguientes tipos de paneles.

#### **2.2.2.12.1. Operacional**

Los paneles de control son útiles para el funcionamiento de los equipos por medio de botoneras y protegen los equipos por medio de dispositivos instalados dentro de los paneles.

#### **2.2.2.12.2. Potencia**

Los paneles de potencia son los encargados de suministrar voltaje a los equipos, sirven como distribuidores de voltaje a los paneles de control y equipos directos.



En las figuras 52 y 53 se describen las tareas de mantenimiento propuestas para los paneles operacionales y de potencia.

Figura 52. **Tareas de mantenimiento predictivo a paneles eléctricos**

	<p>Industria LaPopular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento</p>	<p>Clase de activo <u>PEO / PEP</u></p>
	<p><b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b></p>	<p>Autorizó: jefe de mantenimiento</p>
<p>Encargado(s): <u>Eléctrico</u></p>		<p>Ubicación: Áreas de la plantas detergente</p>
<p>Descripción</p>	<p>Panel eléctrico de operacional – <u>Panel eléctrico de potencia</u></p>	
<p>Tareas de mantenimiento</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>▪ Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>▪ Revisar vibraciones extrañas.</li></ul></li><li>2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>	
<p>Herramientas o equipo a utilizar</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li></ul> <p>Hoja de control de inspección VOSO, anotar el estado en el que</p>	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 53. **Tareas de mantenimiento preventivo menor a paneles eléctricos**



	<b>Industria La Popular, S.A.</b>	<b>Clase de activo</b>
		<u>PEO-PEP</u>
<b>Planta Detergente, área de mantenimiento</b> <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR</b>		
Encargado(s): <u>Eléctrico</u> <span style="float: right;">Autorizó: jefe de mantenimiento</span>		
	Ubicación: Áreas de la planta detergente Descripción Panel eléctrico operacional – <u>Panel eléctrico de potencia</u>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Revisar o cambiar botonera.</li> <li>5. Revisar interruptor, contactores, fusibles, cableado, variadores, relés térmicos, tuberías eléctricas, luz pilotos y PLC.</li> <li>6. Limpieza estructura general.</li> <li>7. Apriete o cambio de tornillería por prevención.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>8. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>9. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>10. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>11. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>12. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno. Herramientas o equipo a utilizar                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se utilizaron.</li> </ul> </li> </ol>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.13. Motor eléctrico



Dentro de la planta hay motores eléctricos, los cuales son utilizados para dar potencia a mezcladores, ventiladores y compresores de alta potencia, en las figuras 54 y 55 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 54. Tareas de mantenimiento predictivo a motores eléctricos

		Clase de activo
Industria La Popular, S.A.		<u>MOT</u>
Planta Detergente, área de mantenimiento		
MANTENIMIENTO PREDICTIVO		
Encargado(s): <u>Eléctrico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
Ubicación: Áreas de la planta detergente Descripción <u>Motor eléctrico</u>		
	<ol style="list-style-type: none"><li>Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>Revisar vibraciones extrañas.<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizando vibrómetro.</li></ul></li></ul></li><li>Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>	
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"><li>Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo. Vibrómetro, útil para calcular las vibraciones del equipo, las causas podrían ser por desajuste o desgaste.</li></ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 55. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor a motores eléctricos**

	Industria La Popular, S.A.	Clase de activo
	Planta Detergente, área de mantenimiento	<u>MOT</u>
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR</b>	
Encargado(s): <u>Eléctrico</u>	Autorizó:	jefe de mantenimiento
Ubicación: Áreas de la planta detergente Descripción <u>Motor eléctrico</u>		
		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li><li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li><li>3. Revisión de amperaje con multímetro.</li><li>4. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li><li>5. Revisar conexiones y cableado eléctrico.</li><li>6. Quitar acople.<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizando extractor de rodamientos.</li></ul></li><li>7. Desarmar equipo, para revisarlo internamente.</li><li>8. Revisar o cambiar cojinetes.</li><li>9. Barnizar estator si es necesario.</li><li>10. Lubricar equipo.</li><li>11. Limpieza estructura general.</li><li>12. Apriete o cambio de tornillería por prevención.<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li></ul></li><li>13. Colocar acople.</li><li>14. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li><li>15. Alinear motor.<ul style="list-style-type: none"><li>• Alineador de acoples.</li></ul></li></ol>		

Continuación de la figura 55.

16. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.
17. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.
  - Revisar anomalías.
18. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.
19. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.

Herramientas o equipo a utilizar

- Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se utilizaron.
- Llaves combinadas, lubricante, extractor de rodamientos, prensa, martillo, alineador de acoples y cojinetes.



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

#### **2.2.2.14. Motorreductor**

Dentro de la planta se utilizan motorreductores los cuales son equipos utilizados para dar potencia y movimiento a los equipos sumado a esto tienen cajas reductoras de velocidad. En las figuras 56 y 57 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.





Figura 56. **Tareas de mantenimiento predictivo a motorreductor**

		<b>Clase de activo</b>
<b>Industria La Popular, S.A.</b>		<u>MRE</u>
<b>Planta Detergente, área de mantenimiento</b>		
<b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>		
Encargado(s):	<u>Eléctrico</u>	Autorizó: Jefe de mantenimiento
	Descripción:	Ubicación: Áreas de la planta detergente
	<u>Motorreductor</u>	
	Tareas de mantenimiento	
	1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO	
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no está quebrada.</li><li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>▪ Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizando cámara termográfica.</li><li>• Revisar vibraciones extrañas.</li><li>• Utilizando vibrómetro.</li></ul></li></ul>	
	2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.	
Herramientas o equipo a utilizar		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 57. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor a motorreductor**

	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento	Clase de activo <u>MRE</u>
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR</b>		
Encargado(s):	<u>Eléctrico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento
	Ubicación: Áreas de la planta detergente	Descripción: <u>Motorreductor</u>
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li><li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li><li>3. Revisión de amperaje con el multímetro.</li><li>4. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li><li>5. Revisar conexiones y cableado eléctrico.</li><li>6. Desarmar equipo, para revisarlo internamente.</li><li>7. Revisar o cambiar cojinetes y retenedor.</li><li>8. Revisar engranajes, cigüeñal y rotor.</li><li>9. Barnizar estator si es necesario.</li><li>10. Lubricar equipo.</li><li>11. Limpieza estructura general.</li><li>12. Apriete o cambio de tornillería por prevención.<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li></ul></li><li>13. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li><li>14. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li><li>15. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar anomalías.</li></ul></li><li>16. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li><li>17. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li></ol>		

Continuación de la figura 57.

Herramientas o equipo a utilizar




- Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se utilizaron.
- Llaves combinadas, lubricante, prensa, martillo, retenedores y cojinetes.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **2.2.2.15. Tanque**

Los tanques se usan para almacenar las sustancias que son utilizadas durante los procesos de fabricación y elaboración de detergente, en la figura 58 se describe la tarea de mantenimiento propuesta.

Figura 58. Tareas de mantenimiento predictivo a tanques


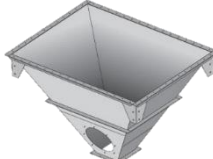
	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento <b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>	Clase de activo <u>TAN</u>
Encargado(s): <u>Mecánico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
	Ubicación: Áreas de la planta detergente Descripción <u>Tanque</u>	
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>▪ Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>o Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>▪ Revisar vibraciones extrañas.</li></ul></li><li>2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li><li>• Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li></ul>		
		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.16. Tolva

Las tolvas dentro de la planta son con forma de embudo grande utilizado para canalizar materia prima o producto terminado de forma granular o pulverizado. En la figura 59 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 59. **Tareas de mantenimiento predictivo a tolvas**

		Clase de activo
Industria La Popular, S.A.		TOL
Planta Detergente, área de mantenimiento		
MANTENIMIENTO PREDICTIVO		
Encargado(s):	<u>Mecánico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento
	Ubicación: Áreas de silos de empaque	Descripción <u>Tolvas de empaque</u>
Tareas de mantenimiento		
1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO		
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y del vibrómetro.</li><li>▪ Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>o Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>▪ Revisar vibraciones extrañas.</li></ul>		
2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.		
Herramientas o equipo a utilizar		

Continuación de la figura 59.

- Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.
- Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.






Fuente: elaboración propia, realizado por Microsoft Word.

#### **2.2.2.17. Manifold**

Las tolvas dentro de la planta son con forma de embudo grande utilizado para canalizar materia prima o producto terminado de forma granular o pulverizado. En la figura 60 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 60. **Tareas de mantenimiento predictivo a tolvas**

		Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento <b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>	Clase de activo TOL
Encargado(s):	<u>Mecánico</u> mantenimiento	Autorizó: jefe de	
	Ubicación: Áreas de silos de empaque	Descripción: <u>Tolvas de empaque</u>	
<b>Tareas de mantenimiento</b>			
3. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO			
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>▪ Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>o Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>▪ Revisar vibraciones extrañas.</li></ul>			
4. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.			
<b>Herramientas o equipo a utilizar</b>			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li><li>• Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li></ul>			
			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### **2.2.2.18. Manifold**

Dentro de la planta los manifolds de vapor son utilizados para distribuir vapor por medio de válvulas en un solo conjunto. En la figura 60 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.



Figura 61. **Tareas de mantenimiento predictivo a manifold**



	<p>Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento</p>	<p>Clase de activo <u>MNF</u></p>
<p><b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b></p>		
<p>Encargado(s): <u>Mecánico</u></p>	<p>Autoriz jefe de ó: mantenimien to</p>	
	<p>Ubicación: Área de silicato Descripción <u>Manifold</u></p>	
<p>Tareas de mantenimiento</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li> <li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li> <li>▪ Observar válvulas válvulas de vapor.</li> <li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li> <li>▪ Revisar temperatura.                     <ul style="list-style-type: none"> <li>o Utilizando cámara termográfica.</li> </ul> </li> <li>▪ Revisar vibraciones extrañas.</li> </ul> </li>   <li>2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li> </ol>		
<p>Herramientas o equipo a utilizar</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li> <li>• Hoja de control de inspección VOSO, anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li> </ul>		
		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.19. Cono de secado

Son equipos grandes, utilizados para el secado del detergente por medio del vapor que genera el quemador. En la figura 62 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 62. Tareas de mantenimiento predictivo a cono de secado



		Industria La Popular, S.A.		Clase de activo
		Planta Detergente, área de mantenimiento		<u>CSE</u>
		MANTENIMIENTO PREDICTIVO		
Encargado(s): <u>Mecánico</u>		Autorizó: jefe de mantenimiento		
		Ubicación: Área de secao ....Descripción <u>Cono desecado</u>		
		Tareas de mantenimiento		
		1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO		
		<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>▪ Ver estado de válvulas.</li><li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>▪ Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>▪ Revisar vibraciones extrañas.</li></ul>		
		2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.		
		Herramientas o equipo a utilizar		
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li><li>• Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li></ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.20. Ciclón

Los ciclones son sistemas que depuran partículas, en su mayoría son utilizados para filtrar polvos. En la figura 63 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 63. Tareas de mantenimiento predictivo a ciclón



		Clase de activo	
Industria La Popular, S.A.		<u>CIC</u>	
Planta Detergente, área de mantenimiento			
MANTENIMIENTO PREDICTIVO			
Encargado(s):	<u>Mecánico</u>	Autorizó:	jefe de mantenimiento
	Ubicación: Área de post adición y secado	Descripción:	<u>Ciclón</u>
Tareas de mantenimiento			
1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO			
▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.			
▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.			
▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.			
▪ Revisar temperatura.			
○ Utilizando cámara termográfica.			
▪ Revisar vibraciones extrañas.			
2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.			
Herramientas o equipo a utilizar			
• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.			
• oja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

## 2.2.2.21. Compresores



Son dispositivos que comprimen o inyectan aire comprimido, en las figuras 64, 65 y 66 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 64. **Tareas de mantenimiento predictivo a compresores**

	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento <b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>	Clase de activo <u>COA</u>
Encargado(s): <u>Mecánico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
	Ubicación: Área de transporte neumático Descripción <u>Compresor</u>	
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>▪ Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>▪ Revisar vibraciones extrañas.<ul style="list-style-type: none"><li>○ Utilizando vibrómetro.</li></ul></li></ul></li><li>2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li><li>• Vibrómetro, útil para calcular las vibraciones del equipo, las causas podrían ser por desajuste o desgaste.</li><li>• Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li></ul>		



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 65. **Tareas de mantenimiento preventivo menor a compresores**

	<p>Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento</p>	<p>Clase de activo <u>COA</u></p>
<p><b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR</b></p>		
<p>Encargado(s):</p>	<p><u>Mecánico y eléctrico</u></p>	<p>Autorizó jefe de mantenimiento</p>
	<p>Ubicación: Área de transporte neumático Descripción <u>Compresor</u> Tareas de mantenimiento</p>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Cambiar filtro de succión.</li> <li>5. Nivelar aceite y/o revisar viscosidad de aceite y de ser necesario cambiarlo.</li> <li>6. Apriete de tornillería por prevención.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>7. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>8. Revisar y tensar faja.</li> <li>9. Alinear faja y polea.</li> <li>10. Revisar válvulas.</li> <li>11. Revisar cojinete.</li> <li>12. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>13. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>14. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>15. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
<p>Herramientas o equipo a utilizar</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li> <li>• Llaves, aceite, filtro de succión y faja.</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 66. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor a compresores**





	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento	Clase de activo <u>COA</u>
	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR</b>	
Encargado(s): <u>Mecánico y eléctrico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
	Ubicación: Área de transporte neumático Descripción <u>Compresor</u>	
	Tareas de mantenimiento	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li><li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li><li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li><li>4. Cambiar filtro de succión.</li><li>5. Cambiar y tensar faja.</li><li>6. Alinear faja y polea.</li><li>7. Cambiar cojinete.</li><li>8. Revisar pistón, biela y cigüeñal, si es necesario cambiarlos.</li><li>9. Revisar o cambiar válvulas.</li><li>10. Apriete de tornillería por prevención.<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li></ul></li><li>11. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li><li>12. Revisar rodo conductor, conducido y rodillos, de ser necesario cambiarlos.</li><li>13. Cambiar cojinetes de las chumaceras, cambiar banda si es necesario.</li><li>14. Alinear banda y limpiar estructura general.</li><li>15. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li><li>16. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar anomalías.</li></ul></li><li>17. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li><li>18. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li></ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li><li>• Llaves, lubricante y grasa.</li></ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.22. Mezclador



Son equipos con una estructura simple, como lo es el eje y las aspas, el cual por medio de giros se mezcla la materia prima líquida o sólida en forma de gránulo. En las figuras 67 y 68 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 67. **Tareas de mantenimiento predictivo a mezcladores**

		Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento MANTENIMIENTO PREDICTIVO	Clase de activo <u>MXR</u>
Encargado(s):	<u>Mecánico y eléctrico</u>	Autorizó	jefe de mantenimiento
	Ubicación: Áreas de mezclas		
	Descripción <u>Mezclador agitador</u>		
Tareas de mantenimiento			
1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO			
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>▪ Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>o Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>▪ Revisar vibraciones extrañas.</li></ul>			
2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.			
Herramientas o equipo a utilizar			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo. </li><li>• Vibrómetro, útil para calcular las vibraciones del equipo, las causas podrían ser por desajuste o desgaste. </li><li>• Hoja de control de inspección VOSO, anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li></ul>			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 68. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor a mezcladores**

	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento	Clase de activo <u>MXR</u>
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR</b>		
Encargado(s):	<u>Mecánico y eléctrico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento
	Ubicación: Áreas de mezclas	
Descripción <u>Mezclador agitador</u>		
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li><li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li><li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li><li>4. Desarmar equipo, para revisarlo internamente.</li><li>5. Revisar o cambiar aspas, eje y acople.</li><li>6. Revisar o cambiar bujes.</li><li>7. Lubricar equipo.</li><li>8. Limpieza estructura general.</li><li>9. Apriete o cambio de tornillería por prevención.<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li></ul></li><li>10. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li><li>11. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li><li>12. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar anomalías.</li></ul></li><li>13. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li><li>14. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li></ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se utilizaron.</li><li>• Llaves combinadas, lubricante, bujes y tornillería.</li></ul>		




Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



### 2.2.2.23. Máquinas llenadoras



Estas máquinas son automatizadas y sirven para el llenado del detergente por medio de sensores y elementos neumáticos. En las figuras 69, 70 y 71 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 69. Tareas de mantenimiento predictivo a máquinas llenadoras

	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento MANTENIMIENTO PREDICTIVO	Clase de activo <u>LLE</u>
Encargado(s): <u>Mecánico</u>		Autorizó: jefe de mantenimiento
	Ubicación: Área de empaque	
	Descripción <u>Máquina llenadora</u> Tareas de mantenimiento	
<ol style="list-style-type: none"><li>Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>o Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>Revisar vibraciones extrañas.</li></ul></li><li>Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"><li>Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li><li>Hoja de control de inspección VOSO, anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li></ul>		



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 70. **Tareas de mantenimiento preventivo menor a máquinas llenadoras**

	<p>Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento</p>	<p>Clase de activo <u>LLE</u></p>
<p>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR</p>		
<p>Encargado(s):</p>	<p><u>Mecánico y eléctrico</u></p>	<p>Autorizó: jefe de mantenimiento</p>
	<p>Ubicación: Área de empaque</p>	
<p>Descripción <u>Máquina llenadora</u></p>		
<p>Tareas de mantenimiento</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Desarmar equipo, para revisarlo internamente y realizar limpieza del equipo.</li> <li>5. Revisar cojinetes, bujes, cilindros verticales, cilindros horizontales, ejes y si es necesario cambiarlos o repararlos.</li> <li>6. Revisión o cambio de retenedor de los cilindros neumáticos y cuchillas.</li> <li>7. Revisar sistema eléctrico y servomotor, que estén bien conectados porque podría generar falso contacto.</li> <li>8. Lubricar cojinete, revisar faja y tensarla.</li> <li>9. Armar y realizar el apriete de tornillería por prevención.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>10. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>11. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>12. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>13. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> </ol>		
<p>Herramientas o equipo a utilizar</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se utilizaron.</li> <li>• Llaves, lubricante y cojinetes.</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 71. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor a máquinas llenadoras**


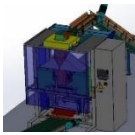

	<p>Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento</p>	<p>Clase de activo <u>LLE</u></p>
<p>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR</p>		
<p>Encargado(s):</p>	<p><u>Mecánico y eléctrico</u></p>	<p>Autorizó: jefe de mantenimiento</p>
	<p>Ubicación: Área de empaque</p>	
<p>Descripción <u>Máquina llenadora</u></p>		
<p>Tareas de mantenimiento</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Desarmar equipo, para revisarlo internamente.</li> <li>5. Limpieza del equipo.</li> <li>6. Cambiar cojinetes y bujes.</li> <li>7. Revisar o cambiar si es necesario los cilindros neumáticos y ejes verticales y horizontales.</li> <li>8. Revisión o cambio de retenedores de los cilindros neumáticos y cuchillas.</li> <li>9. Lubricar cojinetes, cambiar y tensar faja.</li> <li>10. Armar y realizar el apriete de tornillería por prevención.</li> <li>11. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>12. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>13. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado.</li> </ol>		
<p>Herramientas o equipo a utilizar</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se utilizaron.</li> <li>• Llaves, lubricante y grasa.</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.24. Máquinas enfardadoras



Son máquinas automáticas que sirven para empacar y sellar mercadería en bolsas transparentes, listas para producto terminado. En la figura 72, 73 y 74 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 72. **Tareas de mantenimiento predictivo a máquinas enfardadoras**

	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento <b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>	Clase de activo <u>ENF</u>
Encargado(s): <u>Mecánico</u> mantenimiento	Autorizó: jefe de	
	Ubicación: Área de empaque	
Descripción <u>Enfardadora</u>		
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"><li>Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>Ver estado de tornillería, que este ajustada y que no falten tornillos.</li><li>Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y el vibrómetro.</li><li>Revisar temperatura y vibraciones extrañas.<ul style="list-style-type: none"><li>o Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li></ul></li><li>Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"><li>Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li><li>Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li></ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 73. **Tareas de mantenimiento preventivo menor a máquinas enfundadoras**

	<p>Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento</p>	<p>Clase de activo <u>ENF</u></p>
<p>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR</p>		
<p>Encargado(s):</p>	<p><u>Mecánico y eléctrico</u></p>	<p>Autorizó: jefe de mantenimiento</p>
	<p>Ubicación: Área de empaque Tareas de mantenimiento</p>	<p>Descripción <u>Enfundadora</u></p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Desarmar equipo, para revisarlo internamente.</li> <li>5. Limpieza del equipo.</li> <li>6. Revisar cojinetes, bujes, cilindros verticales, cilindros horizontales, ejes y si es necesario cambiarlos o repararlos.</li> <li>7. Revisión o cambio de retenedor de los cilindros neumáticos y cuchillas.</li> <li>8. Revisar sistema eléctrico y servomotor, que estén bien conectados porque podría generar falso contacto.</li> <li>9. Lubricar cojinetes.</li> <li>10. Revisar faja y tensarla.</li> <li>11. Armar y realizar el apriete de tornillería por prevención.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>12. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>13. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> </ol>		

Continuación de la figura 73.

1. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.

- Revisar anomalías.
- 

15. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.


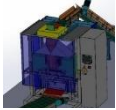
16. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.

Herramientas o equipo a utilizar

- Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.
- Llaves, lubricante y cojinetes.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 74. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor a máquinas enfardadoras**





	<p>Industria La Popular, S.A.          Planta Detergente, área de mantenimiento  <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR</b></p>	<p>Clase de activo  <u>ENF</u></p>
<p>Encargado(s):</p>	<p><u>Mecánico y eléctrico</u></p>	<p>Autorizó: jefe de mantenimiento</p>
	<p>Ubicación: Área de empaque</p>	<p>Descripción <u>Enfardadora</u></p>
<p>Tareas de mantenimiento</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Desarmar equipo, para revisarlo internamente.</li> <li>5. Limpieza del equipo.</li> <li>6. Cambiar cojinetes y bujes.</li> <li>7. Revisar o cambiar si es necesario los cilindros neumáticos y ejes verticales y horizontales.</li> <li>8. Revisión o cambio de retenedores de los cilindros neumáticos y cuchillas.</li> <li>9. Revisar</li> <li>10. Lubricar cojinetes.</li> <li>11. Cambiar y tensar faja.</li> <li>12. Armar y realizar el apriete de tornillería por prevención.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>13. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>14. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>15. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>16. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
<p>Herramientas o equipo a utilizar</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li> <li>• Llaves, lubricante y grasa.</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.25. Anillo de limpieza

Equipo utilizado para limpiar la superficie interna del cono de secado, es movilizado hacia arriba y abajo por medio de un wincher. En las figuras 75, 76 y 77 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.




Figura 75. Tareas de mantenimiento predictivo al anillo de limpieza

		Industria La Popular, S.A.		Clase de activo
		Planta Detergente, área de mantenimiento		<u>ALI</u>
		MANTENIMIENTO PREDICTIVO		
Encargado(s):	<u>Mecánico</u>	Autorizó:	jefe de mantenimiento	
		Ubicación:	Dentro de torre de secado	Descripción <u>Anillo de limpieza</u>
	Tareas de mantenimiento			
	1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO			
	▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.			
	▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.			
	▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.			
	▪ Revisar temperatura.			
	○ Utilizando cámara termográfica.			
	▪ Revisar vibraciones extrañas.			
	○ Utilizando vibrómetro.			
	2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.			
Herramientas o equipo a utilizar.				
•	Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.			
•	Vibrómetro, útil para calcular las vibraciones del equipo, las causas podrían ser por desajuste o desgaste.			
•	Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el anillo de limpieza.			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



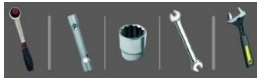


Figura 76. **Tareas de mantenimiento preventivo menor al anillo de limpieza**

	<p>Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento</p>	<p>Clase de activo <u>ALI</u></p>
<p><b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR</b></p>		
<p>Encargado(s)</p>	<p><u>Mecánico y eléctrico</u></p>	<p>Autorizó: jefe de mantenimiento</p>
	<p>Ubicación: Dentro de torre de secado</p>	
<p>Descripción <u>Anillo de limpieza</u></p>		
<p>Tareas de mantenimiento</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Desenergizar equipo, interrumpir la corriente eléctrica del equipo, para evitar accidentes.</li> <li>4. Apriete de tornillería del anillo de limpieza por prevención.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>5. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>6. Luego se debe energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>7. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>8. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>9. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
<p>Herramientas o equipo a utilizar.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li> <li>• Llave inglesa, utilizada para el apriete de tornillería del anillo de limpieza.</li> <li>• Llave combinada para el apriete de tornillería del anillo de limpieza.</li> </ul>		
		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 77. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor al anillo de limpieza**




	<p>Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento</p>	<p>Clase de activo <u>ALI</u></p>
<p>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR</p>		
<p>Encargado(s):</p>	<p><u>Mecánico y eléctrico</u></p>	<p>Autorizó: jefe de mantenimiento</p>
<p>Ubicación: Dentro de torre de secado</p>		
	<p>Descripción <u>Anillo de limpieza</u></p>	
<p>Tareas de mantenimiento</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Desenergizar equipo, interrumpir la corriente eléctrica del equipo, para evitar accidentes.</li> <li>4. Quitar toda la tornillería del equipo.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>5. Cambiar tornillería del equipo, por nueva tornillería.</li> <li>6. Apriete de tornillería nueva.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>7. Revisar estructura general, que no tenga grietas o desgaste.</li> <li>8. Energizar equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>9. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>10. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>11. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
<p>Herramientas o equipo a utilizar.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li> <li>• Llave inglesa, utilizada para el apriete de tornillería del anillo de limpieza.</li> <li>• Llave combinada, herramienta apoyo para el apriete de tornillería del anillo de limpieza.</li> </ul>		
		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.26. Horno



Los hornos de combustión tienen cámaras de combustión y por medio del quemador generan calor. En la figura 78 y 79 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 78. **Tareas de mantenimiento predictivo a horno de combustión**

	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento MANTENIMIENTO PREDICTIVO	Clase de activo <u>HOC</u>
Encargado(s): <u>Mecánico</u> 	Ubicación: Área de secado	Autorizó: jefe de mantenimiento
Descripción <u>Horno de combustión</u> Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"><li>Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>o Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>Revisar vibraciones extrañas.</li></ul></li><li>Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"><li>Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li><li>Hoja de control de inspección VOSO, anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li></ul>		
		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 79. **Tareas de mantenimiento preventivo menor a horno de combustión**




	<p>Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR</p>	<p>Clase de activo <u>HOC</u></p>
<p>Encargado(s): <u>Mecánico y eléctrico</u></p>	<p>Autorizó: jefe de mantenimiento</p>	<p>Ubicación: Área de secado</p>
	<p>Descripción <u>Horno de combustión</u></p>	
<p>Tareas de mantenimiento</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Desarmar equipo, para revisarlo internamente.</li> <li>5. Revisar o cambio de refractario.</li> <li>6. Limpieza de windbox.</li> <li>7. Apriete de tornillería por prevención.             <ul style="list-style-type: none"> <li>● Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>8. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>9. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>10. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.             <ul style="list-style-type: none"> <li>● Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>11. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>12. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
<p>Herramientas o equipo a utilizar</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se utilizaron.</li> <li>● Llaves combinadas.</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.27. Quemador de combustión



El quemador es el encargado de generar calor dentro del horno, por medio de una llama de combustión generada por gas, diesel o bunker. En las figuras 80, 81 y 82 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 80. **Tareas de mantenimiento predictivo a quemador de combustión**

		Industria La Popular, S.A.	Clase de activo <u>QMD</u>
Planta Detergente, área de mantenimiento		MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
Encargado(s):	<u>Mecánico</u>	Autorizó:	jefe de mantenimiento
Ubicación:	Área de secado	Descripción:	<u>Quemador</u>
			
Tareas de mantenimiento			
1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO			
▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.			
▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.			
▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído o el vibrómetro.			
▪ Revisar temperatura.			
o Utilizando cámara termográfica.			
▪ Revisar vibraciones extrañas.			
2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.			
Herramientas o equipo a utilizar			
• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.			
• Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.			
			





Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 81. **Tareas de mantenimiento preventivo menor a quemador de combustión**

	<b>Industria La Popular, S.A.</b> <b>Planta Detergente, área de mantenimiento</b>	<b>Clase de activo</b> <u>QMD</u>
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR</b>		
Encargado(s): <u>Mecánico y eléctrico</u>		Autorizó: jefe de mantenimiento
	Ubicación: Área de secado	Descripción <u>Quemador</u>
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Desarmar equipo, para revisarlo internamente.</li> <li>5. Revisar tren de válvulas y atomizador.</li> <li>6. Limpiar atomizador, orificios y carcasa.</li> <li>7. Apriete de tornillería por prevención.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>8. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>9. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>10. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>11. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>12. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li> <li>• Llaves combinadas.</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 82. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor a quemador de combustión**

	<p>Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento</p>	<p>Clase de activo <u>QMD</u></p>
<p><b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR</b></p>		
<p>Encargado(s):</p>	<p><u>Mecánico y eléctrico</u></p>	<p>Autorizó: jefe de mantenimiento</p>
	<p>Ubicación: Área de secado</p>	<p>Descripción <u>Quemador</u></p>
<p>Tareas de mantenimiento</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Desarmar equipo, para revisarlo internamente.</li> <li>5. Cambiar tren de válvulas y atomizador.</li> <li>6. Limpiar atomizador, orificios y carcasa.</li> <li>7. Apriete de tornillería por prevención.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>8. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>9. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>10. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>11. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>12. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
<p>Herramientas o equipo a utilizar</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llaves combinadas.</li> </ul> </li> </ul>		
		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.28. Tornillo dosificador

Mecanismo dosificador de materia prima, con diseño de tornillo sin fin. En las figuras 83 y 84 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.



Figura 83. Tareas de mantenimiento predictivo al tornillo dosificador

	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento MANTENIMIENTO PREDICTIVO	Clase de activo <u>DFM</u>
Encargado(s): <u>Mecánico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
	Descripción <u>Tornillo dosificador</u>	
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"><li>Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído o el vibrómetro.</li><li>Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>Revisar vibraciones extrañas.<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizando vibrómetro.</li></ul></li></ul></li><li>Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"><li>Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li><li>Vibrómetro, útil para calcular las vibraciones del equipo y las causas podrían ser por desajuste o desgaste.</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li></ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



Figura 84. **Tareas de mantenimiento preventivo menor a tornillo dosificador**


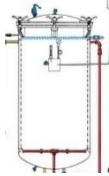


	<p>Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento</p>	<p>Clase de activo <u>DFM</u></p>
<p><b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR</b></p>		
<p>Encargado(s):</p>	<p><u>Mecánico y eléctrico</u></p>	<p>Autorizó: jefe de mantenimiento</p>
	<p>Descripción <u>Tornillo dosificador</u></p>	<p>Ubicación: Área de transporte neumático</p>
<p>Tareas de mantenimiento</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Desarmar equipo, para revisarlo internamente.</li> <li>5. Revisar cojinetes, si es necesario cambiarlo.</li> <li>6. Revisar chumacera, si es necesario cambiarlo.</li> <li>7. Lubricar cojinetes.</li> <li>8. Revisar aspas y eje del tornillo dosificador, si es necesario realizar reparación.</li> <li>9. Apriete de tornillería por prevención.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>10. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>11. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>12. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>13. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>14. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
<p>Herramientas o equipo a utilizar</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li> <li>• Llaves, lubricante y cojinetes.</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.29. Autoclave


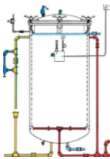
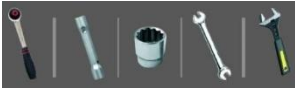


Es un recipiente de presión metálico de paredes gruesas con un cierre hermético que permite trabajar a alta presión por medio de vapor de agua. En las figuras 85, 86 y 87 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 85. Tareas de mantenimiento predictivo a autoclaves

	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento MANTENIMIENTO PREDICTIVO	Clase de activo <u>AUT</u>
	Encargado(s): <u>Mecánico</u> Ubicación: Área de silicato	Autorizó: fe de mantenimiento
Descripción <u>Autoclave</u>		
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"><li>Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste</li><li>Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.</li><li>Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>Revisar vibraciones extrañas.<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizando vibrómetro.</li></ul></li></ul></li><li>Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>		
Herramientas o equipo a utilizar.		
<ul style="list-style-type: none"><li>Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li><li>Vibrómetro, útil para calcular las vibraciones del equipo, las causas podrían ser por desajuste o desgaste.</li></ul>		
 		
<ul style="list-style-type: none"><li>Hoja de control de inspección VOSO y anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li></ul>		


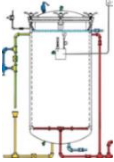
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 86. **Tareas de mantenimiento preventivo menor a autoclaves**

	<p>Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR</b></p>	<p>Clase de activo <u>AUT</u></p>	
	<p>Encargado(s): <u>Mecánico y eléctrico</u>      Autorizó: jefe de mantenimiento Ubicación: Área de silicato</p>		
	<p>Descripción <u>Autoclave</u></p>		
	<p>Tareas de mantenimiento</p>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Desenergizar equipo, interrumpir la corriente eléctrica del equipo, para evitar accidentes.</li> <li>4. Apriete de tornillería por prevención.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>5. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>6. Cambiar válvula de entrada y de salida de autoclave.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>7. Luego se debe energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>8. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>9. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>10. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
	<p>Herramientas o equipo a utilizar.</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li> <li>• Llave inglesa, utilizada para el apriete de tornillería del equipo.</li> <li>• Llave combinada para el apriete de tornillería del equipo.</li> <li>• Válvulas de compuerta.</li> </ul>		
			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 87. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor a autoclaves**




	Industria La Popular, S.A.	Clase de activo
	Planta Detergente, área de mantenimiento <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR</b>	<u>AUT</u>
	Encargado(s): <u>Mecánico y eléctrico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento
	Ubicación: Área de silicato	Descripción <u>Autoclave</u>
	Tareas de mantenimiento	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Desenergizar equipo, interrumpir la corriente eléctrica del equipo, para evitar accidentes.</li> <li>4. Quitar tornillería del equipo.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>5. Cambiar tornillería del equipo, por nueva tornillería.</li> <li>6. Apriete de tornillería nueva.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>7. Revisar estructura general, que no tenga grietas o desgaste.</li> <li>8. Cambiar válvulas de entrada y salida de autoclave.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>9. Energizar equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>10. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>11. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>12. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>	
	Herramientas o equipo a utilizar	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li> <li>• Llave inglesa, utilizada para el apriete de tornillería del equipo.</li> <li>• Llave combinada, herramienta apoyo para el apriete de tornillería del equipo.</li> <li>• Válvulas de compuerta.</li> <li>• Tornillos con tuerca.</li> </ul>	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.30. Polipasto





Son equipos utilizados para levantar cargas pesadas por medio de poleas y una cadena. En las figuras 88, 89 y 90 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 88. **Tareas de mantenimiento predictivo a polipastos**

	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento <b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>	Clase de activo <u>POW</u>
Encargado(s): <u>Mecánico y eléctrico</u>		Autorizó: jefe de mantenimiento
	Descripción <u>Polipasto</u>	
	Tareas de mantenimiento	
	<ol style="list-style-type: none"><li>Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO<ul style="list-style-type: none"><li>Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.</li><li>Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.</li><li>Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.<ul style="list-style-type: none"><li>Revisar temperatura.<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizando cámara termográfica.</li></ul></li><li>Revisar vibraciones extrañas.</li></ul></li></ul></li><li>Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.</li></ol>	
	Herramientas o equipo a utilizar	
	<ul style="list-style-type: none"><li>Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.</li><li>Hoja de control de inspección VOSO, anotar el estado en el que se encontró el equipo.</li></ul>	
		





Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 89. **Tareas de mantenimiento preventivo menor a polipastos**

	Industria La Popular, S.A.	Clase de activo <u>POW</u>
Planta Detergente, área de mantenimiento		
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR		
Encargado(s):	<u>Mecánico y eléctrico</u>	Autorizó:
		jefe de mantenimiento
	Ubicación: Áreas de silicato y transporte neumático	
Descripción <u>Polipasto</u>		
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Revisar o cambiar botonera.</li> <li>5. Ajustar y engrasar cadena.</li> <li>6. Limpieza estructura general.</li> <li>7. Apriete o cambio de tornillería por prevención.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>8. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>9. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>10. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>11. Revisar el funcionamiento del disco de freno.</li> <li>12. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>13. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se utilizaron.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llaves combinadas, grasa y tornillería.</li> </ul> </li> </ul>		
		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 90. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor a polipastos**





	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento	Clase de activo <u>POW</u>
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR</b>		
Encargado(s):	<u>Mecánico y eléctrico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento
	Ubicación: Áreas de silicato y transporte neumático	
Descripción <u>Polipasto</u>		
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li><li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li><li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li><li>4. Revisar o cambiar botonera y revisar o cambiar cadena.</li><li>5. Ajustar y engrasar cadena.</li><li>6. Desarmar equipo, para verlo internamente.</li><li>7. Revisar, reparar o cambiar nuez y piñón.</li><li>8. Revisar eje, estator y rotor.</li><li>9. Revisar o cambiar disco de freno.</li><li>10. Limpieza estructura general.</li><li>11. Apriete o cambio de tornillería por prevención.<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li></ul></li><li>12. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li><li>13. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li><li>14. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar anomalías.</li></ul></li><li>15. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li><li>16. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li></ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se utilizaron.</li><li>• Llaves combinadas, grasa y tornillería.</li></ul>		
		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.31. Molino

Son máquinas diseñadas para moler o pulverizar producto sólido por medio de martillos dentro del molino. En las figuras 91 y 92 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.



Figura 91. **Tareas de mantenimiento predictivo a molino pulverizador**

		Industria La Popular, S.A.		Clase de activo
		Planta Detergente, área de mantenimiento		<u>MOL</u>
		MANTENIMIENTO PREDICTIVO		
Encargado(s): <u>Mecánico</u>		Autorizó: efe de mantenimiento		
	Descripción <u>Molino pulverizador</u>			
	Tareas de mantenimiento			
	1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO			
	▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.			
	▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.			
	▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído y/o el vibrómetro.			
	▪ Revisar temperatura.			
	o Utilizando cámara termográfica.			
	▪ Revisar vibraciones extrañas.			
	o Utilizando el vibrómetro.			
	2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.			
	Herramientas o equipo a utilizar			
	• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.			
	• Vibrómetro, útil para calcular las vibraciones del equipo, las causas podrían ser por desajuste o desgaste.			
				
	• Hoja de control de inspección VOSO, anotar el estado en el que se encontró el equipo.			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



Figura 92. **Tareas de mantenimiento preventivo mayor a molino pulverizador**





	<p>Industria La Popular, S.A.          Planta Detergente, área de mantenimiento  <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MAYOR</b></p>	<p>Clase de activo  <u>MOL</u></p>
<p>Encargado(s):</p>	<p><u>Mecánico y eléctrico</u></p>	<p>Autorizó: jefe de mantenimiento</p>
	<p>Ubicación: Área de bombas</p>	
<p>Descripción <u>Molino pulverizador</u></p>		
<p>Tareas de mantenimiento</p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li> <li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li> <li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li> <li>4. Desarmar equipo, para revisarlo internamente.</li> <li>5. Revisar o cambiar retenedor, cojinete, martillo y faja.</li> <li>6. Cambiar y tensar faja.</li> <li>7. Limpieza de martillos y estructura general.</li> <li>8. Revisar o cambiar sello mecánico.</li> <li>9. Revisar o cambiar tamiz, si tuviera alguna grieta o agujero.</li> <li>10. Apriete de tornillería por prevención.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una llave inglesa o combinada.</li> </ul> </li> <li>11. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li> <li>12. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento.</li> <li>13. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar anomalías.</li> </ul> </li> <li>14. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li> <li>15. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li> </ol>		
<p>Herramientas o equipo a utilizar</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se utilizaron.</li> <li>• Llaves combinadas, tamiz, retenedor, cojinetes y sello mecánico.</li> </ul>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

### 2.2.2.32. Válvula rotativa





Equipos utilizados para el transporte neumáticos de materiales sólidos. En las figuras 93 y 94 se describen las tareas de mantenimiento propuestas.

Figura 93. **Tareas de mantenimiento predictivo a válvula rotativa**

	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento <b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>	Clase de activo <u>VLR</u>
Encargado(s): <u>Mecánico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento	
	Ubicación: Área de transporte neumático	
Descripción <u>Válvula rotativa</u>		
Tareas de mantenimiento		
1. Realizar una ruta de inspección por medio de un análisis VOSO		
▪ Ver estado de estructura, que no tenga grietas o desgaste.		
▪ Ver estado de tornillería, que este ajustada, que no falten tornillos y que no esta quebrada.		
▪ Revisar ruidos extraños, que podrían ser ocasionados por algo flojo y así producir vibraciones. Se puede hacer por medio del oído o del vibrómetro.		
▪ Revisar temperatura.		
○ Utilizando cámara termográfica.		
▪ Revisar vibraciones extrañas.		
○ Utilizando vibrómetro.		
2. Anotar el análisis de la inspección del equipo en el reporte de análisis VOSO.		
Herramientas o equipo a utilizar		
• Cámara termográfica, la cual sirve para medir la temperatura del equipo.		
• Vibrómetro, útil para calcular las vibraciones del equipo, las causas podrían ser por desajuste o desgaste.		
 		
• Hoja de control de inspección VOSO, anotar el estado en el que se encontró el equipo.		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Figura 94. **Tareas de mantenimiento preventivo menor a válvula rotativa**

	Industria La Popular, S.A. Planta Detergente, área de mantenimiento	Clase de activo <u>VLR</u>
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENOR</b>		
Encargado(s):	<u>Mecánico y eléctrico</u>	Autorizó: jefe de mantenimiento
		Ubicación: Área de transporte neumático
	Descripción <u>Válvula rotativa</u>	
Tareas de mantenimiento		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Parar el equipo si se encuentra funcionando.</li><li>2. Bloqueo y etiquetado de equipo, para resguardo y seguridad del personal.</li><li>3. Interrumpir el paso de corriente eléctrica para evitar accidentes.</li><li>4. Revisar estructura general, que no tenga grietas, desgaste o cualquier anomalía.</li><li>5. Revisar o cambiar sello mecánico.</li><li>6. Revisar o cambiar flange.</li><li>7. Lubricar chumacera.</li><li>8. Revisar o cambiar retenedor de chumaceras.</li><li>9. Revisar chumacera.</li><li>10. Revisar eje y cuña de flecha.</li><li>11. Energizar el equipo, para proceder a probar su funcionamiento y conductor.</li><li>12. Limpieza del equipo.</li><li>13. Probar equipo, ver durante unos minutos que no falle y todo este correcto.<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisar anomalías.</li></ul></li><li>14. Limpiar el área de trabajo, de cualquier suciedad que se haya dejado por alguna actividad realizada durante el mantenimiento al equipo.</li><li>15. Anotar el análisis de la inspección y prevención del equipo en el reporte de turno.</li></ol>		
Herramientas o equipo a utilizar		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Hoja de control de reporte de turno, reportando el estado del equipo y las actividades de mantenimiento que se realizaron.</li><li>• Llaves combinadas.</li></ul>		
 		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Para poder realizar las tareas de mantenimiento predictivas y preventivas de forma correcta, se sugiere comprar los siguientes equipos alineador de ejes SKF y un Multímetro fluke 87 V/i410 KIT combinado.

### 2.3. Indicadores de mantenimiento

Los indicadores que se deben calcular para garantizar el plan de mantenimiento, deben ser calculados por el supervisor eléctrico y coordinador de mantenimiento, para luego ser revisados por el jefe de mantenimiento y con base en estos tomar las decisiones correspondientes. Los indicadores son los siguientes:

- Indicadores de gestión de equipos
  - Tiempo medio entre fallas: es un indicador que mide los procesos internos del mantenimiento, nos indica cual es la frecuencia de falla de un equipo y se recomienda medirlo semanal. El valor de meta se recomienda que sea superior a 400 horas, se calcula con la siguiente fórmula:

$$TMEF = \frac{NOIT\ HROP}{\sum NTMC}$$

Dónde:

$TMEF$  = tiempo medio entre fallas.

$NOIT\ HROP$  = horas período.

$\sum NTMC$  = cantidad de fallas.

Este indicador se calculará por el coordinador de mantenimiento y revisado por el jefe de mantenimiento, se calculará con una frecuencia semanal

y se registrará en un documento de Excel analizándose con un diagrama de pareto.

- Tiempo medio para reparación: es un indicador que mide los procesos internos del mantenimiento, indica el tiempo promedio utilizado para hacer reparaciones en un equipo y se recomienda medirlo semanalmente. Es un indicador que debe ir en disminución y la meta depende de la planta, se calcula con la siguiente fórmula:

$$TMPR = \frac{\sum HTMC}{NTMC}$$

Dónde:

$TMPR$  = tiempo medio para reparaciones.

$\sum HTMC$  = total de horas de intervenciones correctivas.

$NTMC$  = cantidad de fallas detectadas.

Este indicador se calculará por el coordinador de mantenimiento y revisado por el jefe de mantenimiento, se calculará con una frecuencia semanal y se registrará en un documento de Excel analizándose con un diagrama de barras.

- Disponibilidad: es el indicador más importante de mantenimiento, ya que indica el tiempo que esta disponible un equipo para formar parte de un proceso productivo. El valor de la meta debe superar el 90 %, se recomienda calcularlo cada semana con la siguiente fórmula:

$$Disponibilidad = \frac{HROP}{HROP + HTMN} * 100$$

Dónde:

*HROP* = horas de operación.

*HTMN* = horas empleadas de mantenimiento.

Este indicador se calculará por el supervisor eléctrico y revisado por el jefe de mantenimiento, se calculará con una frecuencia semanal y se registrará en un documento de Excel analizándose con un diagrama de barras.

#### 2.4. Costos del plan de mantenimiento

Los costos para la implementación del plan de mantenimiento propuesto se presentan a continuación, en la tabla LXXXII:

Tabla LXXXII. Costos del plan de mantenimiento

<b>Descripción</b>	<b>Costos</b>
Servicio empresa externa	Q16,200.00
Repuestos	Q35,000.00
Materiales e insumos	Q 5,000.00
Alineador de ejes SKF	Q58,213.00
<b>Total de costos</b>	<b>Q114,413.00</b>

Fuente: elaboración propia realizado con Microsoft Excel.



### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN. DISEÑO DE LA MEJORA DEL CAMBIO DE BOBINA DE EMPAQUE PARA LA PLANTA DETERGENTE**

#### **3.1. Análisis de la situación actual**

Para analizar la situación actual del cambio de bobina de empaque para la planta detergente, se realizaron entrevistas no estructuradas a los supervisores de empaque para identificar los factores que generan los problemas en el área. También se realizó la observación directa de los procesos para el traslado y cambio de bobina de empaque, identificando el flujo del trabajo, ambiente laboral, a los responsables e involucrados en el proceso.

##### **3.1.1. Diagrama de Ishikawa**

A continuación, se presenta el diagrama de causa y efecto utilizado para el análisis del área de empaque de la planta.

El problema identificado es la falta de espacio entre las líneas y el inadecuado traslado de las bobinas de empaque y su efecto son los desperdicios de bobina de empaque. Los hallazgos se clasifican en las categorías presentadas a continuación:

- Métodos
  - Falta de estandarización del proceso del traslado y cambio de bobina de empaque.

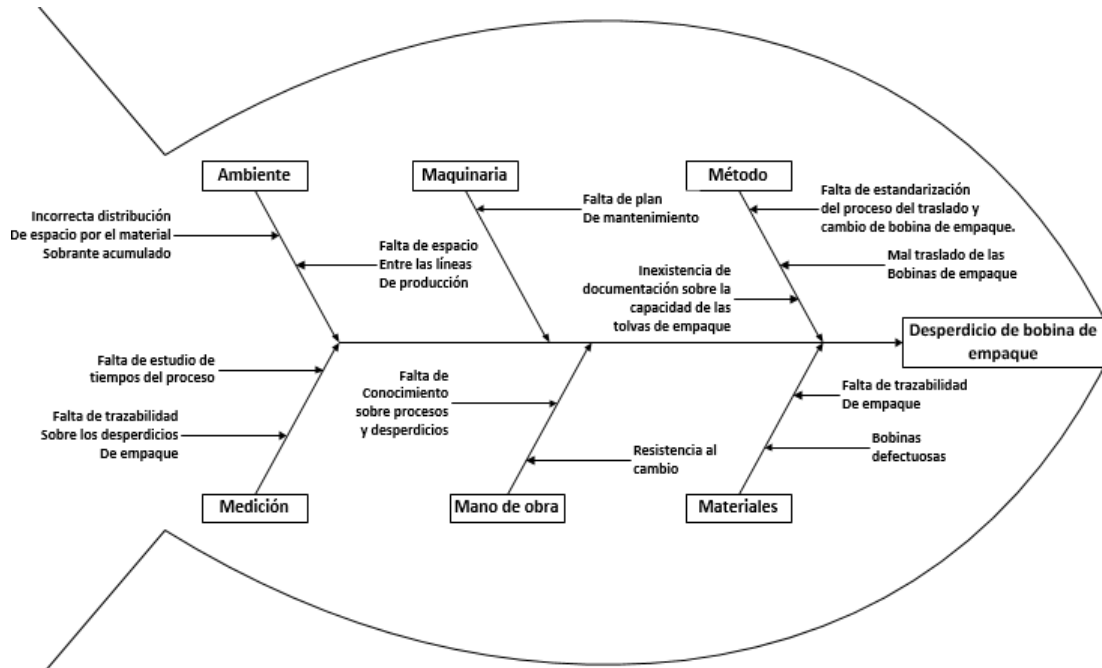


- Mal traslado de las bobinas, por falta de recursos y espacio entre las líneas de producción.
- Inexistencia de documentación sobre la capacidad de las tolvas de empaque.
- Mano de obra
  - La resistencia al cambio es un problema para las personas, ya que se encuentran cerradas a modificar ciertas operaciones del proceso.
  - Falta de capacitación sobre procesos y desperdicios, tanto para los operadores, como para los supervisores de empaque.
- Medición
  - Falta de estudio de tiempos del proceso de cambio y traslado de bobinas de empaque.
  - Falta trazabilidad sobre los desperdicios de empaque.
- Maquinaria
  - Falta de plan de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinaria de empaque.

- Material
  - Falta trazabilidad de empaque, por desperdicios de traslado y por sobrantes de la bobina.
  - Se presentan defectos en algunas bobinas de empaque que vienen muy ajustadas al tubo core.
  
- Medio ambiente
  - Incorrecta distribución del espacio por el material sobrante acumulado ubicado de manera incorrecta reduce el espacio de trabajo.
  - Falta de espacio entre líneas de producción y esto produce retrasos de movilización de las bobinas.

En la figura 95 se muestra el diagrama de Ishikawa, el cual representa las causas y efectos del área de empaque.

Figura 95. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

Después de haber realizado el diagrama de Ishikawa, se utilizarán cuatro criterios para evaluar y analizar las causas obtenidas para cada hallazgo, los criterios en forma de pregunta son los siguientes:

- ¿La solución es de bajo costo?
- ¿La solución se puede medir si funcionó?
- ¿Esta causa afecta directamente el problema?
- Si la causa se elimina, ¿se corrige el problema?

Con estos cuatro criterios analizados se busca encontrar la causa raíz que genera el efecto.

Para los puntajes establecidos para los criterios a evaluar, se utilizó el método ponderado de la siguiente manera:

- Bajo: 2
- Medio: 4
- Alto: 6

Luego se realizó la suma acumulada de cada causa evaluada, para comparar cada una de ellas y verificar cuál es la que presenta un mayor puntaje. En la tabla LXXXIII se detallan las causas con los criterios a evaluar y los totales.

Tabla LXXXIII. **Cuadro de análisis de las causas y efectos**

CAUSAS	SOLUCIONES	CRITERIOS				TOTALES	
		MÉTODO	SOLUCIÓN	BAJO COSTO	MEDIBLE		CAUSA DIRECTA
Falta de estandarización del proceso de traslado y cambio de bobina de empaque	Elaborar documentación de estudio de tiempos		6	6	6	4	22
Mal traslado de las bobinas de empaque	Elaborar procedimiento y comprar equipo necesario		6	4	6	4	20
Inexistencia de documentación sobre capacidad de las tolvas de empaque	Elaborar documentación sobre las capacidades		6	4	6	4	20

Continuación tabla LXXXIII.

<b>MANO DE OBRA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>BAJO COSTO</b>	<b>MEDIBLE</b>	<b>CAUSA DIRECTA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	
Falta de conocimiento sobre procesos y desperdicios	Capacitar al personal sobre los procesos de la empresa	6	6	4	2	18
Resistencia al cambio	Capacitar al personal sobre los temas involucrados en el cambio	4	2	2	2	10
<b>CAUSAS</b>	<b>SOLUCIONES</b>	<b>CRITERIOS</b>				<b>TOTALES</b>
<b>MEDICIÓN</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>BAJO COSTO</b>	<b>MEDIBLE</b>	<b>CAUSA DIRECTA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	
Falta de estudio de tiempos del proceso	Elaborar estudio de tiempos	4	2	2	2	10
Falta trazabilidad sobre los desperdicios de empaque	Realizar un registro para la trazabilidad de desperdicios	6	2	4	2	14
<b>MAQUINARIA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>BAJO COSTO</b>	<b>MEDIBLE</b>	<b>CAUSA DIRECTA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	
Falta de plan de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinaria del área	Elaborar plan de mantenimiento	2	2	2	2	8

Continuación tabla LXXXIII.

<b>MATERIAL</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>BAJO COSTO</b>	<b>MEDIBLE</b>	<b>CAUSA DIRECTA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	
Falta de trazabilidad de empaque deteriorado	Diseñar un registro para historial de empaque deteriorado	2	4	2	2	10
Bobinas defectuosas	Elaborar documentos que registren la inspección de las bobinas que ingresan	2	4	4	2	12
<b>MEDIO AMBIENTE</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	<b>BAJO COSTO</b>	<b>MEDIBLE</b>	<b>CAUSA DIRECTA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>	
Incorrecta distribución del espacio por el material sobrante acumulado	Distribuir correctamente los espacios de almacenaje de empaques	2	6	2	2	12
Falta de espacio entre las líneas de producción	Elaborar una sola plataforma para las 4 líneas de producción	6	6	4	4	20

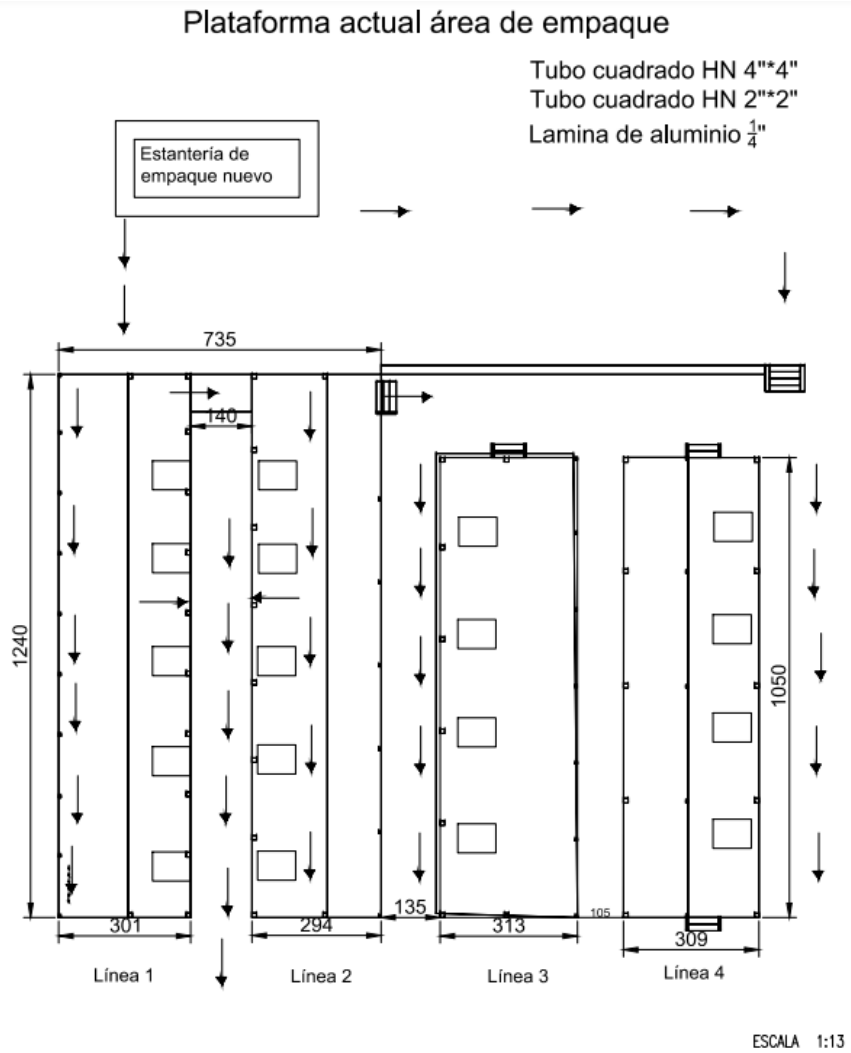
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Del análisis anterior se establece que la causa raíz es la falta de estandarización del proceso de traslado y cambio de bobina de empaque.

### **3.1.2. Descripción del área**

El área de empaque actualmente está formada por 4 plataformas diferentes para las 4 líneas de empaque (ver figuras 96 y 97), las plataformas no se encuentran al mismo nivel para las líneas de empaque y la distancia entre las líneas de empaque es reducido lo cual genera retrasos en el traslado de las bobinas de empaque. A continuación, en las siguientes figuras se muestra un diagrama vista planta e isométrico del área de empaque con sus medidas y se puede observar como están distribuidas las 18 máquinas llenadoras en las 4 líneas de empaque.

Figura 96. **Plataforma actual vista planta**

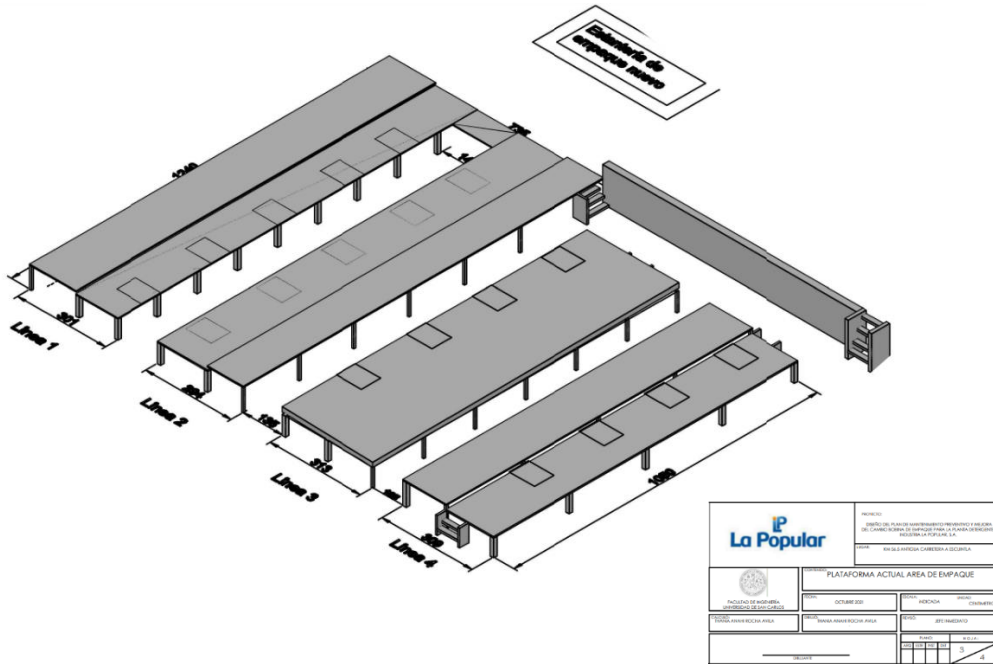


SIMBOLOGÍA	
→	RUTA TRASLADO ACTUAL POR PLATAFORMA
□	MAQUINARIA

Fuente: elaboración propia, realizado con el software AutoCAD.



Figura 97. **Plataforma actual vista isométrico**



Fuente: elaboración propia, realizado con el software AutoCAD.

El espacio entre las líneas de empaque es reducido y el desnivel entre las líneas se muestra en las siguientes figuras 98 y 99.

Figura 98. **Espacio entre líneas de empaque**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Industria La Popular, S.A. Escuintla.2021). Colección particular: Escuintla.

Figura 99. **Desnivel entre las plataformas**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha]. (Industria La Popular, S.A. Escuintla.2021). Colección particular: Escuintla.

### **3.1.3. Descripción del proceso**

A continuación, se analiza cada paso del proceso actual del traslado y cambio de las bobinas de empaque.

- Paso 1: consiste en trasladar las bobinas de empaque de las estanterías hacia la parte de atrás de las máquinas llenadoras, los operadores de máquina son los encargados de realizar el traslado, ellos lo realizan rodando las bobinas sobre la superficie del suelo y plataforma, la superficie no se encuentra lisa y debido a esto la bobina de empaque no es trasladada en condiciones óptimas para el operador y el empaque. Rodar las bobinas en el suelo arruina el empaque, lo cual genera desperdicios.

Para el personal no es la manera adecuada para realizar el traslado de las bobinas de empaque desde el punto de vista ergonómico, sin embargo, el personal no cuenta con equipo adecuado para realizar el traslado.

- Paso 2: luego se procede a cortar el desperdicio de la bobina de empaque nueva, ocasionado por el mal traslado de la misma.
- Paso 3: se procede a parar la máquina, para el cambio de bobina.
- Paso 4: luego se debe levantar el rodillo del desenrollador.
- Paso 5: cortar la película de empaque de la bobina actual colocada en la máquina.
- Paso 6: quitar el tubo core actual del desenrollador, asegurarse de que este se haya acabado y sino reportarlo al supervisor de empaque.
- Paso 7: se coloca la bobina de empaque nueva en el desenrollador, hay bobinas que son muy pesadas y los operadores no utilizan nada para su seguridad.
- Paso 8: se realiza el empalme de las películas de empaque que estaba colocada y la bobina de empaque nueva, colocándole cinta adhesiva transparente.
- Paso 9: se baja el rodillo para el ajuste de la bobina de empaque nueva.
- Paso 10: cortar película de empaque de la bobina nueva, hasta llegar al empalme.
- Paso 11: se procede a encender la máquina y verificar que funcione bien.

### **3.1.3.1. Tiempos del proceso**

La empresa no tiene establecidos los tiempos del proceso de traslado y cambio de bobina de empaque. El número de observaciones del proceso se determinó por medio del método general electric, el tiempo estimado del proceso es de 5 a 10 minutos, ver anexo 1. Por lo que se realizó un estudio de tiempos utilizando 10 ciclos para los tiempos cronometrados del proceso, luego se determinó el tiempo promedio, los tiempos normales y finalmente los tiempos estándar.

Los tiempos cronometrados del proceso se realizaron por medio del método cronometrado acumulado, ya que es más exacto que el método cronometrado vuelta a cero para tiempos cortos. El operador que se eligió para el estudio de tiempo es un tipo de trabajador representativo promedio.

A continuación, en la tabla se presentan los tiempos cronometrados del proceso y los tiempos promedios, ver tabla LXXXIV.

Tabla LXXXIV. **Tiempos cronometrados del proceso**

Elemento	Tiempo cronometrado (segundos)										Tiempo promedio de operación (segundos)	Tiempo promedio de operación (minutos)
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10		
Traslado de bobina de empaque	250	280	310	305	350	270	310	312	285	290	48:00	<b>04:56</b>
Cortar desperdicio de bobina nueva	20	18	20	15	22	20	17	22	18	20	48:00	<b>00:19</b>
Parar la máquina	10	10	8	5	8	7	10	8	8	6	00:00	<b>00:08</b>
Levantar rodillo del desenrollador	5	4	4	6	5	4	5	5	5	6	36:00	<b>00:05</b>
Cortar película de empaque de la bobina actual	10	8	10	12	7	8	7	10	8	7	48:00	<b>00:09</b>
Quitar tubo core actual del desenrollador	5	8	5	6	5	5	6	5	6	7	12:00	<b>00:06</b>
Colocar la bobina de empaque nueva en el desenrollador	25	20	25	30	28	27	28	28	30	27	12:00	<b>00:27</b>
Realizar y corroborar empalme de las películas de empaque	10	5	10	6	5	5	5	7	5	5	12:00	<b>00:06</b>
Bajar rodillo para ajustar bobina de empaque	3	5	4	4	5	3	3	4	5	5	24:00	<b>00:04</b>
Cortar película de empaque de la bobina nueva, hasta llegar al empalme	25	20	20	12	18	16	15	15	17	16	36:00	<b>00:17</b>
Encender la máquina y verificar que funcione bien	20	10	10	8	9	8	10	5	5	7	48:00	<b>00:09</b>
<b>TIEMPO PROMEDIO DE OPERACIÓN</b>												<b>06:47</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Con base al análisis anterior, se puede observar que el tiempo promedio del proceso de traslado y cambio de bobina de empaque es de 6 minutos con 47 segundos.

Los tiempos normales se calcularán con la siguiente fórmula:

$$T_{normal} = T_{promedio\ operación} \times (1 + Factor_{calificación})$$

Siendo el factor de calificación calculado por medio del sistema de *Westinghouse*, ver anexo 2.

$$Factor_{calificación} = Habilidad + Esfuerzo + Condiciones + Consistencia$$

A continuación, en la tabla LXXXV se encuentra el tiempo normal del proceso, de acuerdo con el tiempo promedio de operación (TMO) y el factor de calificación analizado.

- Elemento: traslado de bobina de empaque
  - Tiempo promedio de operación (min): 04:56
  - Habilidad: Buena C1 0.060
  - Esfuerzo: Excelente B2 0.080
  - Condiciones: Aceptable E – 0.030
  - Consistencia: Buena C 0.010
    - Fator de calificación:  $0.060+0.080+(-0.030)+0.010 = 0.12$
    - Tiempo normal (min):  $4:56 * (1+0.12) = 5:32$  minutos

- Elemento: cortar desperdicio de bobina nueva.
  - Tiempo promedio de operación (min): 00:19
  - Habilidad: Excelente B1 0.110
  - Esfuerzo: Excelente B1 0.100
  - Condiciones: Buenas C 0.020
  - Consistencia: Buena C 0.010
- Fator de calificación: = 0.110+0.100+0.020+0.010 = 0.24
- Tiempo normal (min): 00:19 \* (1+0.24) = 00:24 minutos

**Tabla LXXXV. Tabla de tiempos normales**

Elemento	Tiempo promedio de operación (min)	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Factor de calificación	Tiempo normal (min)	Suplementos	Tiempo estándar (min)	
Traslado de bobina de empaque	04:56	Buena C1	Excelente B2	Aceptable E	Buena C	0.12	05:32	0.360	07:31	
Cortar desperdicio de bobina nueva	00:19	Excelente B1	Excelente B1	Buenas C	Buena C	0.24	00:24	0.120	00:27	
Parar la máquina	00:08	Extrema A2	Excelente B2	Ideales A	Excelente B	0.30	00:10	0.120	00:12	
Levantar rodillo del desenrollador	00:05	Extrema A1	Regular D	Buenas C	Perfecta A	0.21	00:06	0.120	00:07	
Cortar película de empaque de la bobina actual	00:09	Extrema A1	Regular D	Buenas C	Perfecta A	0.21	00:11	0.120	00:12	
Quitar tubo core actual del desenrollador	00:06	Excelente B1	Regular D	Buenas C	Perfecta A	0.17	00:07	0.120	00:08	
Colocar la bobina de empaque nueva en el desenrollador	00:27	Excelente B1	Excelente B1	Aceptable E	Excelente B	0.21	00:32	0.340	00:43	
Realizar y corroborar empalme de las películas de empaque	00:06	Extrema A1	Excelente B1	Ideales A	Perfecta A	0.35	00:09	0.120	00:10	
Bajar rodillo para ajustar bobina de empaque	00:04	Extrema A1	Buena C1	Buenas C	Perfecta A	0.26	00:05	0.120	00:06	
Cortar película de empaque de la bobina nueva, hasta llegar al empalme	00:17	Extrema A1	Buena C1	Regulares D	Excelente B	0.23	00:21	0.120	00:24	
Encender la máquina y verificar que funcione bien	00:09	Extrema A1	Buena C2	Ideales A	Perfecta A	1.30	00:21	0.120	00:24	
<b>TIEMPO PROMEDIO DE OPERACIÓN</b>	<b>06:47</b>	<b>TIEMPO NORMAL (MIN)</b>						<b>07:58</b>	<b>TIEMPO ESTÁNDAR DEL PROCESO</b>	<b>10:22</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

El tiempo normal del proceso fue de 7 minutos con 58 segundos, luego de haber calculado los tiempos normales, se procede al cálculo de los tiempos estándar del proceso los cuales se calcularon con la siguiente fórmula:

$$T_{estándar} = T_{Normal} \times (1 + \%Suplementos)$$

En donde el tiempo normal fue calculado con el tiempo cronometrado por el factor de calificación y el porcentaje de suplementos los cuales son factores de las condiciones de trabajo. La tabla utilizada para el porcentaje de suplementos se encuentra en el anexo 3.

Para determinar los suplementos del proceso se siguieron los siguientes pasos:

- Seleccionar al operador
- Analizar las actividades del proceso
- Registrar los valores elementales
- Calificación de la actuación del operador
- Presentar los resultados finales del estudio

Los suplementos se toman en cuenta para compensar los tiempos que no se tienen contemplados como factores no controladores que son trabajar de pie, fatiga, retrasos personales, demoras, entre otros. En la tabla LXXXVI, se pueden ver el análisis de los suplementos para cada paso del proceso.



Tabla LXXXVI. **Análisis de los suplementos**

<b>Paso 1. Traslado de bobina de empaque.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura incómoda	2
Uso de fuerza, 30 kg	17
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo fatigoso	2
Sonido continuo	0
Proceso complejo	4
Trabajo+ monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	<b>36</b>
<b>Paso 2. Cortar desperdicio de bobina nueva.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	<b>12</b>
<b>Paso 3. Parar la máquina.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4

Continuación de la tabla LXXXVI.

<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	12
<b>Paso 4. Levantar rodillo del desenrollador.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	12
<b>Paso 5. Cortar película de empaque de la bobina actual.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0

Continuación de la tabla LXXXVI.

Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo bastante monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	12

**Paso 6. Quitar tubo core actual del desenrollador.**

<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	12
<b>Paso 7. Colocar la bobina de empaque nueva en el desenrollador.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura incómoda	2
Uso de fuerza, 30 kg	17
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de precisión o fatigoso	2
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1

Continuación de la tabla LXXXVI.

Trabajo bastante monótono	1
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	34
<b>Paso 8. Realizar y corroborar empalme de las películas de empaque.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	12
<b>Paso 9. Bajar rodillo para ajustar bobina de empaque.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	12

Continuación de la tabla LXXXVI.

<b>Paso 10. Cortar película de empaque de la bobina nueva, hasta llegar al empalme.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	<b>12</b>
<b>Paso 11. Encender la máquina y verificar que funciona bien.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	<b>12</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Luego de haber realizado el análisis de las actividades del proceso de traslado y cambio de bobina de empaque, se presentan a continuación los tiempos estándar del proceso en la siguiente tabla LXXXVII.

Tabla LXXXVII. **Tiempos estándar del proceso**

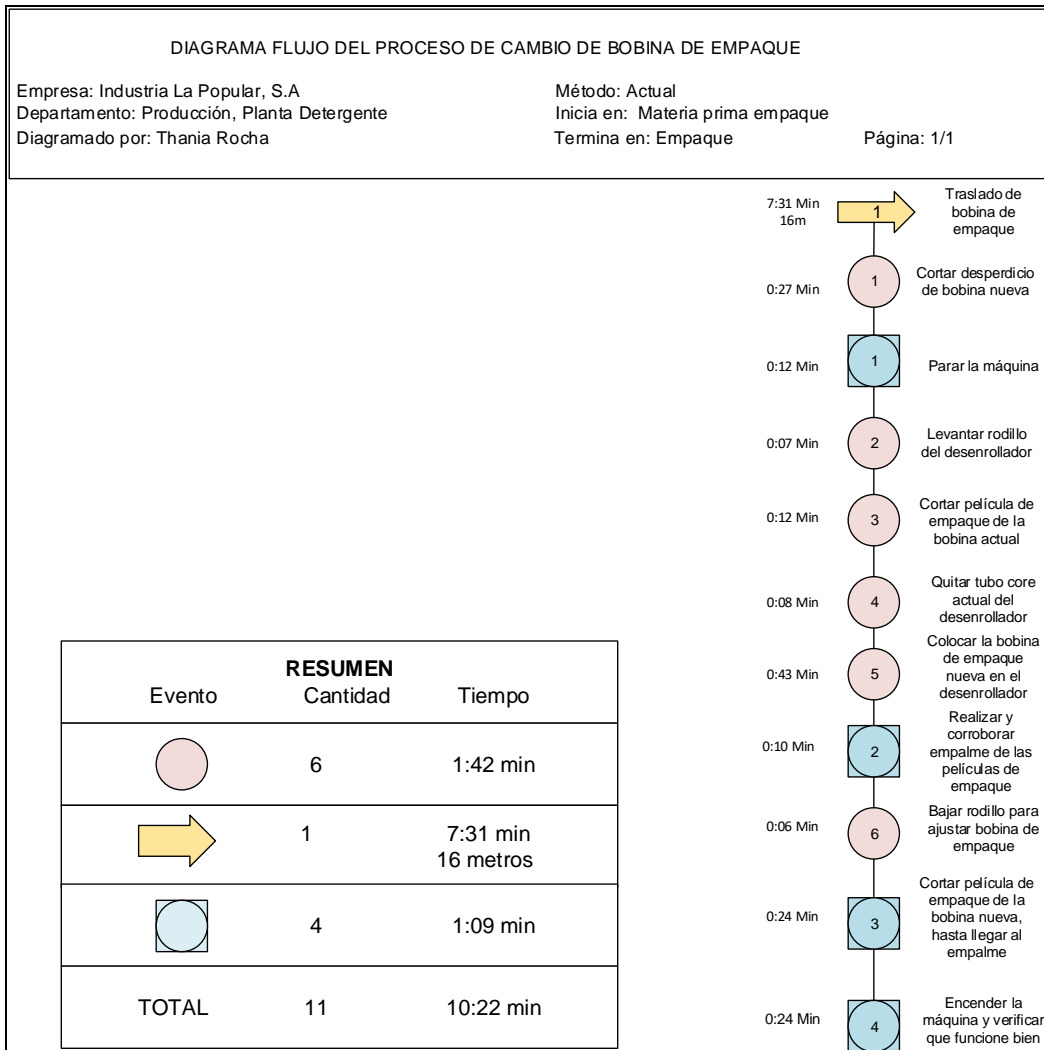
<b>Elemento</b>	<b>Tiempo normal (min)</b>	<b>Suplementos</b>	<b>Tiempo estándar (min)</b>
Traslado de bobina de empaque	05:32	0.360	07:31
Cortar desperdicio de bobina nueva	00:24	0.120	00:27
Parar la máquina	00:10	0.120	00:12
Levantar rodillo del desenrollador	00:06	0.120	00:07
Cortar película de empaque de la bobina actual	00:11	0.120	00:12
Quitar tubo core actual del desenrollador	00:07	0.120	00:08
Colocar la bobina de empaque nueva en el desenrollador	00:32	0.340	00:43
Realizar y corroborar empalme de las películas de empaque	00:09	0.120	00:10
Bajar rodillo para ajustar bobina de empaque	00:05	0.120	00:06
Cortar película de empaque de la bobina nueva, hasta llegar al empalme	00:21	0.120	00:24
Encender la máquina y verificar que funcione bien	00:21	0.120	00:24
<b>TIEMPO ESTÁNDAR DEL PROCESO</b>			<b>10:22</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### 3.1.3.2. Diagramas del proceso

A continuación, en la figura 100 se presenta el diagrama de flujo actual del proceso de cambio de bobina de empaque.

Figura 100. Diagrama de flujo del proceso de cambio de bobina de empaque



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

#### **3.1.4. Análisis de la capacidad de las tolvas de detergente**

En el área de tolvas de empaque, se almacena y distribuye el detergente a las máquinas llenadoras, para luego ser empacado en distintas presentaciones y marcas. El análisis se realizó por medio de entrevistas no estructuradas con los supervisores de empaque e indicaron que no tienen los datos de las capacidades de las tolvas de detergente y esto afecta en los pedidos de bobinas de empaque y en los sobrantes de empaque.

Actualmente se realizan los pedidos de las bobinas de empaque con base a los pronósticos de producción, sin embargo, les sobran restos de bobinas de diferentes presentaciones y esto genera desperdicios. Dentro de la planta no tienen los planos de las tolvas actualizados, en vista de que se les ha realizado modificaciones a las originales y no se han cambiado los planos de las tolvas.

### **3.2. Propuesta de la mejora del cambio de bobina de empaque**

A continuación, se presentan las propuestas de mejora, de acuerdo con las necesidades analizadas en el área de empaque.

#### **3.2.1. Diseño del área de empaque**

Se propone unir las plataformas de las cuatro líneas de empaque y así evitar la complejidad del traslado de bobinas y la facilidad para que el troquet pase por cada línea. En la figura 101 se indica el recorrido del traslado de las bobinas de empaque desde las estanterías de empaque hasta las máquinas llenadoras si la plataforma estuviera unida y a un mismo nivel.

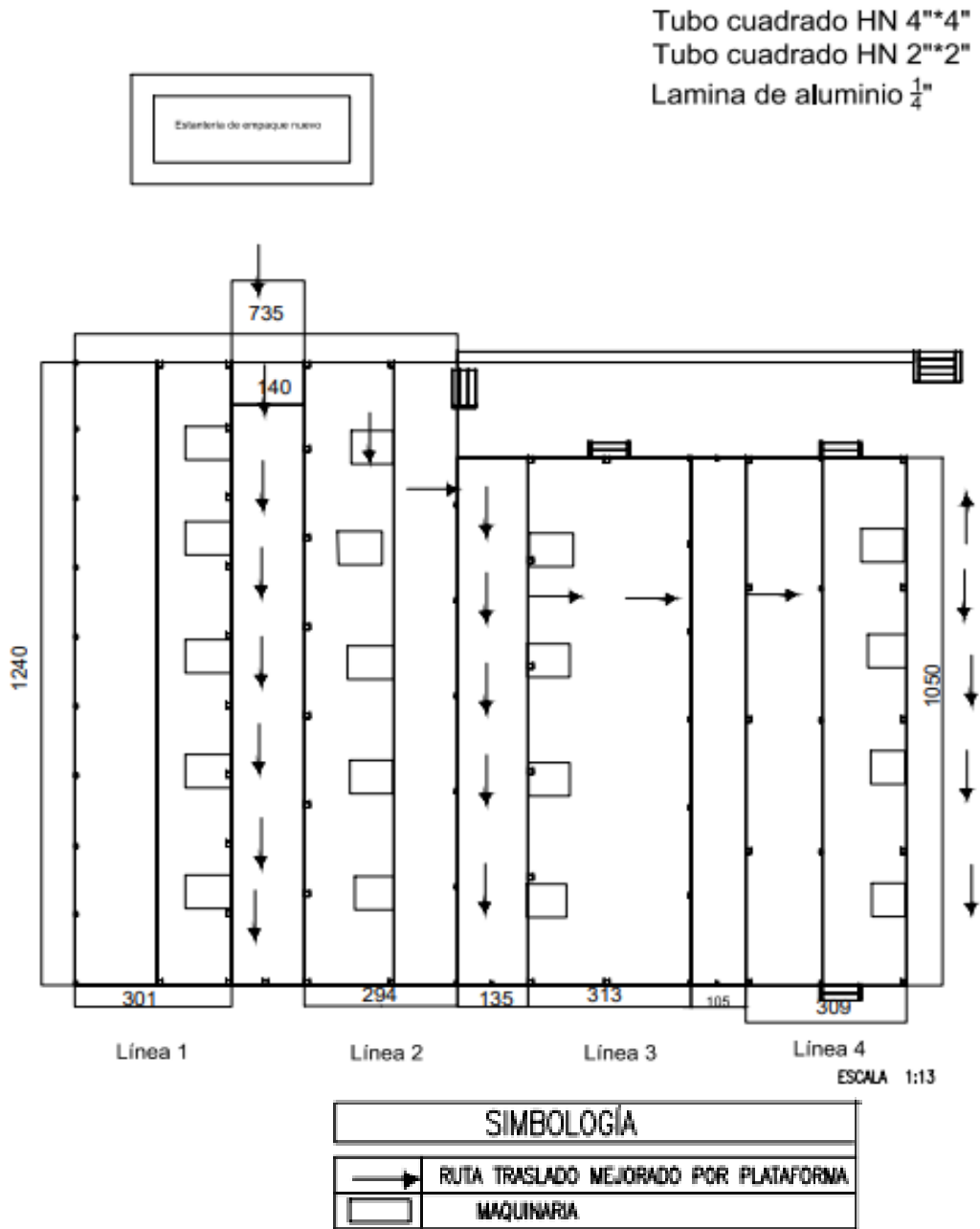


El material a utilizar para unir las cuatro líneas de empaque es el siguiente:

- 5 tubo cuadrado 4"\*4"\*20ft Hierro negro
- 3 tubo cuadrado 2"\*2"\*20ft Hierro negro
- 10 lamina de aluminio 1/4"\*4ft\*8ft
- 15 discos de corte de 5"
- 5 discos para pulir
- 10 lb Electrodo 6013 1/8
- 20 lb Electrodo de aluminio 1/8

Se propone contratar personal externo para realizar el proyecto en el área de empaque, con una duración de 10 días para un técnico soldador y un ayudante.

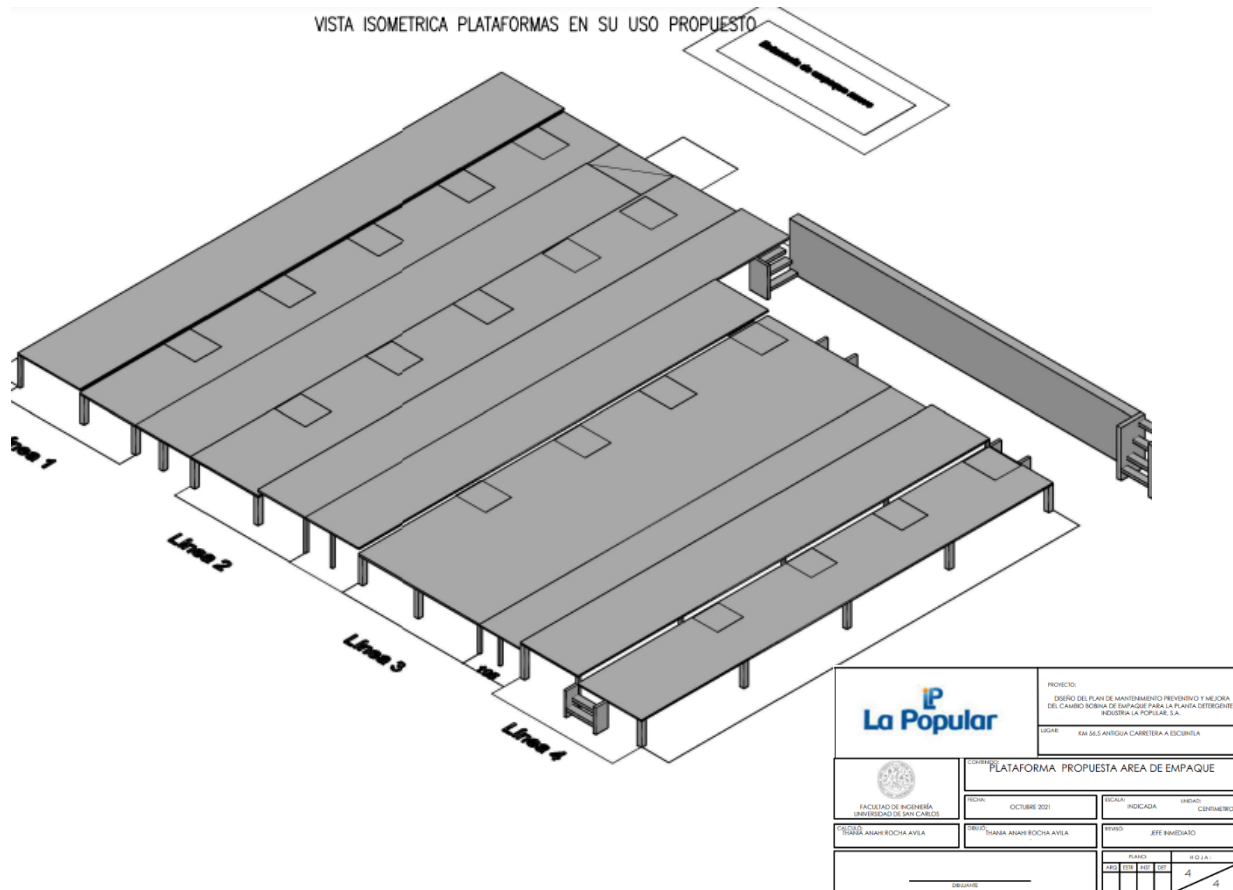
Figura 101. **Plataforma propuesta vista planta**



Fuente: elaboración propia, realizado con el software AutoCAD.

En la figura 102 se muestra la vista isométrica del diseño propuesto con la plataforma unida.

Figura 102. **Plataforma propuesta vista isométrica**



Fuente: elaboración propia, realizado con el software AutoCAD.

### 3.2.2. Descripción del proceso

A continuación, se describen los procesos mejorados para el traslado y cambio de bobinas de empaque.

- Paso 1: consiste en trasladar las bobinas de empaque de las estanterías hacia la parte de atrás de las máquinas llenadoras, los operadores de máquina son los encargados de realizar el traslado. La propuesta de la unión de la plataforma sería de ayuda para este paso del proceso y también se propone realizar el traslado de las bobinas de empaque utilizando un troquet, ver figura 103. Con las características técnicas siguientes:

Características del troquet:

- Marca COSCO.
- Modelo 12243ABK1.
- Carretilla de 4 ruedas.
- Carretilla de carga 800 lb.
- Uso en vertical y horizontal.

Figura 103. **Troquet**



Fuente: COSCO trusted solutions (2021). *Troquet*. Consultado el 20 de octubre de 2021.

Recuperado de <https://guatemaladigital.com>.

- Paso 2: se procede a parar la máquina, para el cambio de bobina.
- Paso 3: luego se debe levantar el rodillo del desenrollador.
- Paso 4: cortar con tijera la película de empaque de la bobina actual colocada en la máquina.
- Paso 5: quitar el tubo core actual del desenrollador, asegurarse de que este se haya acabado y sino reportarlo al supervisor de empaque para el control de sobrantes de empaque.

- Paso 6: se coloca la bobina de empaque nueva en el desenrollador, hay bobinas que son muy pesadas y se recomienda utilizar cinturón de seguridad para cargas.
- Paso 7: se realiza el empalme de las películas de empaque que estaba colocada y la bobina de empaque nueva, colocándole cinta adhesiva transparente.
- Paso 8: se baja el rodillo para el ajuste de la bobina de empaque nueva.
- Paso 9: se procede a encender la máquina.
- Paso 10: parar la máquina cuando vaya a salir el empaque con el empalme de cinta adhesiva y retirarlo.
- Paso 11: se procede a encender la máquina y verificar que funcione bien

### **3.2.2.1. Tiempos del proceso**

La empresa no tiene establecidos los tiempos del proceso de traslado y cambio de bobina de empaque. El número de observaciones del proceso se determinó por medio del método general electric, el tiempo estimado del proceso es de 5 a 10 minutos, ver anexo 1. Por lo que se realizó un estudio de tiempos utilizando 10 ciclos para los tiempos cronometrados del proceso, luego se determinó el tiempo promedio, los tiempos normales y finalmente los tiempos estándar.

Los tiempos cronometrados del proceso se realizaron por medio del método cronometrado acumulado, ya que es más exacto que el método cronometrado vuelta a cero para tiempos cortos. El operador que se eligió para el estudio de tiempo es un tipo de trabajador representativo promedio.

A continuación, en la tabla se presentan los tiempos cronometrados del proceso y los tiempos promedios, ver tabla LXXXVIII.

Tabla LXXXVIII. **Tiempos cronometrados del proceso**

Elemento	Tiempo cronometrado (segundos)										Tiempo promedio de operación (segundos)	Tiempo promedio de operación (minutos)
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10		
Traslado de bobina de empaque con troquet	210	200	240	220	260	230	280	260	210	230	00:00	<b>03:54</b>
Parar la máquina	8	6	8	5	5	6	8	10	8	6	00:00	<b>00:07</b>
Levantar rodillo del desenrollador	4	4	5	6	6	4	5	7	5	6	48:00	<b>00:05</b>
Cortar película de empaque de la bobina actual	7	8	10	10	7	8	6	10	8	7	24:00	<b>00:08</b>
Quitar tubo core actual del desenrollador	6	8	5	7	5	6	6	7	6	7	12:00	<b>00:06</b>
Colocar la bobina de empaque nueva en el desenrollador	22	18	22	26	25	27	30	25	29	25	36:00	<b>00:25</b>
Realizar y corroborar empalme de las películas de empaque	6	5	5	6	8	6	5	7	6	5	36:00	<b>00:06</b>
Bajar rodillo para ajustar bobina de empaque	3	5	4	4	5	3	3	4	5	3	36:00	<b>00:04</b>
Encender la máquina y verificar que funcione bien	10	15	18	12	18	16	15	15	17	16	48:00	<b>00:15</b>
Parar la máquina cuando vaya a salir el empaque con el empalme de cinta adhesiva y retirarlo	8	10	7	8	12	6	7	7	8	10	12:00	<b>00:08</b>
Encender la máquina y verificar que funcione bien	20	10	10	8	9	8	10	5	5	7	48:00	<b>00:09</b>
<b>TIEMPO PROMEDIO DE OPERACIÓN</b>												<b>05:28</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



Con base al análisis anterior, se puede observar que el tiempo promedio del proceso de traslado y cambio de bobina de empaque es de 5 minutos con 28 segundos, con las propuestas mejoradas.

Los tiempos normales se calcularán con la siguiente fórmula:

$$T_{normal} = T_{promedio\ operación} \times (1 + Factor_{calificación})$$

Siendo el factor de calificación calculado por medio del sistema de *Westinghouse*, ver anexo 2.

$$Factor_{calificación} = Habilidad + Esfuerzo + Condiciones + Consistencia$$

A continuación, en la tabla LXXXIX se encuentra el tiempo normal del proceso, de acuerdo con el tiempo promedio de operación (TMO) y el factor de calificación analizado para el proceso propuesto mejorado.

- Elemento: traslado de bobina de empaque
  - Tiempo promedio de operación (min): 03:54
  - Habilidad: Excelente B2 0.080
  - Esfuerzo: Bueno C1 0.050
  - Condiciones: Aceptable E -0.030
  - Consistencia: Buena C 0.010
  - Fator de calificación:  $0.080+0.050+(-0.030)+0.010 = 0.11$
  - Tiempo normal (min):  $03:54 * (1+0.11) = 04:20$  minutos

- Elemento: cortar desperdicio de bobina nueva.
    - Tiempo promedio de operación (min): 00:07
    - Habilidad: Extrema A2 0.130
    - Esfuerzo: Excelente B2 0.080
    - Condiciones: Ideales A 0.060
    - Consistencia: Excelente B 0.030
- Fator de calificación:  $= 0.130+0.080+0.060+0.030 = 0.30$
  - Tiempo normal (min):  $00:07 * (1+0.30) = 00:09$  minutos

Tabla LXXXIX. **Tabla de tiempos normales**

Elemento	Tiempo promedio de operación (min)	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Factor de calificación	Tiempo normal (min)	Suplementos	Tiempo estándar (min)				
Traslado de bobina de empaque con troquet	03:54	Excelente B2	0.080	Bueno C1	0.050	Aceptable E	-0.030	Buena C	0.010	0.11	04:20	0.31	05:40
Parar la máquina	00:07	Extrema A2	0.130	Excelente B2	0.080	Ideales A	0.060	Excelente B	0.030	0.30	00:09	0.12	00:10
Levantar rodillo del desenrollador	00:05	Extrema A1	0.150	Regular D	0.000	Buenas C	0.020	Perfecta A	0.040	0.21	00:06	0.12	00:07
Cortar película de empaque de la bobina actual	00:08	Extrema A1	0.150	Regular D	0.000	Buenas C	0.020	Perfecta A	0.040	0.21	00:10	0.12	00:11
Quitar tubo core actual del desenrollador	00:06	Excelente B1	0.110	Regular D	0.000	Buenas C	0.020	Perfecta A	0.040	0.17	00:07	0.12	00:08
Colocar la bobina de empaque nueva en el desenrollador	00:25	Excelente B1	0.110	Excelente B1	0.100	Aceptable E	-0.030	Excelente B	0.030	0.21	00:30	0.34	00:40
Realizar y corroborar empalme de las películas de empaque	00:06	Extrema A1	0.150	Excelente B1	0.100	Ideales A	0.060	Perfecta A	0.040	0.35	00:08	0.12	00:09
Bajar rodillo para ajustar bobina de empaque	00:04	Extrema A1	0.150	Bueno C1	0.050	Buenas C	0.020	Perfecta A	0.040	0.26	00:05	0.12	00:06
Encender la máquina y verificar que funcione bien	00:15	Extrema A1	0.150	Bueno C1	0.050	Buenas C	0.020	Perfecta A	0.040	0.26	00:19	0.12	00:21
Parar la máquina cuando vaya a salir el empaque con el empalme de cinta adhesiva y retirarlo	00:08	Extrema A1	0.150	Bueno C1	0.050	Regulares D	0.020	Excelente B	0.030	0.25	00:10	0.12	00:12
Encender la máquina y verificar que funcione bien	00:09	Extrema A1	0.150	Bueno C2	1.050	Ideales A	0.020	Perfecta A	0.040	1.26	00:21	0.12	00:23
<b>TIEMPO PROMEDIO DE OPERACIÓN</b>	<b>05:28</b>	<b>TIEMPO NORMAL (MIN)</b>						<b>06:26</b>	<b>TIEMPO ESTÁNDAR DEL PROCESO</b>		<b>08:08</b>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

El tiempo normal del proceso fue de 6 minutos con 26 segundos, luego de haber calculado los tiempos normales, se procede al cálculo de los tiempos estándar del proceso los cuales se calcularon con la siguiente fórmula:

$$T_{estandar} = T_{Normal} \times (1 + \%Suplementos)$$

En donde el tiempo normal fue calculado con el tiempo cronometrado por el factor de calificación y el porcentaje de suplementos los cuales son factores de las condiciones de trabajo. La tabla utilizada para el porcentaje de suplementos se encuentra en el anexo 3.

Para determinar los suplementos del proceso se siguieron los siguientes pasos:

- Seleccionar al operador
- Analizar las actividades del proceso
- Registrar de los valores elementales
- Calificación de la actuación del operador
- Presentar los resultados finales del estudio

Los suplementos se toman en cuenta para compensar los tiempos que no se tienen contemplados como factores no controladores que son trabajar de pie, fatiga, retrasos personales, demoras, entre otros. En la tabla XC, se pueden ver el análisis de los suplementos para cada paso del proceso.

Tabla XC. **Análisis de los suplementos**

<b>Paso 1. Traslado de bobina de empaque.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 30 kg	17
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo fatigoso	2
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	<b>31</b>
<b>Paso 2. Parar la máquina.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	<b>12</b>
<b>Paso 3. Levantar rodillo del desenrollador.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4

Continuación de la tabla XC.

<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	12
<b>Paso 4. Levantar rodillo del desenrollador.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	12
<b>Paso 5. Cortar película de empaque de la bobina actual.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0

Continuación de la tabla XC.

Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo bastante monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	<b>12</b>
<b>Paso 6. Quitar tubo core actual del desenrollador.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	<b>12</b>
<b>Paso 7. Colocar la bobina de empaque nueva en el desenrollador.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura incómoda	2
Uso de fuerza, 30 kg	17
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de precisión o fatigoso	2
Sonido continuo	0

Continuación de la tabla XC.

Proceso algo complejo	1
Trabajo bastante monótono	1
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	34
<b>Paso 8. Realizar y corroborar empalme de las películas de empaque.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	12
<b>Paso 9. Bajar rodillo para ajustar bobina de empaque.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	12

Continuación de la tabla XC.

<b>Paso 10. Cortar película de empaque de la bobina nueva, hasta llegar al empalme.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	<b>12</b>
<b>Paso 11. Encender la máquina y verificar que funciona bien.</b>	
<b>Suplementos constantes</b>	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga	4
<b>Suplementos variables</b>	
Trabajo de pie	2
Postura ligeramente incómoda	0
Uso de fuerza, 2.5 kg	0
Iluminación ligera	0
Condiciones atmosféricas	0
Trabajo de cierta precisión	0
Sonido continuo	0
Proceso algo complejo	1
Trabajo monótono	0
Trabajo algo aburrido	0
<b>% Suplementos:</b>	<b>12</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



Luego de haber realizado el análisis de las actividades del proceso de traslado y cambio de bobina de empaque mejorado, se presenta a continuación los tiempos estándar mejorados del proceso en la siguiente tabla XCI.

**Tabla XCI. Tiempos estándar del proceso**

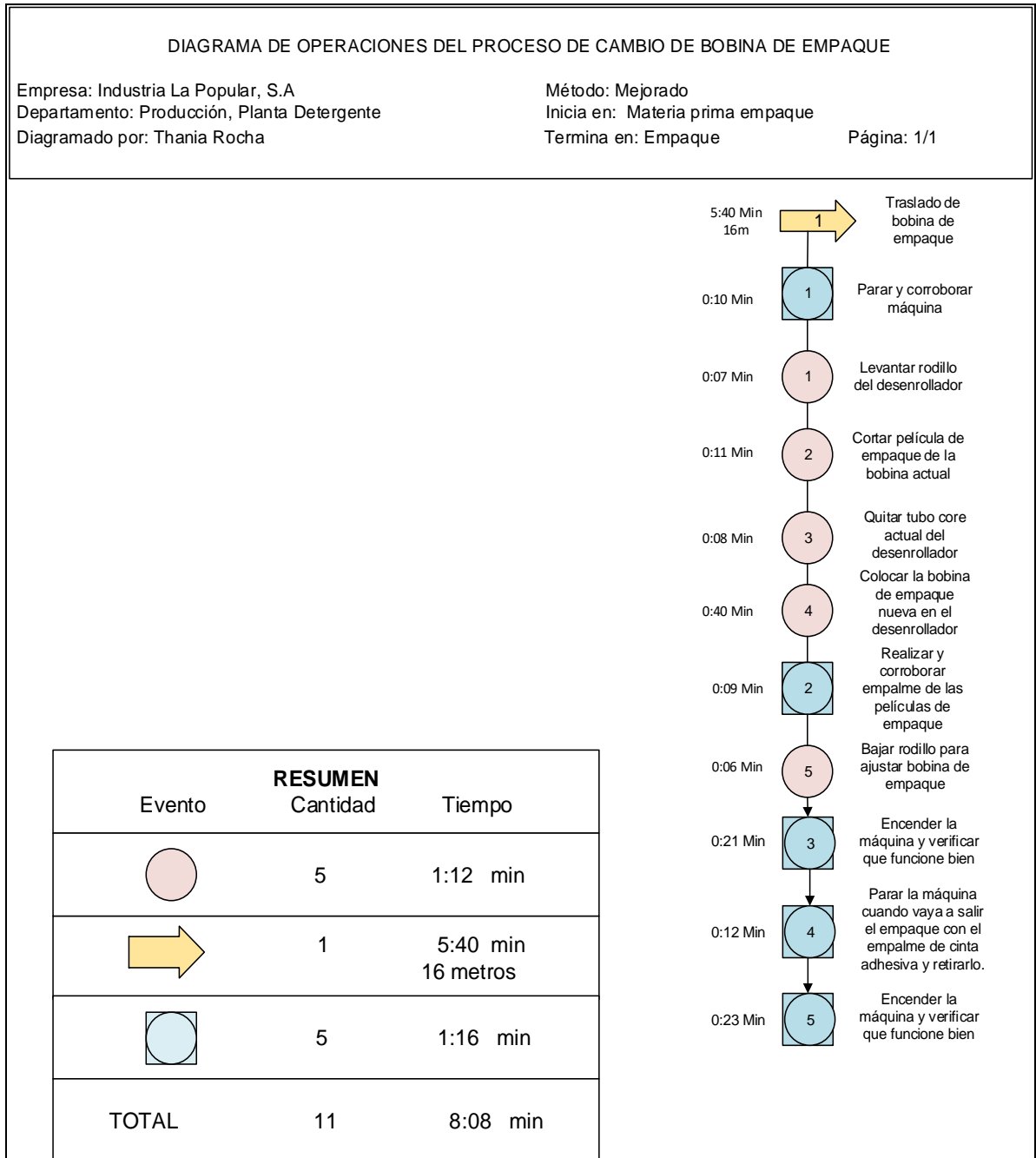
<b>Elemento</b>	<b>Tiempo normal (min)</b>	<b>Suplementos</b>	<b>Tiempo estándar (min)</b>
Traslado de bobina de empaque con troquet	04:20	0.31	05:40
Parar la máquina	00:09	0.12	00:10
Levantar rodillo del desenrollador	00:06	0.12	00:07
Cortar película de empaque de la bobina actual	00:10	0.12	00:11
Quitar tubo core actual del desenrollador	00:07	0.12	00:08
Colocar la bobina de empaque nueva en el desenrollador	00:30	0.34	00:40
Realizar y corroborar empalme de las películas de empaque	00:08	0.12	00:09
Bajar rodillo para ajustar bobina de empaque	00:05	0.12	00:06
Encender la máquina y verificar que funcione bien	00:19	0.12	00:21
Parar la máquina cuando vaya a salir el empaque con el empalme de cinta adhesiva y retirarlo	00:10	0.12	00:12
Encender la máquina y verificar que funcione bien	00:21	0.12	00:23
<b>TIEMPO ESTÁNDAR DEL PROCESO</b>			<b>08:08</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### **3.2.2.2. Diagramas del proceso**

A continuación, en la figura 104 se presenta el diagrama de flujo actual del proceso de cambio de bobina de empaque.

Figura 104. Diagrama de flujo mejorado del proceso de cambio de bobina de empaque



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

### 3.2.3. Capacidad de las tolvas de detergente

Las tolvas son dispositivos para almacenar y distribuir producto granular, la capacidad de una tolva es el volumen interno de la misma, esta depende de sus dimensiones y densidad de la materia prima o producto. Los planos de las tolvas son útiles para calcular el volumen de cada tolva de acuerdo a las medidas, por lo tanto se tomaron las medidas de las tolvas utilizando un metro para poder realizar los planos.

Para poder calcular la capacidad de las tolvas, se proporcionó la información de las densidades y presentaciones del detergente y sus diferentes fórmulas. Los datos del detergente se presentan en la tabla XCII.

Tabla XCII. **Presentaciones del detergente**

<b>Presentaciones</b>			
<b>Fab</b>	<b>Ultra Klin</b>	<b>Spumil</b>	<b>Lariansa</b>
5 kg	9 kg	9 kg	15 kg
2.5 kg	6 kg	5 kg	9 kg
2 kg	5 kg	2.5 kg	5 kg
1 kg	2.5 kg	2 kg	
440 g	2 kg	1 kg	
400 g	1.1 kg	500 g	
360 g	1 kg	250 g	
	850 g		
	800 g		
	440 g		
	115 g		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Para el cálculo del volumen de las presentaciones de detergente, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{m}{V} \longrightarrow V = \frac{m}{\rho}$$

En donde despejando  $V$  de la fórmula se obtiene el volumen de cada presentación, la masa del empaque representa la cantidad del detergente y la densidad que tiene la fórmula del detergente. En la tabla XCIII se cálculo el volumen de cada presentación de detergente de acuerdo con la marca.

Tabla XCIII. **Volumen de las presentaciones de detergente**

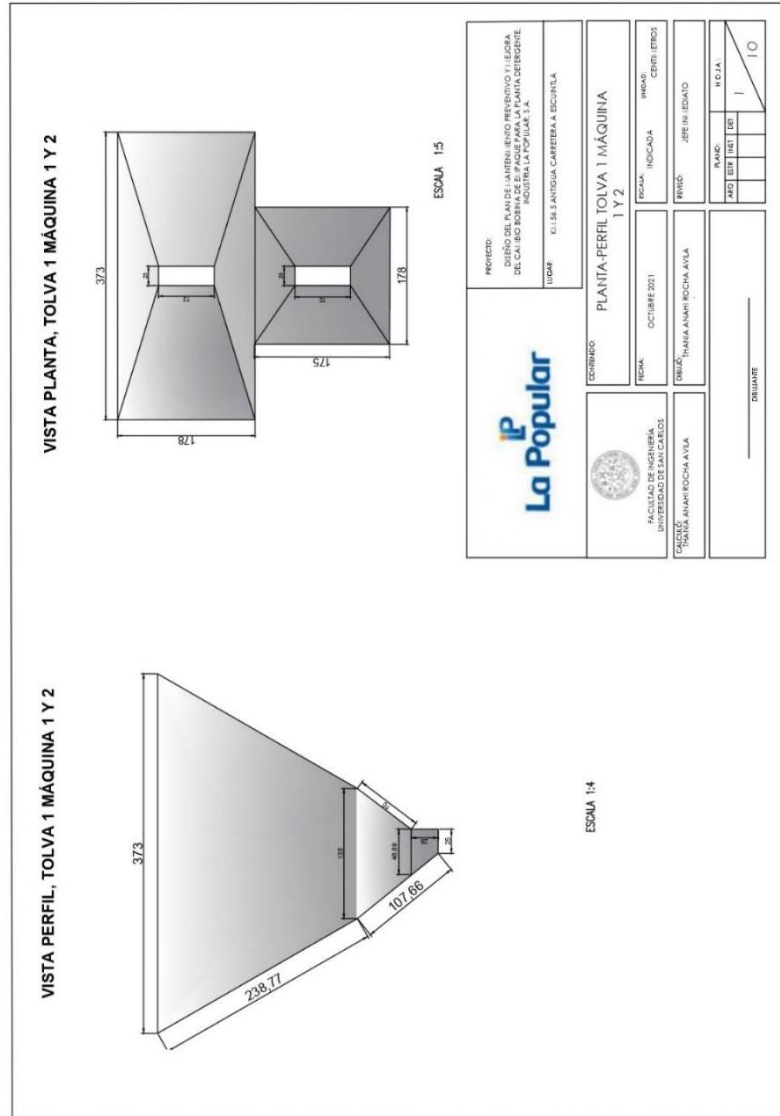
Fórmula	Masa kg	Masa g	Volumen		
			Mínimo	Objetivo	Máximo
<b>Fab</b>	5	5000	0.01666667	0.015625	0.0147059
	2.5	2500	0.00833333	0.0078125	0.0073529
	2	2000	0.00666667	0.00625	0.0058824
	1	1000	0.00333333	0.003125	0.0029412
	440	440	0.00146667	0.001375	0.0012941
	400	400	0.00133333	0.00125	0.0011765
	360	360	0.0012	0.001125	0.0010588
<b>Ultra Klin</b>	9	9000	0.01875	0.018	0.0173077
	6	6000	0.0125	0.012	0.0115385
	5	5000	0.01041667	0.01	0.0096154
	2.5	2500	0.00520833	0.005	0.0048077
	2	2000	0.00416667	0.004	0.0038462
	1.1	1100	0.00229167	0.0022	0.0021154
	1	1000	0.00208333	0.002	0.0019231
	850	850	0.00177083	0.0017	0.0016346
	800	800	0.00166667	0.0016	0.0015385
	440	440	0.00091667	0.00088	0.0008462
	115	115	0.00023958	0.00023	0.0002212
<b>Espumil</b>	9	9000	0.02647059	0.025	0.0236842
	5	5000	0.01470588	0.0138889	0.0131579
	2.5	2500	0.00735294	0.0069444	0.0065789
	2	2000	0.00588235	0.0055556	0.0052632
	1	1000	0.00294118	0.0027778	0.0026316
	500	500	0.00147059	0.0013889	0.0013158
	250	250	0.00073529	0.0006944	0.0006579
<b>Lariansa</b>	15	15000	0.03125	0.03	0.0288462
	9	9000	0.01875	0.018	0.0173077
	5	5000	0.01041667	0.01	0.0096154

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Existe un rango de variabilidad, tal como se observa en el cálculo del volumen de la presentación de detergente, esto depende de la densidad del producto.

A continuación, se muestran los diseños con las dimensiones de las tolvas de detergentes, los cuales se utilizarán para calcular la capacidad de las tolvas. De la figura 105 a la 114 se pueden observar las dimensiones de las 10 tolvas de empaque.

Figura 105. Diseño de la tolva 1



Fuente: elaboración propia, realizado con el software AutoCAD.

- Tolva 1: el volumen de la tolva 1 se calculará con las siguientes fórmulas:

$$V_{cubo} = (A * B * H)$$

$$V_{triángulo} = \frac{1}{2}bhl$$

$$V_{piramide\ cortada} = \frac{1}{3}H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})$$

$$V_{tolva\ 8} = (V_{cubo} - V_{triángulo}) + 2(V_{piramide\ cortada})$$

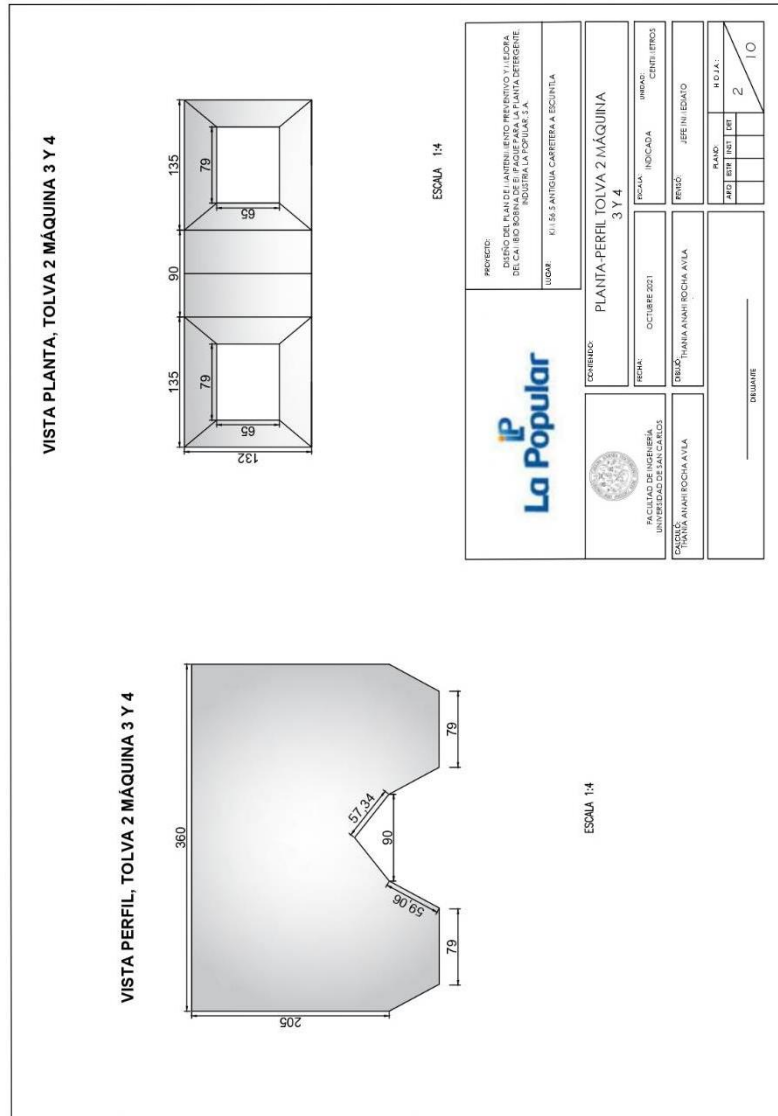
$$V_{tolva\ 1} = \left( (A * B * H) + (a * b * h) - \left( \frac{1}{2}bhl \right) \right) + \frac{1}{3}H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})$$

$$V_{tolva\ 1} = \left( (372 * 177 * 207) + (177 * 174 * 207) - \left( \frac{1}{2}90(70)(139) \right) \right) + 2\left( \frac{1}{3}70 \left( (134 * 177) + (24 * 71) + \sqrt{23,718 * 1,704} \right) \right)$$

$$V_{tolva\ 1} = 21,050078\ cm^3 = 21.05\ m^3$$



Figura 106. Diseño de la tolva 2



Fuente: elaboración propia, realizado con el software AutoCAD.

- Tolva 2

El volumen de la tolva 2 se calculará con las siguientes formulas:

$$V_{cubo} = (A * B * H)$$

$$V_{triángulo} = \frac{1}{2}bh$$

$$V_{piramide\ cortada} = \frac{1}{3}H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})$$

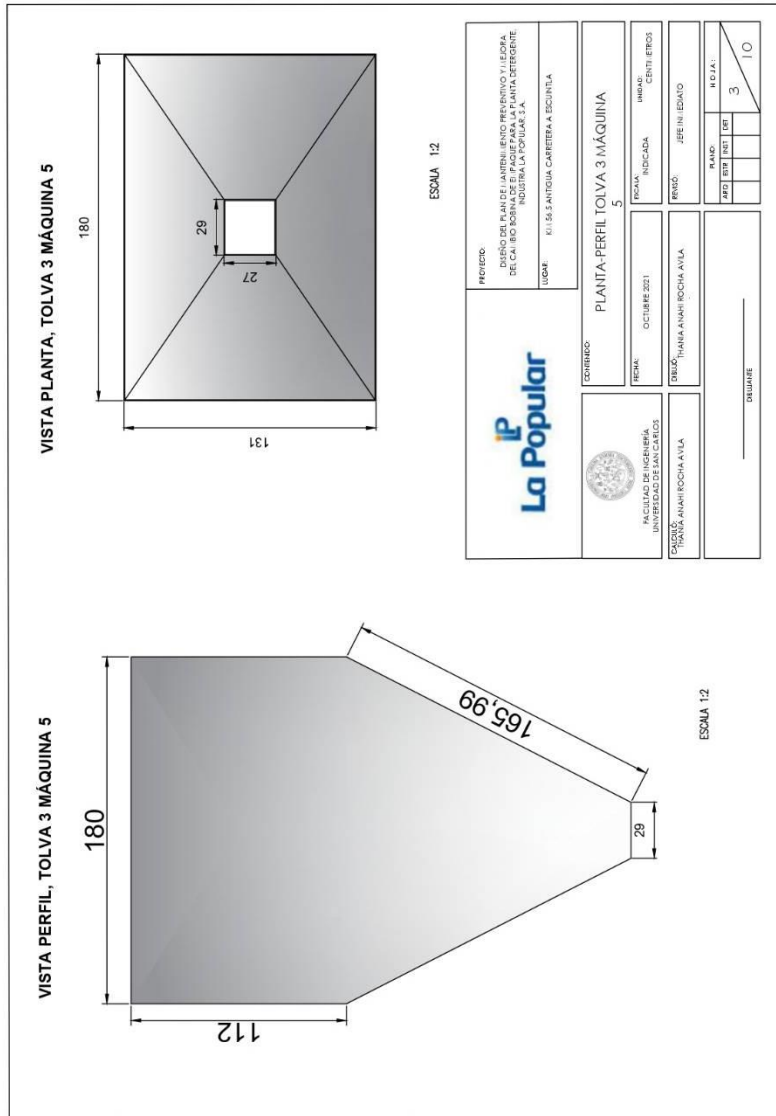
$$V_{tolva\ 2} = (V_{cubo} - V_{triángulo}) + 2(V_{piramide\ cortada})$$

$$V_{tolva\ 2} = \left( (A * B * H) - \left( \frac{1}{2}bhl \right) \right) + 2\left( \frac{1}{3}H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}}) \right)$$

$$V_{tolva\ 2} = \left( (359 * 131 * 204.5) - \left( \frac{1}{2}90(36)(131) \right) \right) + 2\left( \frac{1}{3}54((134 * 131) + (78 * 64) + \sqrt{17554 * 4992}) \right)$$

$$V_{tolva\ 2} = 10,553,864.9\ cm^3 = 10.55\ m^3$$

Figura 107. Diseño de la tolva 3



Fuente: elaboración propia, realizado con el software AutoCAD.

- Tolva 3

El volumen de la tolva 3 se calculará con las siguientes formulas:

$$V_{cubo} = (A * B * H)$$

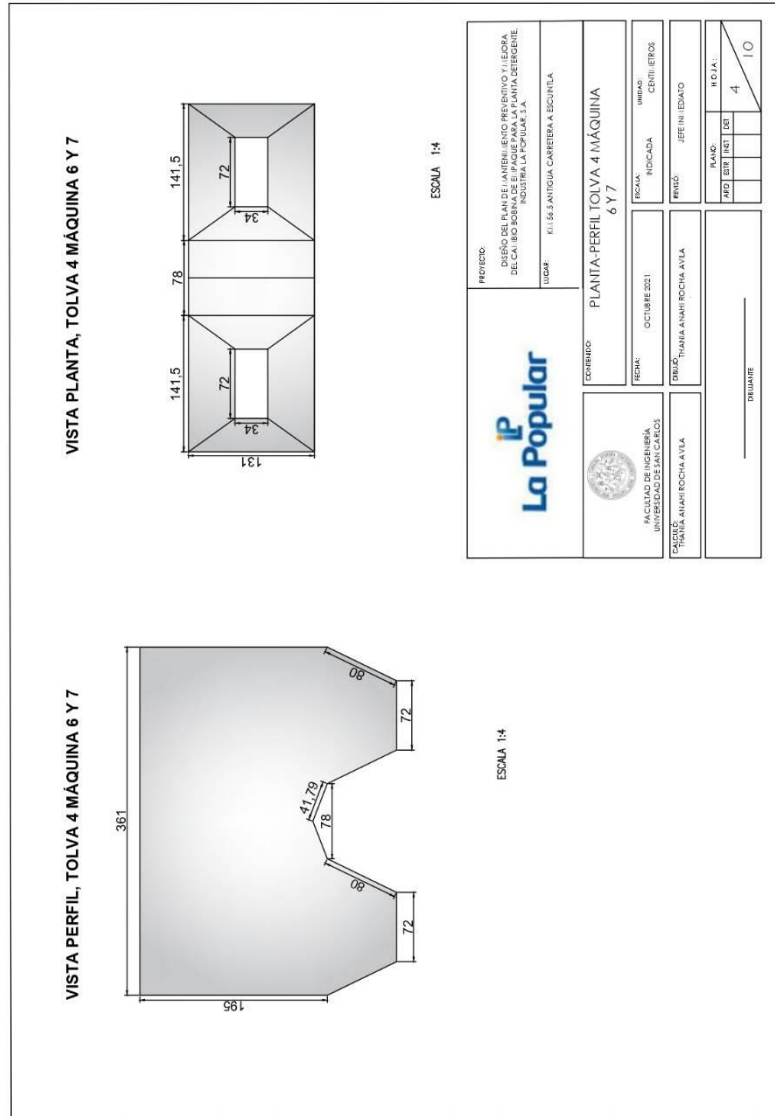
$$V_{piramide\ cortada} = \frac{1}{3}H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})$$

$$V_{tolva\ 3} = (A * B * H) + \left(\frac{1}{3}H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})\right)$$

$$V_{tolva\ 3} = (179 * 130 * 111.50) + \left(\frac{1}{3}(147.84) \left( (179 * 130) + (28 * 26) + \sqrt{23270 * 728} \right)\right)$$

$$V_{tolva\ 3} = 3,097,945.56cm^3 = 3.10 m^3$$

Figura 108. Diseño de la tolva 4



Fuente: elaboración propia, realizado con el software AutoCAD.

- Tolva 4

El volumen de la tolva 4 se calculará con las siguientes formulas:

$$V_{cubo} = (A * B * H)$$

$$V_{triángulo} = \frac{1}{2}bh$$

$$V_{piramide\ cortada} = \frac{1}{3}H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})$$

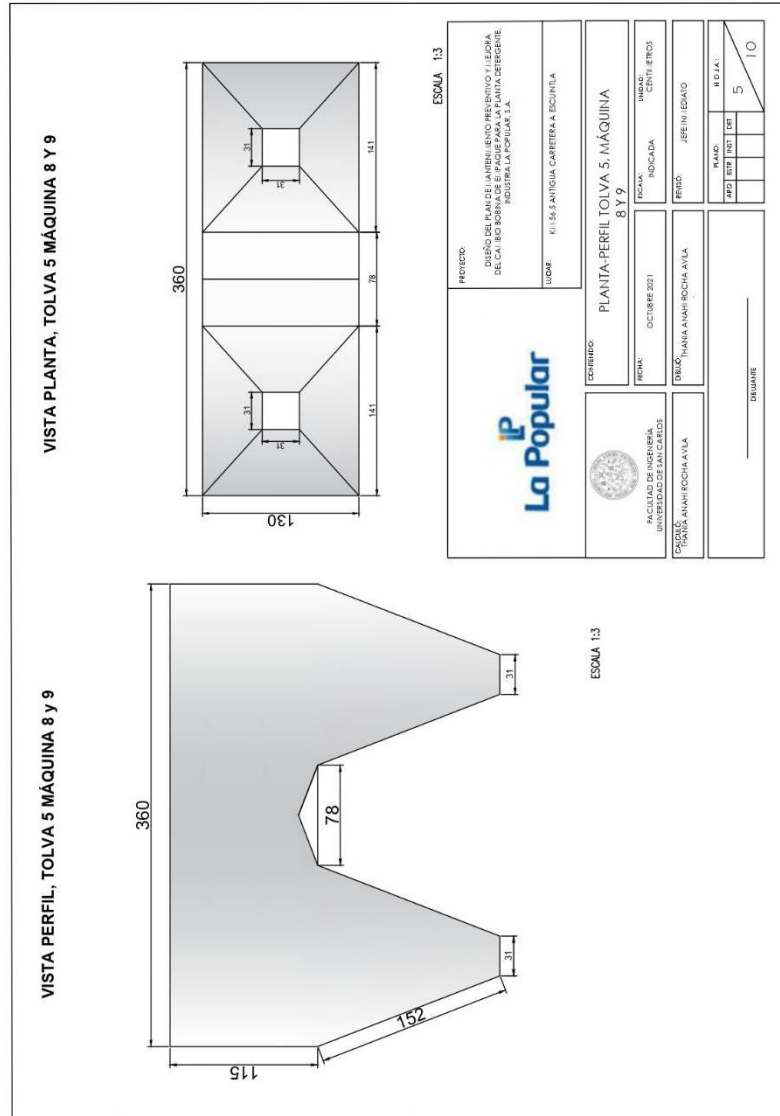
$$V_{tolva\ 4} = (V_{cubo} - V_{triángulo}) + 2(V_{piramide\ cortada})$$

$$V_{tolva\ 4} = \left( (A * B * H) - \left( \frac{1}{2}bhl \right) \right) + 2\left( \frac{1}{3}H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}}) \right)$$

$$V_{tolva\ 4} = \left( (360 * 194 * 130) - \left( \frac{1}{2}78(15.01)(130) \right) \right) + 2\left( \frac{1}{3}72.06((139.5 * 130) + (71 * 33) + \sqrt{18,135 * 2,343}) \right)$$

$$V_{tolva\ 4} = 10,300,009.18\ cm^3 = 10.30\ m^3$$

Figura 109. **Diseño de la tolva 5**



Fuente: elaboración propia, realizado con el software AutoCAD.

- Tolva 5

El volumen de la tolva 5 se calculará con las siguientes formulas:

$$V_{cubo} = (A * B * H)$$

$$V_{triángulo} = \frac{1}{2}bh$$

$$V_{piramide\ cortada} = \frac{1}{3}H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})$$

$$V_{tolva\ 5} = (V_{cubo} - V_{triángulo}) + 2(V_{piramide\ cortada})$$

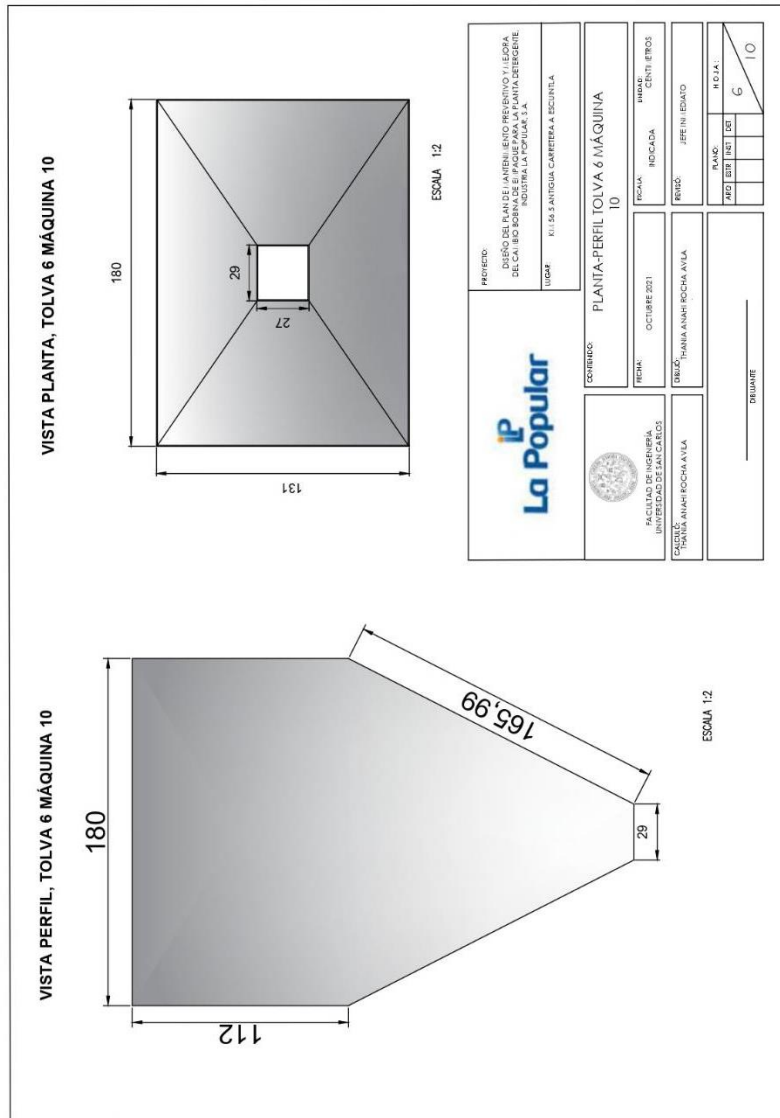
$$V_{tolva\ 5} = \left( (A * B * H) - \left( \frac{1}{2}bh \right) \right) + 2\left( \frac{1}{3}H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}}) \right)$$

$$V_{tolva\ 5} = \left( (359 * 129 * 114.5) - \left( \frac{1}{2}78(15.01)(129) \right) \right) + 2\left( \frac{1}{3}141.7((359 * 129) + (30 * 30) + \sqrt{46311 * 900}) \right)$$

$$V_{tolva\ 5} = 10,296,836.53\ cm^3 = 10.30m^3$$



Figura 110. Diseño de la tolva 6



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Tolva 6

El volumen de la tolva 6 se calculará con las siguientes formulas:

$$V_{cubo} = (A * B * H)$$

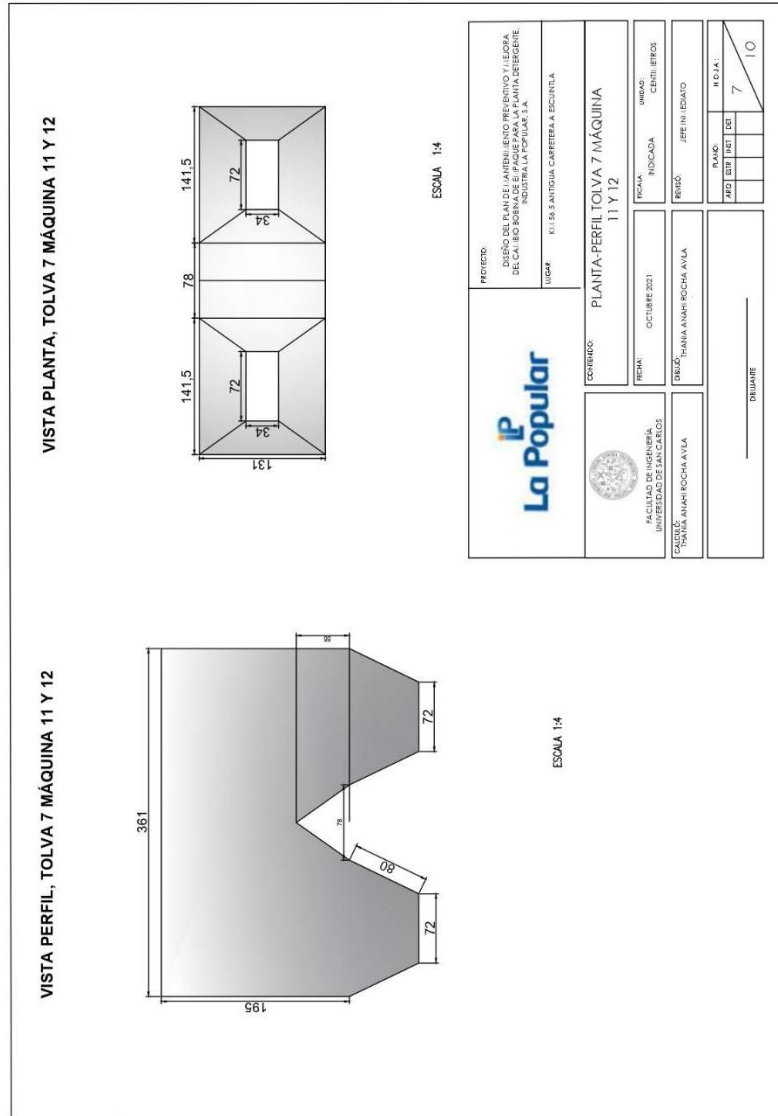
$$V_{piramide\ cortada} = \frac{1}{3}H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})$$

$$V_{tolva\ 6} = (A * B * H) + \left(\frac{1}{3}H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})\right)$$

$$V_{tolva\ 6} = (179 * 130 * 111.50) + \left(\frac{1}{3}(147.84) \left( (179 * 130) + (28 * 26) + \sqrt{23270 * 728} \right)\right)$$

$$V_{tolva\ 6} = 3,097,945.56cm^3 = 3.10 m^3$$

Figura 111. Diseño de la tolva 7



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Tolva 7

El volumen de la tolva 7 se calculará con las siguientes formulas:

$$V_{cubo} = (A * B * H)$$

$$V_{triángulo} = \frac{1}{2} bhl$$

$$V_{piramide\ cortada} = \frac{1}{3} H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})$$

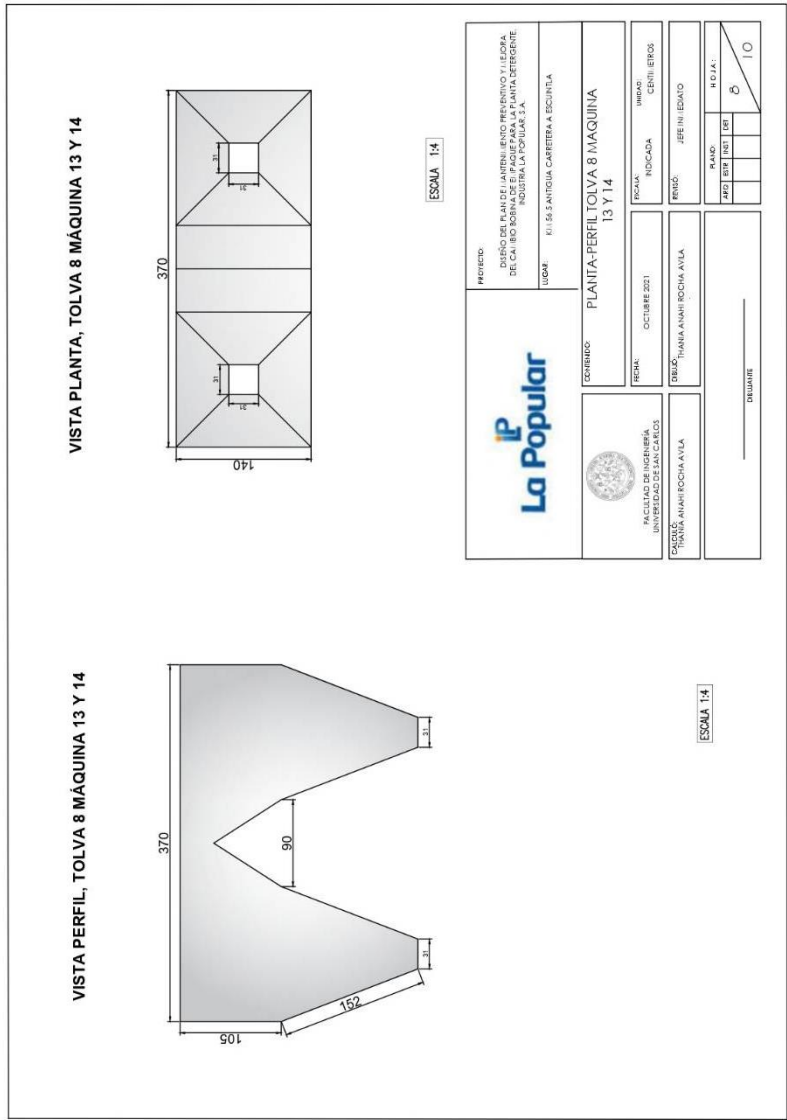
$$V_{tolva\ 7} = (V_{cubo} - V_{triángulo}) + 2(V_{piramide\ cortada})$$

$$V_{tolva\ 7} = \left( (A * B * H) - \left( \frac{1}{2} bhl \right) \right) + 2 \left( \frac{1}{3} H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}}) \right)$$

$$V_{tolva\ 7} = \left( (360 * 194.5 * 130) - \left( \frac{1}{2} 78(55)(130) \right) \right) + 2 \left( \frac{1}{3} 72.06((140.5 * 130) + (71 * 33) + \sqrt{18,265 * 2343}) \right)$$

$$V_{tolva\ 7} = 9,475,887.73\ cm^3 = 9.48\ m^3$$

Figura 112. Diseño de la tolva 8



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Tolva 8

El volumen de la tolva 8 se calculará con las siguientes formulas:

$$V_{cubo} = (A * B * H)$$

$$V_{triángulo} = \frac{1}{2} bhl$$

$$V_{piramide\ cortada} = \frac{1}{3} H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})$$

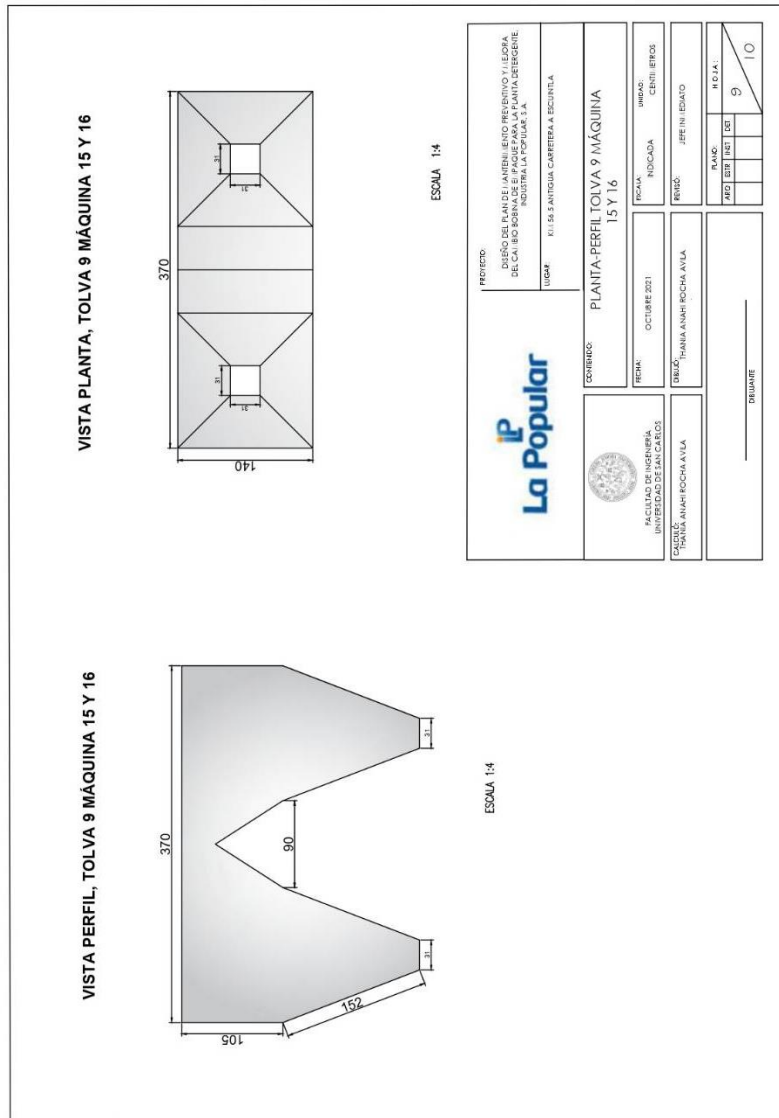
$$V_{tolva\ 8} = (V_{cubo} - V_{triángulo}) + 2(V_{piramide\ cortada})$$

$$V_{tolva\ 8} = \left( (A * B * H) - \left( \frac{1}{2} bhl \right) \right) + 2 \left( \frac{1}{3} H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}}) \right)$$

$$V_{tolva\ 8} = \left( (369 * 139 * 104.5) - \left( \frac{1}{2} 90(70)(139) \right) \right) + 2 \left( \frac{1}{3} 141.90((139 * 139) + (30 * 30) + \sqrt{19,321 * 900}) \right)$$

$$V_{tolva\ 8} = 7,229,448.10\ cm^3 = 7.23\ m^3$$

Figura 113. Diseño de la tolva 9



Fuente: elaboración propia, realizado con el software AutoCAD.

- Tolva 9

El volumen de la tolva 9 se calculará con las siguientes formulas:

$$V_{cubo} = (A * B * H)$$

$$V_{triángulo} = \frac{1}{2} bhl$$

$$V_{piramide\ cortada} = \frac{1}{3} H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})$$

$$V_{tolva\ 9} = (V_{cubo} - V_{triángulo}) + 2(V_{piramide\ cortada})$$

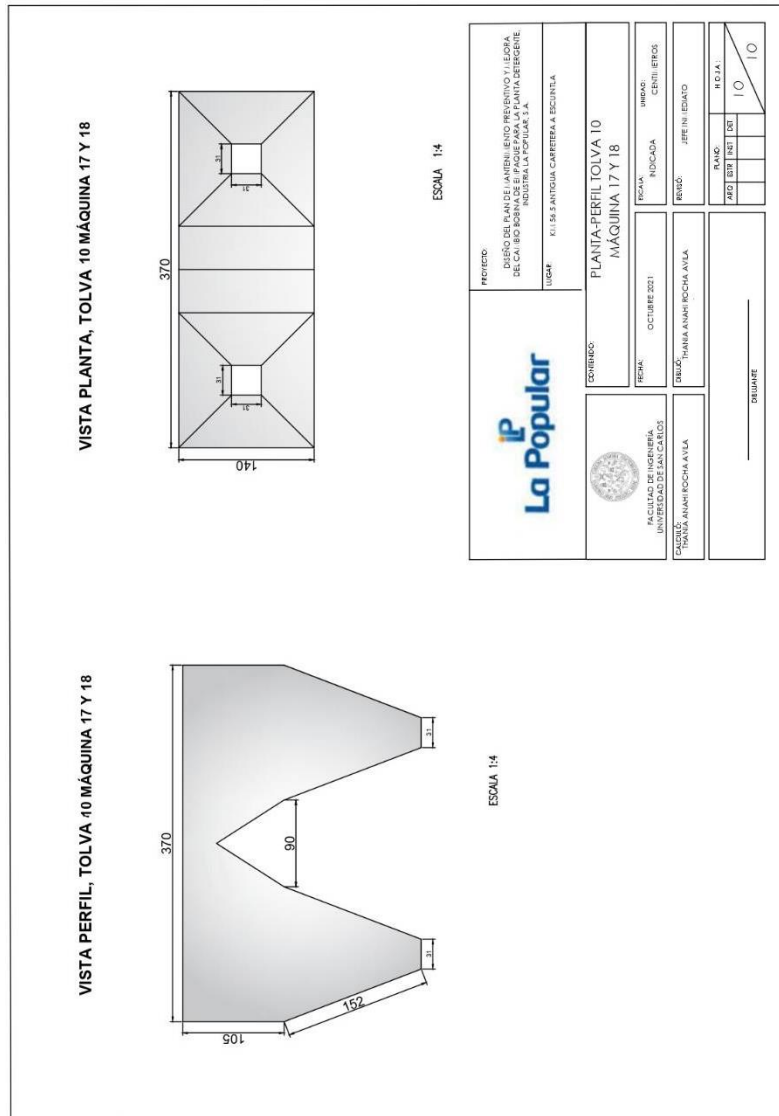
$$V_{tolva\ 9} = \left( (A * B * H) - \left( \frac{1}{2} bhl \right) \right) + 2 \left( \frac{1}{3} H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}}) \right)$$

$$V_{tolva\ 9} = \left( (369 * 139 * 104.5) - \left( \frac{1}{2} 90(70)(139) \right) \right) + 2 \left( \frac{1}{3} 141.90((139 * 139) + (30 * 30) + \sqrt{19,321 * 900}) \right)$$

$$V_{tolva\ 9} = 7,229,448.10\ cm^3 = 7.23\ m^3$$



Figura 114. Diseño de la tolva 10



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD.

- Tolva 10

El volumen de la tolva 10 se calculará con las siguientes formulas:

$$V_{cubo} = (A * B * H)$$

$$V_{triángulo} = \frac{1}{2} bhl$$

$$V_{piramide\ cortada} = \frac{1}{3} H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}})$$

$$V_{tolva\ 10} = (V_{cubo} - V_{triángulo}) + 2(V_{piramide\ cortada})$$

$$V_{tolva\ 10} = \left( (A * B * H) - \left( \frac{1}{2} bhl \right) \right) + 2 \left( \frac{1}{3} H(A_{BM} + A_{bm} + \sqrt{A_{BM} * A_{bm}}) \right)$$

$$V_{tolva\ 10} = \left( (369 * 139 * 104.5) - \left( \frac{1}{2} 90(70)(139) \right) \right) + 2 \left( \frac{1}{3} 141.90((139 * 139) + (30 * 30) + \sqrt{19,321 * 900}) \right)$$

$$V_{tolva\ 10} = 7,229,448.10\ cm^3 = 7.23\ m^3$$

En la tabla XCIV se presenta el resulmen de la capacidad de las 10 tolvas en metros cúbicos.

Tabla XCIV. **Capacidad de las tolvas**

	Capacidad $m^3$		Capacidad $m^3$
Tolva 1	21.05	Tolva 6	10.1
Tolva 2	10.55	Tolva 7	9.48
Tolva 3	3.1	Tolva 8	7.23
Tolva 4	10.13	Tolva 9	7.23
Tolva 5	10.3	Tolva 10	7.23

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

En la tabla XCV se muestra la densidad de las marcas de detergente.

Tabla XCV. **Densidad según fórmula**

Fórmula	Densidad g/m <sup>3</sup>
Lariansa	500,000
Espumil	360,000
Ultra Klin	500,000
Fab	320,000

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

A continuación, en la tabla XCVI se encuentran las masas en kilogramos y gramos de cada fórmula de detergente según su presentación.

Tabla XCVI. Presentaciones según fórmula

Fórmula	Masa kg	Masa g	Fórmula	Masa kg	Masa g	Fórmula	Masa kg	Masa g	Fórmula	Masa kg	Masa g	
Fab	5	5,000	Ultra Klin	9	9,000	Espumil	9	9,000	Lariansa	15	15,000	
	2.5	2,500		6	6,000		5	5,000		9	9,000	
	2	2,000		5	5,000		2.5	2,500		5	5,000	
	1	1,000		2.5	2,500		2	2,000				
	440	440		2	2,000		1	1,000				
	400	400		1.1	1,100		500	500				
	360	360		1	1,000		250	250				
			850	850								
			800	800								
			440	440								
			115	115								

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Se procedió a calcular el volumen de las presentaciones según su masa y densidad de cada fórmula de detergente, con la siguiente fórmula.

$$\rho = \frac{m}{V} \longrightarrow V_{\text{Presentación}} = \frac{m}{\rho}$$

Se  
despeja para

En la siguiente tabla XCVII se encuentra el volumen de cada presentación según su fórmula.

Tabla XCVII. **Volumen por presentación**

			Volumen por presentación m3
Fórmula	Masa kg	Masa g	Objetivo
<b>Fab</b>	5	5000	0.015625
	2.5	2500	0.007813
	2	2000	0.006250
	1	1000	0.003125
	440	440	0.001375
	400	400	0.001250
	360	360	0.001125
<b>Ultra Klin</b>	9	9000	0.018000
	6	6000	0.012000
	5	5000	0.010000
	2.5	2500	0.005000
	2	2000	0.004000
	1.1	1100	0.002200
	1	1000	0.002000
	850	850	0.001700
	800	800	0.001600
	440	440	0.000880
	115	115	0.000230
<b>Espumil</b>	9	9000	0.025000
	5	5000	0.013889
	2.5	2500	0.006944
	2	2000	0.005556
	1	1000	0.002778
	500	500	0.001389
	250	250	0.000694
<b>Lariansa</b>	15	15000	0.030000
	9	9000	0.018000
	5	5000	0.010000

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Con los datos anteriores del volumen por presentación, se calculó la relación que existe con las presentaciones de empaque y tolvas para determinar las unidades de empaque necesario, dependiendo de la marca y presentación de detergente a empaquetar.

$$Unidades_{empaque} = \frac{V_{Tolva}}{V_{Presentacion}}$$

Dónde:

$V_{Tolva}$  = Volumen de la tolva

$V_{Presentacion}$  = Volumen de la presentación del detergente según su marca.

En la tabla XCVIII se presenta la relación de las tolvas con el producto y las unidades a empaquetar.

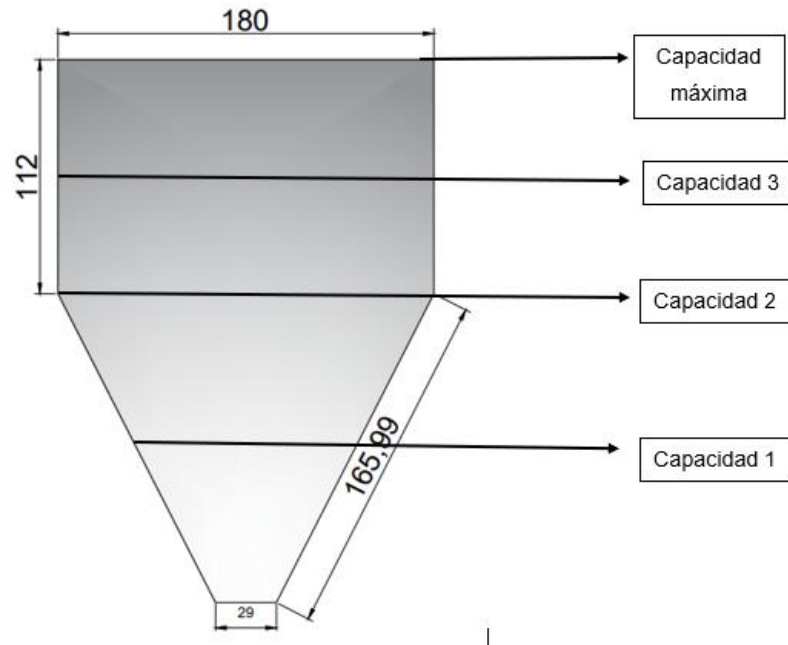
Tabla XCVIII. **Unidades de empaque según tolva y producto**

			Volumen por presentación m <sup>3</sup>	Unidades de empaque de presentación por tolva con el volumen objetivo						
Fórmula	Masa kg	Masa g	Objetivo	Tolva 1	Tolva 2	Tolva 3 / Tolva 6	Tolva 4	Tolva 5	Tolva 7	Tolva 8 / Tolva 9 / Tolva 10
Fab	5	5000	0.015625	1347	675	198	648	659	607	463
	2.5	2500	0.007813	2694	1350	397	1297	1318	1213	925
	2	2000	0.00625	3368	1688	496	1621	1648	1517	1157
	1	1000	0.003125	6736	3376	992	3242	3296	3034	2314
	440	440	0.001375	15309	7673	2255	7367	7491	6895	5258
	400	400	0.00125	16840	8440	2480	8104	8240	7584	5784
	360	360	0.001125	18711	9378	2756	9004	9156	8427	6427
Ultra Klin	9	9000	0.018	1169	586	172	563	572	527	402
	6	6000	0.012	1754	879	258	844	858	790	603
	5	5000	0.01	2105	1055	310	1013	1030	948	723
	2.5	2500	0.005	4210	2110	620	2026	2060	1896	1446
	2	2000	0.004	5263	2638	775	2533	2575	2370	1808
	1.1	1100	0.0022	9568	4795	1409	4605	4682	4309	3286
	1	1000	0.002	10525	5275	1550	5065	5150	4740	3615
	850	850	0.0017	12382	6206	1824	5959	6059	5576	4253
	800	800	0.0016	13156	6594	1938	6331	6438	5925	4519
	440	440	0.00088	23920	11989	3523	11511	11705	10773	8216
	115	115	0.00023	91522	45870	13478	44043	44783	41217	31435
Espumil	9	9000	0.025	842	422	124	405	412	379	289
	5	5000	0.013889	1516	760	223	729	742	683	521
	2.5	2500	0.006944	3031	1519	446	1459	1483	1365	1041
	2	2000	0.005556	3789	1899	558	1823	1854	1706	1301
	1	1000	0.002778	7578	3798	1116	3647	3708	3413	2603
	500	500	0.001389	15156	7596	2232	7294	7416	6826	5206
	250	250	0.000694	30312	15192	4464	14587	14832	13651	10411
Lariansa	15	15000	0.03	702	352	103	338	343	316	241
	9	9000	0.018	1169	586	172	563	572	527	402
	5	5000	0.01	2105	1055	310	1013	1030	948	723

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Luego de haber realizado el análisis de la situación actual se puede entender que las tolvas no se encuentran siempre en su máxima capacidad, por lo tanto, se recomienda calcular e identificar con pintura cuatro diferentes puntos de las tolvas su capacidad y así saber cuánto es la capacidad en relación de su altura. A continuación, se presenta la figura 115 como se debe identificar la capacidad de la tolva en relación con la altura.

Figura 115. **Identificación de la capacidad de las tolvas**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD.

### 3.3. Costos de la mejora

Los costos para mejorar el traslado y cambio de las bobinas de empaque se presentan en la tabla XCIX.



Tabla XCIX. **Costos para la mejora del traslado y cambio de bobinas de empaque**

<b>Equipo</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo parcial</b>
3	Trocket 450 kg	Q800.00	Q2,400.00
<b>Materiales plataforma</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo parcial</b>
5	tubo cuadrado 4"*4"*20ft Hierro negro	Q550.00	Q1,100.00
3	tubo cuadrado 2"*2"*20ft Hierro negro	Q220.00	Q660.00
10	plancha de aluminio 1/4"*4ft*8ft	Q560.00	Q5,600.00
15	cos de corte de 5"	Q17.00	Q255.00
5	cos para pulir	Q45.00	Q225.00
10 lb	electrodos 6013 1/8	Q15.00	Q150.00
20 lb	electrodos de aluminio 1/8	Q24.00	Q480.00
<b>Mano de obra</b>			
<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo parcial</b>
1	operario soldador para 10 días	Q300.00	Q3,000.00
1	ayudante para 10 días	Q150.00	Q1,500.00
<b>Costo total</b>			<b>Q15,370.00</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.


## 4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

### 4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Para realizar el DNC, se realizó una encuesta, ver figura 116, para recopilar la información de acuerdo con el conocimiento y experiencia del recurso humano, del área de empaque y mantenimiento, de acuerdo con los resultados obtenidos poder concluir y analizar los temas necesarios.

Figura 116. Diseño para encuesta para DNC

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Escuela de mecánica industrial - EMI  
Facultad de Ingeniería



**Cuestionario para la Detección de Necesidades de Capacitación**

Este cuestionario tiene por objeto conocer su opinión respecto a su trabajo y a todo lo relacionado con sus necesidades de capacitación.

Nombre: \_\_\_\_\_ Área de la planta detergente: \_\_\_\_\_

Puesto:  Mecánico  Eléctrico  Soldador  Operador

Responda lo siguiente:

1. ¿Cuánto tiempo tiene laborando dentro de la empresa?
2. ¿En la empresa le dan capacitaciones?  
Sí  No
3. Si su respuesta anterior fue sí, contestar lo siguiente. De lo contrario responder hasta la sexta pregunta. ¿Con qué frecuencia se les da capacitaciones?
4. ¿De qué temas lo han capacitado? Mencione 5
5. ¿Sobre qué temas relacionados a su puesto lo han capacitado?
6. ¿Qué temas de capacitación necesita para el desempeño de las funciones de su puesto de trabajo?
7. Escriba brevemente tres funciones principales que realiza en su puesto:  
1. \_\_\_\_\_  
2. \_\_\_\_\_  
3. \_\_\_\_\_
8. De acuerdo con su respuesta anterior, mencione cuáles funciones se le dificultan y por qué:
9. Comentario u observación

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

La información obtenida de la encuesta se presenta en la siguiente tabla C.

Tabla C. Respuestas del cuestionario DNC

Puesto	1. ¿Cuánto tiempo tiene laborando dentro de la empresa?	2. ¿En la empresa le dan capacitaciones?	3. Si su respuesta anterior fue sí, ¿Con qué frecuencia se les da capacitaciones?	4. ¿De qué temas lo han capacitado?	5. ¿Sobre qué temas relacionados a su puesto lo han capacitado?
Operadores de máquinas	La mayoría de los colaboradores del área, cuentan con más de 3 años de experiencia en el puesto.	Dentro de la empresa si se realizan capacitaciones para todas las áreas.	Para los colaboradores del área de empaque la frecuencia promedio que reciben capacitaciones es cada año y medio	*Seguridad industrial *Buenas prácticas de manufactura (BPM) *Gestión de la calidad *Las 5's *Control visual *Lubricación	*Calidad *BPM *Llenar de registros
Mecánicos	Los colaboradores cuentan con bastante experiencia en el área y como mínimo llevan un año y medio laborando en su puesto dentro de la planta.		*Lubricación *Seguridad industrial		
Eléctricos			*Análisis de vibraciones *Neumática básica		
Soldadores	Los dos colaboradores dentro de la planta llevan más de 10 años de experiencia en su puesto de trabajo dentro de la planta.		*Uso correcto de equipos *Soldadura		

Continuación de la tabla C.

Puesto	6. ¿Qué temas de capacitación necesita para el desempeño de las funciones de su puesto de trabajo?	7. Escriba brevemente tres funciones principales que realiza en su puesto	8. De acuerdo con su respuesta anterior, mencione cuáles funciones se le dificultan y por qué	9. Comentario u observación.
Operadores de máquinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Electricidad Industrial básica</li> <li>*Mecánica Industrial básica</li> <li>*Motores eléctricos</li> <li>*Neumática</li> <li>*Computación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Corroborar el lote del empaque.</li> <li>*Observar el sello de la bolsa.</li> <li>*Monitorear máquina llenadora.</li> <li>*Monitorear pesaje de presentación de empaque.</li> <li>*Cambiar bobinas de empaque.</li> <li>*Trasladar bobinas de empaque.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Traslado de bobinas de empaque, por espacio entre plataformas.</li> <li>*Controlar sellos por bobinas mal calibradas.</li> <li>*Colocar las bobinas de empaque en el desenrollador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Poner brapentas en las máquinas que no tienen.</li> <li>*Que sigan las capacitaciones ya que son útiles.</li> </ul>
Mecánicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Computación</li> <li>*Mecánica Industrial</li> <li>*Compresores Blower</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Monitorear funcionamiento de equipos mecánicos.</li> <li>*Mantenimiento mecánico.</li> <li>*Reparar equipos mecánicos.</li> <li>*Rutas VOSO mecánicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Trabajos en altura e incómodos, se necesitan andamios o escaleras.</li> </ul>	NA
Eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Electrónica Industrial</li> <li>*Mecánica Industrial básica</li> <li>*Programación</li> <li>*Variadores de frecuencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Monitorear funcionamiento de equipos eléctricos.</li> <li>*Instalar equipo eléctrico y cableado de potencia.</li> <li>*Programación de variadores de frecuencia.</li> <li>*Mantenimiento eléctrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*En algunas ocasiones se necesita personal de apoyo.</li> </ul>	NA
Soldadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Computación</li> <li>*Ciencia de los materiales</li> <li>*Clasificación de electrodos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Soldadura industrial donde se requiera.</li> <li>*Proyectos de soldadura.</li> <li>*Sistemas de tubería.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Trazos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Más capacitaciones sobre temas de acuerdo con su puesto.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Con los datos anteriores se identificaron los siguientes temas de capacitación:

- Electricidad industrial básica
- Mecánica industrial básica
- Neumática
- Electrónica básica
- Variadores de frecuencia
- Lubricación
- Control de calidad
- Computación
- Ciencia de los materiales
- Uso de electrodos para soldadura
- Reciclaje y las 3R's
- Compresores blower
- PLC y programación electrónica
- Bloqueo y etiquetado de equipos
- Metodología DICAR.

#### **4.2. Plan de capacitación**

A partir de los resultados obtenidos del diagnóstico de necesidades de capacitación-DNC, se desarrolló un plan anual de capacitación para el personal de la planta detergente de las áreas de empaque y mantenimiento.

A continuación, se presenta la planificación de cada uno de los temas que se incluirán en el plan anual:

- Electricidad industrial básica

El objetivo de la capacitación es proporcionar información básica sobre la electricidad industrial enfocada a las máquinas llenadoras de empaque y las enfardadoras. Los subtemas para exponer son: voltaje, corriente, resistencia, potencia, ley de Ohm y se enseñará a utilizar el multímetro. Será impartido por un operador eléctrico de la planta, en la sala de capacitaciones para los operadores de empaque. Se impartirá una vez al año, en enero y tendrá una duración de cuarenta minutos, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- Mecánica industrial básica

El objetivo de la capacitación es proporcionar información básica sobre la mecánica industrial enfocada a las máquinas llenadoras de empaque y las enfardadoras. Los subtemas para desarrollar son: sistemas de transmisión, alineación, limpieza y lubricación de piezas. Será impartido por personal de mantenimiento y/o jefe de mantenimiento, en la sala de capacitaciones para los operadores de empaque. Se impartirá una vez al año, en enero y tendrá una duración de cuarenta y cinco minutos, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- Neumática

El objetivo de la capacitación es proporcionar información básica sobre la neumática industrial enfocada a los equipos y maquinarias que se encuentran dentro de la planta. Los subtemas para desarrollar son: aire comprimido, unidad de mantenimiento, actuadores, clases de cilindros, tipos de válvulas y tipos de aplicaciones. Será impartido por el jefe de mantenimiento o supervisor mecánico,

en la sala de capacitaciones para los operadores de empaque y operadores de mantenimiento. Se impartirá en enero y julio y se tendrá una duración de cuarenta y cinco minutos, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- Electrónica básica

El objetivo de la capacitación es proporcionar información sobre la electrónica básica enfocada a los equipos y maquinarias que se encuentran dentro de la planta. Los subtemas para desarrollar son: fuentes de tensión y corriente, semiconductores, diodos, transistores y sus aplicaciones. Será impartido por el supervisor eléctrico, en la sala de capacitaciones para los operadores de empaque. Se impartirá dos veces al año, en enero y julio y tendrá una duración de cuarenta y cinco minutos, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- Variadores de frecuencia

El objetivo de la capacitación es proporcionar información sobre los variadores de frecuencia, enfocado a los motores eléctricos que se encuentran dentro de la planta. Los subtemas para desarrollar son: ventajas, tipos, automatización de procesos y sus aplicaciones. Será impartido por personal externo, en la sala de capacitaciones para el personal de mantenimiento. Se impartirá tres veces al año, en febrero, julio, y noviembre y tendrá una duración de una hora, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- Lubricación

El objetivo de la capacitación es proporcionar información sobre la lubricación, enfocado a los equipos y maquinaria que se encuentran dentro de la

planta. Los subtemas para desarrollar son: tipos de grasas, aceites industriales, ventajas, desventajas y sus aplicaciones. Será impartido por el jefe de mantenimiento, en la sala de capacitaciones para el personal de mantenimiento y operadores de empaque. Se impartirá tres veces al año, en febrero, agosto y diciembre y tendrá una duración de cuarenta minutos, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- Control de calidad

El objetivo de la capacitación es proporcionar información sobre la calidad para el departamento de empaque y mantenimiento. Los subtemas para desarrollar son: introducción a la norma ISO 9001, la metodología DMAIC, estandarización de proceso y sus objetivos según sus departamentos. Será impartido por el jefe de procesos, en la sala de capacitaciones para el personal de mantenimiento y operadores de empaque. Se impartirá dos veces al año, en febrero y agosto, tendrá una duración de una hora, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- Computación

El objetivo de la capacitación es proporcionar información básica y práctica sobre el uso de una computadora. Los subtemas para desarrollar son: definiciones de hardware, software, los programas utilizados según sus departamentos y aplicaciones dentro de la planta. Será impartido por los jefes de empaque y el jefe de mantenimiento, en la sala de capacitaciones para el personal de mantenimiento y operadores de empaque. Se impartirá tres veces al año, en enero, mayo y septiembre y tendrá una duración de una hora, se realizarán ejercicios prácticos.



- Ciencia de los materiales

El objetivo de la capacitación es proporcionar información sobre los materiales utilizados dentro de la planta. Los subtemas para desarrollar son: fallas mecánicas de los materiales, comportamiento mecánico de los materiales, tipos de materiales y sus aplicaciones dentro de la industria. Será impartido por el jefe de mantenimiento, en la sala de capacitaciones para el personal de mantenimiento. Se impartirá dos veces al año, en marzo y octubre y tendrá una duración de una hora, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- Uso de electrodos para soldadura

El objetivo de la capacitación es proporcionar información básica y práctica sobre electrodos para soldadura. Los subtemas para desarrollar son: tipos de soldadura, clasificación de electrodos y sus aplicaciones. Será impartido por el jefe de mantenimiento, en la sala de capacitaciones para el personal de mantenimiento. Se impartirá dos veces al año, en marzo y septiembre, tendrá una duración de una hora, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- Reciclaje y las 3R's

El objetivo de la capacitación es proporcionar información básica sobre el reciclaje y las 3R's. Los subtemas para desarrollar son: reciclaje, clasificación, reducir, rehusar, reciclar y sus aplicaciones en la planta. Será impartido por el gerente de planta, en la sala de capacitaciones para el personal de empaque. Se impartirá dos veces al año, en marzo y septiembre, tendrá una duración de una hora, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- Compresores blower

El objetivo de la capacitación es proporcionar información sobre el uso y mantenimiento de los compresores blower. Los subtemas para desarrollar son: funcionamiento, características, partes y sus aplicaciones en la planta. Será impartido por un profesional externo, en la sala de capacitaciones para el personal de mantenimiento. Se impartirá dos veces al año, en marzo y noviembre, tendrá una duración de dos horas, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- PLC y programación electrónica

El objetivo de la capacitación es proporcionar información sobre la programación de PLC utilizados dentro de la planta. Los subtemas para desarrollar son: señales analógicas, sistemas digitales, automatización industrial, dispositivos plc HMI y software de programación para utilizar en la planta. Será impartido por un profesional externo, en la sala de capacitaciones para el personal de mantenimiento. Se impartirá dos veces al año, en abril y diciembre, tendrá una duración de dos horas, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- Bloqueo y etiquetado de equipos

El objetivo de la capacitación es dar a conocer la importancia de la protección del equipo y el personal responsable de dar mantenimiento a los equipos y maquinaria de la planta. Los subtemas para desarrollar son: energía peligrosa, elemento de control, dispositivo de bloqueo, normas de bloqueo y etiquetado de equipos. Será impartido por jefe de mantenimiento, en la sala de capacitaciones para el personal de mantenimiento. Se impartirá dos veces al año,

en febrero y junio, tendrá una duración de cuarenta minutos, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

- Metodología DICAR.

El objetivo de la capacitación es construir equipos de trabajo de alto rendimiento con una visión integral dentro de la planta. Los subtemas para desarrollar son: disciplina, inspiración, convicción, agradecimiento, resiliencia, como se aplica este modelo DICAR y características para implementarse en la planta. Será impartido por el jefe de empaque y jefe de mantenimiento, en la sala de capacitación para el personal de mantenimiento y operadores de empaque. Se impartirá dos veces al año, en abril y octubre, tendrá una duración de una hora, se realizarán ejercicios prácticos y evaluaciones teóricas.

A continuación, en la figura 117 se presenta el plan de capacitación anual.

Figura 117. Plan de capacitación anual

Tema de capacitación	Objetivo de la capacitación	¿A quién va dirigido?	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Electricidad industrial básica	Conocer y resolver problemas en el sistema eléctrico de las máquinas llenadoras y enfiardadoras.	Operadores de empaque	■											
Mecánica industrial básica	Diagnosticar y resolver problemas en las máquinas llenadoras y enfiardadoras.	Operadores de empaque	■											
Neumática	Mejorar el principio de funcionamiento de sistemas neumáticos.	Mantenimiento y operadores de empaque	■						■					
Electrónica básica	Mejorar la operación de los sistemas electrónicos.	Operadores de empaque	■						■					
Variadores de frecuencia	Dar a conocer el funcionamiento, mejoras a implementar y estandarizar procesos.	Mantenimiento		■					■				■	
Lubricación	Conocer las ventajas y desventajas del correcto uso de la lubricación.	Mantenimiento y operadores de empaque		■						■				■
Control de calidad	Mejorar el control de calidad en los departamentos de empaque y mantenimiento.	Mantenimiento y operadores de empaque		■						■				
Computación	Adquirir conocimientos en el área de informática y sus ventajas.	Mantenimiento y operadores de empaque	■				■				■			
Ciencia de los materiales	Conocer las propiedades de los diversos materiales y su uso.	Mantenimiento			■							■		
Uso de electrodos para soldadura	Identificar el correcto uso de los electrodos.	Mantenimiento			■						■			
Reciclaje y las 3R's	Fomentar el buen uso de materiales.	Operadores de empaque			■						■			
Compresores blower	Conocer el funcionamiento y ventajas para un compresor blower.	Mantenimiento			■								■	
PLC y programación electrónica	Dar a conocer la importancia de su funcionamiento para la automatización de los equipos.	Mantenimiento				■								■
Bloqueo y etiquetado de equipos	Dar a conocer la importancia de la protección del equipo y el personal.	Mantenimiento		■				■						
Metodología DICAR	Motivar e incentivar al personal, con un mejor rendimiento.	Mantenimiento y operadores de empaque				■						■		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

### **4.3. Resultados del plan**

Durante el desarrollo del programa de EPS se impartieron las capacitaciones.

- Bloqueo y etiquetado de equipos

En esta capacitación asistió el personal operativo y administrativo de mantenimiento. La capacitación se realizó el lunes 11 de octubre del 2021 fue interactiva, se resolvieron dudas sobre los temas impartidos, se realizó en la sala de capacitación de la empresa.

La capacitación fue impartida por Thania Rocha epesista de la carrera de ingeniería mecánica industrial, con una duración de cuarenta minutos. Se desarrolló una presentación con el tema de bloqueo y etiquetado de equipos. Los subtemas abordados fueron: energía peligrosa, elemento de control, dispositivo de bloqueo, normas de bloqueo y etiquetado de equipos.

A continuación, se presenta el material de apoyo utilizado en la capacitación, ver figura 118:

Figura 118. Diapositivas utilizadas durante la capacitación de bloqueo y etiquetado de equipos

**BLOQUEO Y ETIQUETADO DE EQUIPOS**

- INDUSTRIA LA POPULAR
- THANIA ROCHA

**AMARILLO AZUL NARANJA**  
**NEGRO ROJO VERDE**  
**PURPURA AMARILLO ROJO**  
**NARANJA VERDE NEGRO**  
**AZUL ROJO PURPURA**  
**VERDE AZUL NARANJA**

**Tipos de energías peligrosas**

Identifica los tipos de energías peligrosas.

*Que es energía peligrosa?*

- Son todas las formas de energía que están presente en los equipos o instalaciones que puedan constituir riesgo contra la seguridad e integridad de los trabajadores

**QUE ES ELEMENTO DE CONTROL?**

DISPOSITIVO MECÁNICO QUE SE OPERA O INSTALA PARA AISLAR UNA FUENTE DE ENERGIA. IMPIDE SU TRANSMISIÓN O LIBERACIÓN.

**REQUISITOS NORMATIVOS DE BLOQUEO-ETIQUETADO**

**OSHA 29CFR 1910.147. CONTROL DE ENERGIA PELIGROSA**  
 Esta norma cubre el servicio y mantenimiento de maquinas y equipo en los que la activación o arranque inesperados de las maquinas o equipos, o la liberación de energía almacenada, puede causar daños a los empleados.

**OSHA 29CFR 1910.333 SEGURIDAD ELECTRICA**  
 Se debe de emplear practicas de seguridad laboral para prevenir descargas eléctricas u otras lesiones a causa de contacto eléctrico directo o indirecto, cuando se esta realizando trabajo cerca de equipo o circuitos que están energizados.

**INTE 146.2019 CONTROL DE ENERGIAS PELIGROSAS**  
 Cubre el servicio y mantenimiento de maquinas y equipos en los que su energización o arranque inesperado o liberación de energía almacenada, podría perjudicar a las personas trabajadoras

**QUE ES UN DISPOSITIVO DE BLOQUEO**

DISPOSITIVO QUE ASEGURA QUE EL ELEMENTO DE CONTROL NO PUEDA SER OPERADO O DESINSTALADO.

¿QUE ES BLOQUEO?  
 ¿QUE ES ETIQUETADO?

**IDENTIFICAR Y MARCAR LOS PUNTOS DE CONTROL DE ENERGIA**

- Localice y marque todos los puntos de control de energía, que incluyen válvulas, interruptores, apagadores y clavijas, con una etiqueta o colgante
- Debe de existir una referencia cruzada entre cada etiqueta o colgante y el paso de la energía.

**LOTO LO USAREMOS CUANDO...**

- Realice un trabajo con riesgo de puesta en marcha inesperado de la maquinaria o equipo.
- Exista un riesgo de descarga descontrolada de energía
- Cuando se encuentre expuesto a un trabajo con alto voltaje
- Se realice cualquier tarea con equipos electrónicos conectados.
- Ingrese a un espacio confinado o cualquier tarea con riesgo de oxígeno

**PASOS DEL PROCEDIMIENTO LOTO**

**APLICACIÓN DE BLOQUEO**

- Notificar o informar
- Apagar equipo
- Quitar energía
- Aplicar candado
- Purgar energías acumuladas
- Verificar
- Colocar letreros y advertencias

**Remoción de Bloqueo**

- Inspeccionar el área
- Contar al personal
- Verificar que los controles estén en neutro
- Quitar bloqueos
- Conectar las energías
- Notificar al personal
- Iniciar el equipo

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Power Point.

A todo el personal se le fue otorgado un diploma digital, firmado por el jefe de mantenimiento y jefe de recurso humano, se presenta a continuación en la figura 119.

Figura 119. **Formato de diploma de capacitación sobre bloqueo y etiquetado de equipos**




Fuente: elaboración propia, realizado con canva online.

Al finalizar la capacitación fue registrada su participación, en la figura 120 se presenta el listado de control de asistencia.

Figura 120. **Listado de control de asistencia para la capacitación  
bloqueo y etiquetado de equipos**

**REGISTRO DE CAPACITACIONES**

Fecha:   
 Hora:



Impartida por:   
 Tema:

No.	Nombre	Área	Firma
1	Carlos Carías	Mantenimiento	<i>Carlos Carías</i>
2	Francisco Gómez	Mantenimiento	<i>Francisco Gómez</i>
3	Angela Córdova	Mantenimiento	<i>Angela Córdova</i>
4	Walter Esquivel	Mantenimiento	<i>Walter Esquivel</i>
5	José Pérez	Mantenimiento	<i>José Pérez</i>
6	Edin Véliz	Mantenimiento	<i>Edin Véliz</i>
7	Rosendo Díaz	Mantenimiento	<i>Rosendo Díaz</i>
8	Leser Muñoz	Mantenimiento	<i>Leser Muñoz</i>
9	Julio Hernández	Mantenimiento	<i>Julio Hernández</i>
10	Bolvo Martínez	Mantenimiento	<i>Bolvo Martínez</i>
11	Lester Marroquín	Mantenimiento	<i>Lester Marroquín</i>
12	Alex Picon	Mantenimiento	<i>Alex Picon</i>
13	Dimas Ramos	Mantenimiento	<i>Dimas Ramos</i>
14	Luis Moreno	Mantenimiento	<i>Luis Moreno</i>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.



A continuación, en la figura 121 se muestra la fotografía de la realización de la capacitación:

Figura 121. **Capacitación bloqueo y etiquetado de equipos.**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha] (Escuintla, Escuintla.2021). Colección: Escuintla.

- Metodología DICAR

En esta capacitación asistió el personal de mantenimiento y empaque. La capacitación fue impartida por Thania Rocha epesista de la carrera de ingeniería mecánica industrial, con una duración de una hora. Se desarrolló una presentación con el tema de metodología DICAR. Los subtemas abordados fueron: disciplina, inspiración, convicción, agradecimiento, resiliencia, como se aplica este modelo DICAR y características para implementarse en la planta.

A continuación, en la figura 122 se presenta el material de apoyo utilizado en la capacitación:

Figura 122. Diapositivas utilizadas durante la capacitación De metodología DICAR



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Power Point.

A todo el personal se le fue otorgado un diploma digital, firmado por el jefe de mantenimiento y jefe de recurso humano, se presenta a continuación en la figura 123.

Figura 123. Formato de diploma de capacitación sobre la metodología DICAR



Fuente: elaboración propia, realizando con canva online.

Al finalizar la capacitación fue registrada su participación, en la figura 124 se presenta el listado de control de asistencia.

Figura 124. Listado de control de asistencia para la capacitación sobre la metodología DICAR

**REGISTRO DE CAPACITACIONES**

Fecha: 15/10/2021  
 Hora: 14:00

**IP**  
**La Popular**

Impartida por: Thania Rocha  
 Tema: Metodología DICAR

No.	Nombre	Área	Firma
1	Carlos Carias	Mantenimiento	Carlos Carias
2	Francisco Gómez	Mantenimiento	Francisco Gómez
3	Angela Córdova	Mantenimiento	Angela Córdova
4	Walter Esquivel	Mantenimiento	Walter Esquivel
5	José Pérez	Mantenimiento	José Pérez
6	Edin Véliz	Mantenimiento	Edin Véliz
7	Rosendo Díaz	Mantenimiento	Rosendo Díaz
8	Leser Muñoz	Mantenimiento	Leser Muñoz
9	Julio Hernández	Mantenimiento	Julio Hernández
10	Bolvo Martínez	Mantenimiento	Bolvo Martínez
11	Lester Marroquín	Mantenimiento	Lester Marroquín
12	Alex Picon	Mantenimiento	Alex Picon
13	Dimas Ramos	Mantenimiento	Dimas Ramos
14	Luis Moreno	Mantenimiento	Luis Moreno
15	Pedro Cachepe	Empaque	Pedro Cachepe
16	Luis Cali	Empaque	Luis Cali
17	Esvin Revolorio	Empaque	Esvin Revolorio
18	José Díaz	Empaque	José Díaz
19	María de los Angeles	Empaque	María de los Angeles
20	Eduardo López	Empaque	Eduardo López
21	José Luis Barillas	Empaque	José Luis Barillas
22	Carlos Jimenez	Empaque	Carlos Jimenez
23	Edgar de Paz	Empaque	Edgar de Paz
24	Mónica del Cid	Empaque	Mónica del Cid
25	Kevin Pérez	Empaque	Kevin Pérez
26	Marvin Chic	Empaque	Marvin Chic

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

A continuación, en la figura 125 se muestra una con el personal, fotografía instantes después de haber culminado la capacitación:

Figura 125. **Fotografía de capacitación metodología DICAR.**



Fuente: [Fotografía de Thania Rocha] (Escuintla, Escuintla.2021). Colección: Escuintla.

#### **4.4. Costos del plan**

A continuación, en la tabla CI se presentan los costos del plan de capacitación.

Tabla CI. **Costos del plan anual de capacitación.**

<b>No.</b>	<b>Tema de capacitación</b>	<b>Costo</b>
1	Electricidad industrial básica	Q50.00
2	Mecánica industrial básica	Q50.00
3	Neumática	Q100.00
4	Electrónica básica	Q150.00
5	Variadores de frecuencia	Q650.00
6	Lubricación	Q50.00
7	Control de calidad	Q50.00
8	Computación	Q120.00
9	Ciencia de los materiales	Q75.00
10	Uso de electrodos para soldadura	Q50.00
11	Reciclaje y las 3R's	Q50.00
12	Compresores blower	Q600.00
13	PLC y programación electrónica	Q2,000.00
14	Bloqueo y etiquetado de equipos	Q50.00
15	Metodología DICAR	Q50.00
	<b>Costo total</b>	<b>Q4,120.00</b>

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.



## CONCLUSIONES

1. Por medio del diagnóstico de la situación actual se identificó la inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo. El diseño del plan de mantenimiento ya lleva meses ejecutándose luego de haberse ingresado en el programa utilizado dentro de la empresa, actualmente ya existe un plan de mantenimiento programado para poder evitar los mantenimientos correctivos, lo cual ha sido efectivo. Anteriormente no existía dicho plan de mantenimiento y ahora ya se encuentra ejecutándose de manera periódica.
2. Del análisis realizado sobre la codificación se logró establecer que la empresa tenía un tipo de codificación adecuada para los equipos y máquinas, pero no todos los equipos se encontraban codificados, inicialmente un 10% de los equipos totales se encontraban con su etiqueta en estado óptimo. Actualmente el 100% de los equipos de la planta se encuentran etiquetados con su codificación estandarizada, por lo que facilita su ubicación por área. Con la codificación correcta se ha facilitado el proceso de generar solicitudes de trabajo y reportes de mantenimiento.
3. Anteriormente no existía un análisis de criticidad de equipos y máquinas, y actualmente ya se encuentra definida la criticidad de todos los equipos y máquinas de la planta, por medio del análisis de incidencia en la producción, grado de mantenibilidad y si existe equipo reemplazo, se puede dividir la criticidad en alta, media y baja. Con esta información se puede dar prioridad a los equipos y máquinas de mayor riesgo y así poder



mantener un stock de repuestos adecuado, con el fin de evitar retrasos en producción.

4. En el área de mantenimiento utilizaban solo el formato de reporte de turno para justificar las tareas de mantenimiento realizadas y así generarles órdenes, luego de analizar sus necesidades se elaboraron formatos de rutas de lubricación, formato de rutas VOSO para el mantenimiento predictivo y se mejoró el formato de reporte de turno con el fin de tener un historial de fallas y darle trazabilidad a las fallas de los equipos y máquinas.
5. Para realizar y ejecutar el plan de mantenimiento fue indispensable e importante definir las frecuencias de los mantenimientos para cada equipo y máquina. Se documentaron las tareas y actividades a realizar a cada equipo y máquina según sea su criticidad, funcionalidad, uso e historial de fallas. Anteriormente esto no estaba definido para los equipos ya que no contaban con un plan documentado, las tareas de mantenimiento que realizaban eran en su mayoría de forma empírica y mantenimientos correctivos, actualmente ya existe definido un plan para ejecutarse de forma periódica.
6. De acuerdo con el diagnóstico de la situación actual se propusieron mejoras a realizar para el traslado y cambio de bobina de empaque, como calcular la capacidad de las tolvas de detergente y comparar las unidades de empaque necesarias según fuera su presentación, esto con el fin de disminuir o eliminar los desperdicios generados durante estas actividades realizadas por los operadores.
7. Dentro de la planta actualmente si capacitan al personal, pero no les dan capacitaciones de acuerdo con mejoras en sus áreas y puestos de trabajo,

son capacitaciones generales. Luego de haber realizado el cuestionario DNC se propone un cronograma de capacitación anual para el personal del área de empaque y mantenimiento.



## RECOMENDACIONES

1. El jefe de mantenimiento debe verificar que el personal realice adecuadamente el mantenimiento preventivo y predictivo, de acuerdo a lo planificado.
2. El jefe de mantenimiento debe asegurarse que el stock de repuestos y materiales necesarios estén disponibles en bodega para evitar atrasos durante una emergencia y para cumplir con el plan de mantenimiento.
3. Cumplir con las fechas de mantenimiento previamente establecidos, ya que deben ser programarlas por el jefe de mantenimiento y el supervisor eléctrico.
4. Evitar las soluciones provisionales en los equipos, ya que se acostumbra a realizar para una emergencia lo cual no se recomienda para los eléctricos y mecánicos realizar estas reparaciones poco confiables.
5. Recopilar información verídica en los formatos realizados por el personal de empaque y mantenimiento.
6. Capacitar al personal sobre temas necesario y de interés dentro de sus áreas, para que aporten valor agregado en sus actividades. De esto deben encargarse los de recurso humano y los jefes de cada área.
7. A los mecánicos y eléctricos se les recomienda recopilar información sobre los repuestos de los equipos y actualizarlos en el software utilizado

en mantenimiento, para poder tener datos del equipo y pedirlos para que haya en stock.

## REFERENCIAS

1. Bernández, M. L. (2009). *Desempeño Humano: Manual de consultora* (II ed., Vol. I).
2. Contreras, R. D. (2012). *Desarrollo del capital humano en las organizaciones*. Mexico.
3. Corredor, A., Álvarez, B., & Echeverri, C. (2016). *PYMES: GESTIÓN Y CLIMA ORGANIZACIONAL* (I ed.).
4. Dekker, M. (1998). *Powered Detergents*. New York.
5. Garrido, S. G. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, España: Diaz de Santos.
6. González, M. P. (2009). *Máquinas de Fluidos*.
7. Oliveira, R. (2021). *5 porques herramientas de análisis y solución de problemas*. España: Independently Published.
8. Ruiz, A. C. (1981). *Principios de mantenimiento*. San José, Costa Rica.
9. Suarez, I. G. (2020). *Mantenimiento electromecánica de motores eléctricos*. España: COPYRIGHT.



## ANEXOS

A continuación, se presenta información de apoyo para el cálculo de tiempos durante el proceso de traslado y cambio de bobinas de empaque.

Anexo 1. **Tabla del método general electric**

<b>Tiempo del Ciclo (min)</b>	<b>Observaciones a realizar</b>
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 a 5.00	15
5.00 a 10.00	10
10.00 a 20.00	8
20.00 a 40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: Desarrollo sostenible para ingenieros (2021). *Sistema de Westinhouse*.



Anexo 2. Sistema de Westinhouse

## ***SISTEMA WESTINGHOUSE***

<u><i>HABILIDAD</i></u>			<u><i>ESFUERZO</i></u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

<u><i>CONDICIONES</i></u>			<u><i>CONSISTENCIA</i></u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

Fuente: Desarrollo sostenible para ingenieros. (2021). *Sistema de Westinhouse*.