



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

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL CONTROL DEL  
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PINTURA  
SUPERBIA**

**Donal Gildardo Estrada Cifuentes**

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, mayo de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL CONTROL  
DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE  
PRODUCCIÓN DE PINTURA SUPERBIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DONAL GILDARDO ESTRADA CIFUENTES**  
ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MAYO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL CONTROL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PINTURA SUPERBIA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 21 de noviembre de 2016.



**Donal Gildardo Estrada Cifuentes**



Guatemala, 29 de septiembre de 2017.  
REF.EPS.DOC.693.09.17.

Ingeniera  
Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Inga. Classon de Pinto:

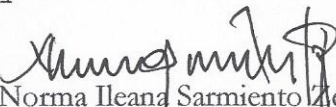
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Donal Gildardo Estrada Cifuentes**, Registro Académico No. **201115113** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL CONTROL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PINTURA SUPERBIA.**

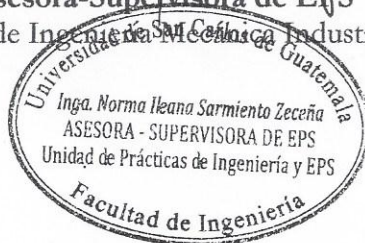
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



NISZ/ra



Guatemala, 29 de septiembre de 2017.  
REF.EPS.D.379.09.17

Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera  
Director a. i.  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Gómez:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL CONTROL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PINTURA SUPERBIA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Donal Gildardo Estrada Cifuentes** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña.

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 Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra



REF.REV.EMI.129.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL CONTROL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PINTURA SUPERBIA**, presentado por el estudiante universitario **Donal Gildardo Estrada Cifuentes**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.050.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL CONTROL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PINTURA SUPERBIA**, presentado por el estudiante universitario **Donal Gildardo Estrada Cifuentes**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
DIRECTOR a.i.  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2018.

/mgp

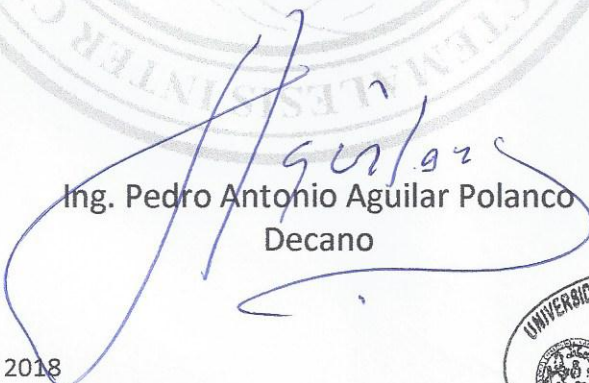




DTG. 149.2018

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: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL CONTROL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PINTURA SUPERBIA**, presentado por el estudiante universitario: **Donal Gildardo Estrada Cifuentes**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, abril de 2018

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **El Príncipe de Paz**

Por ser mi héroe y mostrarme que sobre sus hombros puedo cumplir mi propósito y ser yo mismo.

### **El Espíritu Santo**

Por sacudirme las mentiras del mundo y darme la vida que por mi cuenta jamás podría encontrar, sabiendo que si tropiezo Él me atrapará.

### **Adonai Hashem**

Por vencerme con su amor y hacerme pelear para Él; por hacerme perder todo para ganarlo todo.

### **Mi papito**

Carlos Estrada Lemus, por abrir brecha a mis sueños con su trabajo y orientar mis pasos hacia Cristo con su ejemplo.

### **Mi mamita**

Irma Cifuentes Toledo, por inspirarme y llenarme de esperanza, visión y amor, por medio de su oración, valor y esfuerzo.

### **Mi hermano**

Douglas Estrada Cifuentes, por sus consejos y ser el cimiento de mis sueños, esto no sería posible sin su ayuda.

**Mis hermanos**

Evelin, Ader y Sherly Estrada, por su amor, ayuda, consejos y creer en mis sueños.

**Mis mejores amigas**

Alejandra Ávila y Alva Carrillo, su amistad me inspira a ser una mejor persona, un mejor profesional y un mejor cristiano.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por hacerme crecer académicamente y abrir mi mente hacia nuevas metas.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por formarme académicamente y orientarme profesionalmente durante mi educación superior.
<b>Universidad del Valle de Guatemala</b>	Por ser mi primera academia y darme el fundamento para mi vida profesional.
<b>Yahwe</b>	Por ser mi centro, refugio y esperanza.
<b>Mis papitos</b>	Por ser mi sustento económico y emocional.
<b>Planta Superbia</b>	Por brindarme la oportunidad de hacer mi EPS en sus instalaciones y aumentar mi experiencia en tantas áreas.
<b>Ingeniero de planta</b>	Paúl Alberto Morales, por compartir su tiempo, experiencia, conocimiento y confiar en mí.
<b>Textiles Imperial</b>	Por darme mi primera oportunidad laboral en el sector industrial.
<b>Esposos</b>	Caridad López y Leonel Ávila, por ser mi soporte durante mi EPS y darme cariño, amor y coraje.

<b>Mi colega laboral</b>	Elbi Dulier Sian, por ser una importante ayuda en mi trabajo de epesista y darme una amistad invaluable.
<b>Mecánicos de la Planta Superbia</b>	Por compartir su experticia, conocimiento y tiempo durante mi EPS.
<b>Ministerios Internacional Dios es Bueno</b>	Por darme formación cristiana, sembrando <i>logos</i> en mí y que el Espíritu convirtió en <i>rhema</i> .
<b>Ministerios El Shaddai</b>	Por ser el medio que YHWH usó para mostrarme que todo ha sido por Él y que su voluntad es buena, perfecta y agradable.
<b>Mi asesora de EPS</b>	Norma Sarmiento, por ser mi ayuda durante todo mi proceso de EPS y darme la motivación que necesitaba para seguir adelante.
<b>Mis mejores maestros en mi vida educativa</b>	Ruty Cifuentes, Marco Antonio Baten, José Carlos Chiquín y Priscila Sandoval.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS .....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA SUPERBIA .....	1
1.1. Historia.....	1
1.2. Visión .....	3
1.3. Misión.....	4
1.4. Valores.....	4
1.5. Logotipo .....	4
1.6. Estructura organizacional .....	5
1.7. Distribución de la planta.....	13
1.8. Productos fabricados .....	21
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL CONTROL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.....	23
2.1. Situación actual.....	23
2.1.1. Descripción general del proceso productivo .....	23
2.1.2. Descripción genérica de los equipos .....	28
2.1.2.1. Dispensor .....	28
2.1.2.2. Molino .....	30

2.1.2.3.	Tanque agitador.....	32
2.1.2.4.	Bomba de diafragma .....	34
2.1.2.5.	Envasadora.....	36
2.1.2.6.	Compresor de aire de tornillo .....	37
2.1.3.	Situación del departamento de mantenimiento.....	39
2.1.4.	Análisis FODA.....	41
2.1.4.1.	Debilidades .....	42
2.1.4.2.	Amenazas .....	44
2.1.4.3.	Fortalezas .....	45
2.1.4.4.	Oportunidades .....	47
2.1.5.	Análisis de confiabilidad.....	49
2.2.	Análisis basado en procesos .....	55
2.2.1.	Mapeo del macroproceso .....	56
2.2.2.	Estudio de bases legales afines .....	57
2.2.3.	Mapeo del proceso departamento de mantenimiento .....	58
2.2.4.	Descripción de los subprocesos del departamento de mantenimiento .....	60
2.2.4.1.	Elaboración del formato de ficha de descripción .....	60
2.2.4.2.	Desarrollo de la priorización de subprocesos.....	62
2.2.4.3.	Elaboración de las fichas de descripción de cada subproceso.....	64
2.3.	Definición de los indicadores claves de desempeño para la métrica de los subprocesos analizados.....	72
2.3.1.	Elaboración del formato normalizado para toma de metadatos .....	73

2.3.2.	Desarrollo y documentación de los metadatos de los indicadores .....	76
2.4.	Diseño de la planificación estratégica para el departamento de Mantenimiento .....	79
2.4.1.	Marco referencial de Planta Superbia.....	81
2.4.2.	Marco referencial del departamento de mantenimiento .....	83
2.4.2.1.	Objetivos estratégicos .....	84
2.4.2.2.	Líneas de acción.....	84
2.5.	Diseño del plan de mantenimiento preventivo .....	88
2.5.1.	Codificación y nomenclatura de activos.....	89
2.5.2.	Diseño de formato de fichas técnicas de equipos .....	100
2.5.3.	Creación y alimentación de la base de datos para órdenes de trabajo, activos, personal, ubicaciones y tiempos.....	113
2.5.4.	Elaboración de instrucciones genéricas para preventivos e inspecciones.....	121
2.5.5.	Definición de la metodología para la evaluación y el seguimiento del plan .....	144
2.5.6.	Programas y proyectos para potenciar el plan de mantenimiento preventivo .....	146
2.5.6.1.	Diseño de un programa SOL .....	146
2.5.6.2.	Diseño y propuesta de otros programas para mejorar los subprocesos prioritarios .....	161
2.6.	Costos de implementación.....	173



3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. MODELO PARA EL MANEJO DEL INVENTARIO.....	175
3.1.	Diagnóstico de la bodega .....	175
3.1.1.	Análisis de actividades y responsabilidades de la bodega .....	175
3.1.2.	Descripción de la metodología actual .....	178
3.1.3.	Estudio de las instalaciones físicas de la bodega .....	182
3.1.4.	Listado y descripción general de suministros, herramientas y repuestos .....	185
3.1.5.	Jerarquización actual de los elementos de la bodega .....	190
3.1.6.	Listado y clasificación de elementos considerados de inventario <i>pull</i> o inventario <i>push</i> .....	191
3.1.7.	Niveles actuales y registros históricos del inventario.....	195
3.2.	Propuesta de plan para el manejo del inventario.....	195
3.2.1.	Diseño del método para clasificación de reparable / consumible de los elementos de la bodega .....	196
3.2.2.	Diseño de modelo para la jerarquización de los elementos de acuerdo a su demanda y criticidad .....	197
3.2.3.	Propuesta para la distribución de estanterías .....	202
3.2.4.	Propuesta para la codificación alfanumérica de los elementos .....	203

3.2.5.	Propuesta para la métrica y seguimiento del plan .....	203
3.3.	Costos de propuesta.....	204
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN .....	205
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación .....	205
4.1.1.	Selección del grupo objetivo .....	205
4.1.2.	Diseño de la evaluación diagnóstica.....	206
4.1.3.	Aplicación de la prueba diagnóstica .....	214
4.1.4.	Resultados de la prueba diagnóstica.....	215
4.1.5.	Análisis de los resultados y conclusiones.....	220
4.2.	Plan de capacitación.....	222
4.2.1.	Temas de capacitación .....	222
4.2.2.	Programación de capacitación.....	225
4.3.	Evaluación del plan.....	226
4.3.1.	Evaluación de reacción.....	226
4.3.2.	Evaluación de aprendizaje.....	228
4.3.3.	Capacitación impartida .....	228
4.4.	Costos del plan .....	229
	CONCLUSIONES.....	233
	RECOMENDACIONES .....	235
	BIBLIOGRAFÍA .....	237
	APÉNDICES.....	243



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Logotipo de Pinturas Paleta.....	3
2.	Logotipo de Pinturas Corona.....	3
3.	Logotipo de Planta Superbia.....	5
4.	Organigrama a nivel ejecutivo de Planta Superbia.....	7
5.	Organigrama de la dirección de manufactura, Planta Superbia.....	9
6.	Descripción de domos en Planta Superbia.....	14
7.	Bosquejo de la Planta Superbia, vista de planta.....	16
8.	Bosquejo del domo 8 AV, vista de planta.....	18
9.	Bosquejo del domo 14 PBS, vista de planta.....	19
10.	Bosquejo del domo 10 MP, vista de planta.....	20
11.	Dispensor de recubrimientos en área de dispersión PBS.....	29
12.	Hélice de un dispensor en area de dispersión PBS.....	30
13.	Molino vertical en área de molienda PBS.....	31
14.	Molino horizontal en área de molienda PBS.....	32
15.	Motorreductor del tanque núm. 16 de látex AV.....	33
16.	Tanques agitadores en área de refinado de industria PBS.....	34
17.	Bomba de diafragma del tanque de bases en <i>slurries</i> .....	35
18.	Envasadora de galón de pintura látex.....	37
19.	Compresor de tornillo.....	38
20.	Mapa de procesos de primer nivel de la Planta Superbia.....	57
21.	Mapa de procesos de 2.º nivel del depto. de mantenimiento.....	59
22.	Ficha para la descripción de un subproceso.....	61
23.	Ficha de descripción del subproceso gestión de OT, p. 1.....	65

24.	Ficha de descripción del subproceso gestión de OT, p. 2.....	66
25.	Ficha de descripción del subproceso gestión de OT, p. 3.....	67
26.	Ficha de descripción del subproceso gestión de OT, p. 4.....	68
27.	Flujograma de control de órdenes de trabajo.....	69
28.	Flujograma sobre presentar informes de OT.....	70
29.	Flujograma sobre registro del consumo de agua.....	71
30.	Ficha técnica de indicador de preventivos vs. correctivos.....	74
31.	Reporte semanal de la cuarta semana de enero 2017.....	78
32.	Reporte mensual del mes de enero 2017.....	78
33.	Visión de Planta Superbia.....	82
34.	Misión de Planta Superbia.....	82
35.	Valores de Planta Superbia.....	83
36.	Ficha técnica de dispensor núm. 24, p. 1.....	103
37.	Ficha técnica de dispensor núm. 24, p. 2.....	104
38.	Ficha técnica de dispensor núm. 9, p. 1.....	105
39.	Ficha técnica de dispensor núm. 9, p. 2.....	106
40.	Ficha técnica de dispensor núm. 6, p. 1.....	107
41.	Ficha técnica de dispensor núm. 6, p. 2.....	108
42.	Ficha técnica de compresor de tornillo, p. 1.....	109
43.	Ficha técnica de compresor de tornillo, p. 2.....	110
44.	Ficha técnica de montacargas de diésel, p. 1.....	111
45.	Ficha técnica de montacargas de diésel, p. 2.....	112
46.	Pantalla de bienvenida del <i>software CMMS</i> .....	116
47.	Catálogo de departamentos en el <i>software CMMS</i> .....	116
48.	Lista de tipo de equipo en el <i>software CMMS</i> .....	117
49.	Datos cargados de un empleado en el <i>software CMMS</i> .....	117
50.	Listado de OT generadas en el <i>software CMMS</i> .....	118
51.	Ejemplo de una OT almacenada en CWorks.....	118
52.	Formato de OT generada por CWorks.....	120

53.	Instructivo para preventivo de 200 h de montacargas, p. 1 .....	123
54.	Instructivo para preventivo de 200 h de montacargas, p. 2 .....	124
55.	Rutina de inspección semanal para el área de resinas, p. 1 .....	136
56.	Rutina de inspección semanal para el área de resinas, p. 2 .....	137
57.	Rutina de inspección semanal para el área de resinas, p. 3 .....	138
58.	Rutina de inspección general para fin de semana, p. 1 .....	139
59.	Rutina de inspección general para fin de semana, p. 2 .....	140
60.	Rutina de inspección general para fin de semana, p. 3 .....	141
61.	Rutina de inspección general para inicio de semana, p. 1 .....	142
62.	Rutina de inspección general para inicio de semana, p. 2 .....	143
63.	Calendarización de preventivos vía Google Calendar.....	145
64.	Extracto de la base de datos de manuales de equipos.....	147
65.	Ficha técnica o metadatos de indicador de SOL.....	148
66.	Evaluación para medición y cálculo de indicador SOL.....	149
67.	Plano de áreas para reubicación de taller electromecánico.....	156
68.	Remozamiento del piso y marcado de áreas de uso en el taller electromecánico.....	157
69.	Matriz de clasificación de desechos .....	158
70.	Infografía sobre Normas de SSO en el taller electromecánico.....	160
71.	Programación y planificación de ejecución del proyecto extractor de polvos . .....	166
72.	Flujograma de entrega y despacho de la bodega.....	180
73.	Hoja de cálculo para registro de bajas del inventario .....	181
74.	Estanterías de planta baja de la bodega de Planta Superbia .....	184
75.	Estanterías del entresuelo de la bodega de Planta Superbia .....	184
76.	Detalle de estanterías, pasillo y luminarias de la bodega de Planta Superbia .....	185
77.	Gráfico de barras con los resultados de la clasificación ABC .....	200
78.	Rúbrica para perfil de soldador.....	210

79.	Rúbrica para perfil de albañil .....	211
80.	Rúbrica para perfil de electricista .....	211
81.	Rúbrica para perfil de fontanero .....	212
82.	Rúbrica para perfil de mecánico de motores .....	212
83.	Rúbrica para perfil de mecánico general .....	213
84.	Rúbrica para perfil de informático.....	213
85.	Rúbrica para perfil de técnico en electrónica.....	214
86.	Gráfico radial de las competencias de Á.O. ....	216
87.	Gráfico radial de las competencias de J.C. ....	216
88.	Gráfico radial de las competencias de H.B.....	217
89.	Gráfico radial de las competencias de M.G.....	217
90.	Gráfico radial de las competencias de R.G. ....	218
91.	Gráfico radial de las competencias de R.Gu. ....	218
92.	Gráfico radial de las competencias de N.G. ....	219
93.	Instrumento para la evaluación de reacción .....	227
94.	Capacitación sobre OT, colaborador Á. Ortiz.....	229
95.	Capacitación sobre OT, colaboradores N. Gil y H. Benito.....	229

## TABLAS

I.	Cultura organizacional de la Planta Superbia.....	10
II.	Productos elaborados en la Planta Superbia .....	22
III.	Actividades productivas en domo PBS.....	24
IV.	Resumen del proceso productivo en domo AV .....	27
V.	Matriz de estrategias basadas en FODA.....	48
VI.	Análisis de confiabilidad en dispersores.....	51
VII.	Probabilidad de llegada de fallas en dispersores .....	52
VIII.	Probabilidad de tener al menos una falla en dispersores.....	52
IX.	Análisis de confiabilidad en molinos .....	53

X.	Probabilidad de llegada de falla en molinos .....	54
XI.	Probabilidad de tener al menos una falla en molinos .....	54
XII.	Bases legales afines al proceso de mantenimiento.....	57
XIII.	Matriz de administración de tiempo para la priorización de los subprocesos.....	63
XIV.	Estructura propuesta de metadato de indicador.....	75
XV.	Preguntas planificadas entrevista para la recolección de datos del IPC .....	77
XVI.	Cuadro resumen y vinculante de las líneas de acción .....	85
XVII.	Lista de tipos de activos .....	91
XVIII.	Lista de departamentos .....	94
XIX.	Lista de localizaciones.....	94
XX.	Lista de equipos.....	96
XXI.	Limitaciones de CWorks y soluciones planteadas.....	114
XXII.	Mantenimiento de 6 000 h compresor de tornillo.....	125
XXIII.	Mantenimiento trimestral molino horizontal .....	126
XXIV.	Mantenimiento anual molino horizontal .....	126
XXV.	Mantenimiento mensual bomba de diafragma.....	128
XXVI.	Mantenimiento mensual envasadora.....	129
XXVII.	Mantenimiento de 1 200 h montacargas .....	130
XXVIII.	Mantenimiento anual motorreductor bomba de tornillo .....	132
XXIX.	Mantenimiento mensual dispensor.....	133
XXX.	Mantenimiento trimestral de equipo A/C.....	134
XXXI.	Planeación de programa para manejo de residuos .....	151
XXXII.	Ficha resumen del proyecto extractor de polvos .....	162
XXXIII.	Recursos materiales del proyecto extractor de polvos .....	163
XXXIV.	Recursos humanos y trabajo tercerizado del proyecto extractor de polvos .....	164
XXXV.	Resumen de costos del proyecto extractor de polvos .....	164



XXXVI.	Análisis de valor del proyecto extractor de polvos.....	165
XXXVII.	Informe de resumen de recursos humanos del proyecto extractor de polvos .....	167
XXXVIII.	Informe de un recurso humano del proyecto extractor de polvos.....	167
XXXIX.	Informe de tareas del proyecto extractor de polvos.....	169
XL.	Costos de las actividades de formación .....	173
XLI.	ROP de puesto de bodeguero .....	177
XLII.	Descripción general de artículos prioritarios de la bodega.....	186
XLIII.	Clasificación de artículos del almacén en <i>pull/push</i> .....	191
XLIV.	Lista de cotejo para determinar clasificación de artículo .....	196
XLV.	Clasificación ABC para jerarquizar elementos de almacén.....	198
XLVI.	Cálculo de clasificación ABC .....	199
XLVII.	Matriz de clasificación de artículos por criticidad-ABC .....	201
XLVIII.	Costos de las actividades de formación .....	204
XLIX.	Perfiles de puestos laborales para el taller electromecánico.....	207
L.	Matriz síntesis de valoración de competencias en el taller electromecánico.....	220
LI.	Preselección y selección de temas para el plan anual de capacitación .....	221
LII.	Planificación para la capacitación.....	222
LIII.	Programación de las actividades de capacitaciones del taller electromecánico.....	225
LIV.	Costos de las actividades de formación .....	230

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>inox</b>	Acero inoxidable
<b>admón.</b>	Administración
<b>A/C</b>	Aire acondicionado
<b>AV</b>	Alto volumen
<b>app</b>	Aplicación móvil
<b>AWS</b>	Asociación Estadounidense de Soldadores
<b>MDB</b>	Base de datos de Microsoft Access
<b>UPC</b>	Código universal de producto
<b>PC</b>	Computadora personal
<b>AC</b>	Corriente alterna
<b>CNB</b>	Currículo Nacional Base
<b>EPS</b>	Ejercicio Profesional Supervisado
<b>EPP</b>	Equipo de protección personal
<b>gal</b>	Galón
<b>GLP</b>	Gas licuado de petróleo
<b>CMMS</b>	Gestión del mantenimiento asistido por computadora
<b>HG</b>	Hierro galvanizado
<b>HN</b>	Hierro negro
<b>h</b>	Hora
<b>KPI</b>	Indicador clave de desempeño
<b>ANSI</b>	Instituto Nacional de Normalización Estadounidense
<b>Intecap</b>	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad
<b>I+D</b>	Investigación y desarrollo

<b>kW</b>	Kilovatio
<b>lb</b>	Libra
<b>psi</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>mantto.</b>	Mantenimiento
<b>MP</b>	Materia prima
<b>mm</b>	Milímetro
<b>Mineduc</b>	Ministerio de Educación de Guatemala
<b>Mintrab</b>	Ministerio de Trabajo y Previsión Social
<b>n/a</b>	No aplicable, sin respuesta, no disponible
<b>núm.</b>	Número
<b>of.</b>	Oficina
<b>OT</b>	Orden de trabajo
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización
<b>ppm</b>	Partes por millón
<b>PBS</b>	Planta base solvente
<b>pH</b>	Potencial hidrógeno
<b>in</b>	Pulgada
<b>RRHH</b>	Recursos humanos
<b>ROP</b>	Responsabilidades, objetivos y puntos críticos
<b>rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>SSO</b>	Salud y seguridad ocupacional
<b>SOL</b>	Seguridad, orden y limpieza
<b>SHE</b>	Seguridad, salud y ambiente
<b>BPCS</b>	Sistemas de planeación de negocio y control
<b>MIG</b>	Soldadura con metal y gas inerte
<b>TIG</b>	Soldadura con tungsteno y gas inerte
<b>TIC</b>	Tecnologías de la información y la comunicación
<b>SKU</b>	Unidad de mantenimiento en almacén
<b>V</b>	Voltio

## GLOSARIO

<b>Acuotubular</b>	Caldera en la que el fluido de trabajo se desplaza por tubos durante su calentamiento.
<b>Android</b>	Sistema operativo móvil basado en el núcleo Linux.
<b>Arduino</b>	Respecto a <i>hardware</i> , placa de circuito impreso con un microcontrolador, puertos digitales y analógicos de entrada/salida, los cuales pueden conectarse a placas de expansión que amplían las características.
<b>Benchmarking</b>	Técnica administrativa de toma de comparadores con altos estándares en el sector deseado, con el fin de llevarlo a los propios procesos.
<b>Big data</b>	Capacidad de almacenar enormes cantidades de datos pudiendo aprovecharlos de forma eficiente en tiempos y en coste.
<b>Céteris páribus</b>	Término en latín que se parafrasea en español como: permaneciendo el resto constante.
<b>Chiller</b>	Equipo industrial para enfriamiento de agua o aire, generalmente basados en compresores.

<b><i>Dashboard</i></b>	Es una representación visual de los principales indicadores que intervienen en la consecución de los objetivos de negocio, y que está orientada a la toma de decisiones para optimizar la estrategia de la empresa.
<b><i>Engagement</i></b>	Grado en el cual un consumidor interactúa con una marca adquiriendo lealtad hacia esta.
<b><i>Flange</i></b>	Reborde circular en el extremo de los tubos de metal que sirve para unir unos con otros usando tornillos. También se le conoce como brida.
<b>Glicol</b>	Tipo de compuestos químicos usados utilizado como reductor del punto de congelación en soluciones refrigerantes.
<b>Google Calendar</b>	Agenda y calendario desarrollado por Google, donde los eventos se almacenan en la nube.
<b>Google Drive</b>	Servicio de alojamiento y sincronización de archivos en la nube.
<b>Hilti</b>	Nombre comercial para tornillos autorroscantes y autotaladrantes usados para fijación.
<b>Horómetro</b>	Dispositivo de medición que registra el número de horas que un motor o un equipo ha funcionado desde la última vez que se ha activado el mismo.

<b>Infor ERP</b>	Programa de planificación de recursos que tiene como objeto el control absoluto sobre las operaciones y cadena de suministro de una empresa.
<b><i>Input</i></b>	Nombre genérico usado por la Norma ISO 9001 para toda entrada de un proceso.
<b>Internet de las cosas</b>	Red que interconecta objetos físicos valiéndose del internet, que además programa eventos específicos en función de las tareas que le sean dictadas remotamente.
<b><i>Jingle</i></b>	Canción corta con fines publicitarios.
<b>MacOS</b>	Sistema operativo propietario desarrollado por Apple Inc. para sus propios equipos de escritorio y portátiles.
<b><i>Mesh</i></b>	Malla elaborada con hilos de acero inoxidable donde el espaciado se mide en micrones.
<b>Microsoft Access</b>	Programa ofimático para crear base de datos de escritorio.
<b>Microsoft Excel</b>	Aplicación ofimática de hojas de cálculo para tareas contables, financieras y estadísticas principalmente.

<b>Microsoft Office 365</b>	Solución de arrendamiento del paquete Microsoft Office por pagos mensuales en vez de un único pago elevado.
<b>Microsoft Project</b>	<i>Software</i> de administración de proyectos, útil para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.
<b>O-ring</b>	Junta de forma toroidal generalmente de goma, cuya función es la de asegurar la retención de fluidos.
<b>Oleoneumática</b>	Parte de la física que estudia de las propiedades de los gases y los aceites desde el punto de vista de su movimiento.
<b>OmniPlan</b>	<i>Software</i> para visualizar, mantener y simplificar proyectos, siendo un análogo a Microsoft Project en MacOS.
<b>Oxigas</b>	Soldadura de llama dirigida por un soplete, obtenida por medio de la combustión de los gases oxígeno y acetileno.
<b>Proxémica</b>	Parte de la semiótica que estudia las relaciones entre las personas y los objetos durante la interacción, las posturas adoptadas y la existencia o ausencia de contacto físico.

<b><i>Pull</i></b>	Modelo de inventario en donde solo se pide al proveedor cuando el artículo es demandado por el cliente, normalmente porque son elementos costosos o de escasa demanda.
<b><i>Push</i></b>	Modelo de inventario que siempre busca mantener <i>stock</i> pues el impacto de no tenerlo es alto o la demora para reabastecer así lo requiere.
<b><i>Ransomware</i></b>	Tipo de programa maligno que encripta los archivos de una computadora y pone un precio a la información secuestrada.
<b><i>Ratch</i></b>	Herramienta mecánica consistente de una rueda dentada enganchada a un trinquete que le permite moverse en una sola dirección. También se le conoce como llave de torsión.
<b>Resina alquídica</b>	Un poliéster cuya cadena principal está modificada con moléculas de ácido graso, las que le otorgan propiedades particulares.
<b>Rúbrica</b>	Herramienta de evaluación que a modo de tabla permiten valorar de forma detallada tareas, conocimientos y competencias adquiridos.
<b>Semiótica</b>	Teoría general de los signos.



<b>Sikaflex</b>	Nombre comercial para masilla de sellado y pegado.
<b>Sociolecto</b>	Manera de hablar propia de las personas que pertenecen a un mismo grupo sociocultural.
<b>Software</b>	Es cualquier programa computacional diseñado para cumplir una función específica, directamente con el usuario o por otra aplicación.
<b>Stock</b>	Repuestos y suministros guardados en un almacén.
<b>Terminología</b>	Conjunto de términos o vocablos propios de determinada profesión, ciencia o materia.
<b>Washer</b>	Disco delgado con un agujero generalmente en el centro y se usa comúnmente para soportar una carga de apriete. También se le conoce como arandela.
<b>Web 2.0</b>	Sitios electrónicos que facilitan el compartir información, la interoperabilidad, el diseño centrado en el usuario y la colaboración en la Internet.
<b>Webgrafía</b>	Compilación de recursos procedentes de internet referentes a una materia determinada o empleados en un trabajo escrito.
<b>White-collar</b>	Profesional asalariado o trabajador con nivel educativo medio que realiza tareas semiprofesionales

o profesionales de oficina, coordinación de ventas administración y contabilidad.

**Windows**

Nombre genérico y comercial del sistema operativo desarrollado por Microsoft para PC.

**Zimbra Mail**

Servicio de correo electrónico, agenda, calendario y notas para sectores empresariales, bajo una suscripción de pago.



## RESUMEN

La Planta Superbia es una empresa dedicada a la producción de pinturas y recubrimientos con presencia en el área central de América. Sus instalaciones están en el departamento de Escuintla y forma parte de un conglomerado industrial con más de 60 años de historia; compitiendo con marcas comerciales como: Paleta, Corona, Sytec y Nova. Uno de sus procesos de soporte es el departamento de mantenimiento y este se encarga de diversas actividades como: mantener la disponibilidad de los activos industriales, garantizar el flujo constante de agua, aire comprimido y energía eléctrica al proceso clave, cuidar las áreas verdes y proyectos de obra civil.

Actualmente dicho departamento cumple con sus funciones técnicas pero carece de un plan de mantenimiento preventivo que oriente sus acciones, controle sus subprocesos, proponga programas de mejora y mida sus resultados en base a indicadores. Es necesario una planificación eficaz que brinde lo anterior y además cree la línea basal para nuevos planes, programas y proyectos.

Para solventar la problemática se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo que da respuesta al punto de mejora descrito anteriormente; asimismo, se propuso un modelo para el manejo de inventario en la bodega de repuestos, materiales y suministros; finalmente se brindó al taller electromecánico una propuesta de un plan de capacitación anual dentro de un marco de diagnóstico, plan de acción y evaluación. Se obtuvo como resultados una mejora en el indicador de preventivos vs. correctivos, aceleramiento el proceso de adquisición de repuestos y registro, programación y control de las actividades de mantenimiento.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la planificación, control, evaluación y mejora de los subprocesos prioritarios del departamento de mantenimiento.

### **Específicos**

1. Elaborar un diagnóstico sistemático del estado actual del departamento de mantenimiento y sus subprocesos.
2. Describir a detalle el proceso de mantenimiento y sus subprocesos utilizando modelos normalizados de fichas.
3. Definir el indicador clave para reflejar el avance en la programación, ejecución y control de los preventivos, correctivos e inspecciones del departamento de mantenimiento.
4. Documentar las fichas técnicas, averías frecuentes, los correctivos, preventivos e inspecciones de los activos industriales, aprovechando las TIC y las tecnologías 2.0 para organizar y respaldar.
5. Proponer una modelo para el manejo del inventario de herramientas, suministros y repuestos de la bodega de la Planta Superbia.

6. Diseñar un plan de capacitación anual basado en competencias declarativas, actitudinales y procedimentales.

## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento preventivo es parte esencial de los procesos de una industria, busca encontrar y corregir los problemas menores antes de que provoquen fallas en los equipos. Cuando este mantenimiento se enmarca en un plan se caracteriza por un listado de actividades programadas que relacionan equipos, mecánicos, suministros y herramientas que se coordinan para el buen funcionamiento de la planta, edificios, máquinas, vehículos y cualquier elemento importante en la cadena de producción.

La Planta Superbia es la mayor productora de pinturas y recubrimientos en Mesoamérica, manufactura pinturas de látex, aceite, barnices, lacas, entre otros. De tal forma, el departamento de mantenimiento de la planta se asegura que cada activo industrial preste el servicio que le compete, ya sea en el proceso clave o en los de soporte. Lo anterior, se logra planeando, ejecutando y controlando un mantenimiento preventivo que organice los recursos disponibles y priorice los elementos que agregan más valor al proceso productivo.

En el capítulo uno se presentan los datos más importantes para contextualizar con la Planta Superbia, es decir, breve historia de la organización, misión, visión, distribución física, productos que fabrica la empresa y otros aspectos de la cultura organizacional, considerados significativos para el desarrollo del proyecto.

En el capítulo dos se describen actividades que conforman el eje principal de este documento. Durante esta fase se realizó el diagnóstico de la situación en que se encontró el departamento de mantenimiento y la Planta Superbia, se llevó



a cabo la segmentación de los procesos para facilitar su análisis, la definición de los indicadores para la medir los procesos más importantes, la elaboración de la planificación estratégica para orientar los planes del departamento y la estructura general del plan de mantenimiento preventivo.

En el capítulo tres se explica el diagnóstico y consecutivamente el modelo propuesto para el manejo de la bodega de repuestos, suministros y materiales de la empresa. En esta fase se detalla el método usado actualmente en la bodega, la descripción física de las instalaciones, los puntos de mejora detectados, las herramientas que pueden ser usadas para solventar las dificultades diagnosticadas y también la propuesta para mejorar el control del inventario.

En el capítulo cuatro se abarcan los aspectos de capacitación y formación. Se describe la matriz de evaluación de competencias utilizada para diagnosticar las necesidades de capacitación, el plan de capacitación propuesto y aunado el estudio de prefactibilidades del mismo, es decir, evaluación ex-ante del proyecto.

# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA SUPERBIA**

## **1.1. Historia**

La Planta Superbia se inicia abriéndose brecha con una humilde venta de pintura; doña Julia de Ascoli vende 1/32 de galón y una brocha por un quetzal, orientando el negocio familiar bajo el paradigma: el servicio al cliente es la clave de la permanencia.

La empresa es fundada en 1955 como Pinturas La Paleta y en 1964 se expanden las tiendas a nivel nacional. Para 1977 se inaugura en Guatemala la planta de producción de pintura local como parte de una empresa internacional y siendo La Paleta el cliente más importante.

Ya para 1979 se monta la propia planta de producción para satisfacer la demanda en Guatemala. En 1981 se adquieren plantas de producción en El Salvador, Honduras y Nicaragua; posteriormente en 1982 se crea la marca propia Corona, para ser distribuida a través de terceros. En 1985 se consolidan las plantas de producción en una sola, convirtiéndose dicha planta de pintura en la mayor de Centroamérica y El Caribe por su capacidad instalada.

A partir de 1990 alcanza 800 puntos de venta en Centroamérica y se aprovecha el canal de distribución para vender productos de ferretería complementarios a la pintura. Luego, en 1995, se crea Sytec enfocada en la venta de pinturas para sectores empresariales y grandes proyectos.

En 1997 se inician operaciones en los países de Costa Rica y Panamá. Para el 2003 se amplían los servicios ofrecidos por pinturas La Paleta, abarcando el sector de asesoría y acercamiento al cliente. En 2005 se crean las franquicias de tiendas de pintura Corona Paint Center.

En el 2011 se decidió emprender un nuevo proyecto, la inauguración de la fábrica de pinturas más grande y avanzada tecnológicamente de la región, su nombre es Superbia, ubicado en Masagua, Escuintla, Guatemala. En la planta se produce pinturas a base de látex y aceite para el mercado domiciliar, industrial, automotriz, naval, aéreo, mercadotecnia y proyectos de inversión.

La nueva planta abrió las puertas hacia la expansión y durante el 2014 se continuó con la ampliación del catálogo al adquirir pinturas Modelo en Nicaragua, la marca más importante de ese país. 60 años más tarde el consolidado empresarial de pinturas se ha convertido en el fabricante, distribuidor y comercializador de pintura más grande de Centroamérica, abarcando la mitad meridional de México, los territorios de Guatemala, El Salvador, Belice, Honduras, Nicaragua y Costa Rica.

Planta Superbia atiende a todos los segmentos del mercado: amas de casa, contratistas, artesanos, empresarios, diseñadores, supermercados, entre otros. Actualmente se producen variedades de pinturas a base de látex y aceite, asimismo, se comercializan solventes, aerosoles y herramientas para la aplicación de pintura.

En las figuras 1 y 2 se muestran los logotipos de las dos marcas comerciales más importantes del consorcio objeto de este EPS. Estas dos marcas ya tienen un *engagement* en el mercado nacional, incluso con un comercial y *jingle* retro que se convirtió en parte de la cultura pop guatemalteca.

Figura 1. **Logotipo de Pinturas Paleta**



Fuente: Planta Superbia, departamento de mantenimiento.

Figura 2. **Logotipo de Pinturas Corona**



Fuente: Planta Superbia, departamento de mantenimiento.

## 1.2. **Visión**

“Ser la planta de fabricación y distribución de pinturas y recubrimientos más eficiente de Centroamérica. Caracterizada por la calidad de sus productos y servicios, que genere rentabilidad adecuada y sostenible, comprometida con sus

clientes, el medio ambiente, la seguridad y la responsabilidad social siendo instrumento de superación laboral y personal de sus colaboradores.”<sup>1</sup>

### **1.3. Misión**

“Producir pintura de la más alta calidad y al mejor precio, convertirnos en la mejor opción para proteger, mantener y embellecer ambientes, instalaciones, equipos y maquinaria industrial”.<sup>2</sup>

### **1.4. Valores**

- Excelencia: Hacer mi trabajo de forma sobresaliente.
- Transparencia: Ser claro en mi comunicación y acciones.
- Equipo: Disposición a hacer mi propia parte entendiendo que tengo un objetivo en común con los demás.
- Orden y disciplina: de forma permanente.
- Cumplimiento: Logro lo que se espera de mí.
- Responsabilidad: Soy causa directa de los resultados de mi equipo.<sup>3</sup>

### **1.5. Logotipo**

El logotipo de la Planta Superbia se muestra en la figura 3. El nombre es una derivación de un anglicismo, *superb*, que significa magnífico y soberbia, representando el orgullo que sintió el dueño de la empresa al completar la construcción de la planta de recubrimientos más grande de Mesoamérica.

---

<sup>1</sup> Cultura organizacional, Planta Superbia.

<sup>2</sup> Ibid.

<sup>3</sup> Ibid.

Figura 3. **Logotipo de Planta Superbia**



Fuente: Planta Superbia, departamento de mantenimiento.

## **1.6. Estructura organizacional**

La Planta Superbia pertenece a un consorcio empresarial que tiene sus oficinas administrativas en la ciudad de Guatemala, Edificio Géminis en Zona 10, quedando la mayor parte del personal administrativo de Superbia en dichas oficinas. Por otro lado, la dirección de manufactura y la dirección de operaciones junto a sus respectivas dependencias, funcionan en las instalaciones de Masagua, Escuintla.

La estructura organizacional de la empresa es del tipo formal y lineofuncional, es decir, la cadena de mando se transmite a través de un único jefe para cada función en especial y la especialización de cada actividad en una función. Lo anterior facilita la toma de decisiones, mejora la equidad en la carga de trabajo y permite la trazabilidad de responsabilidad.

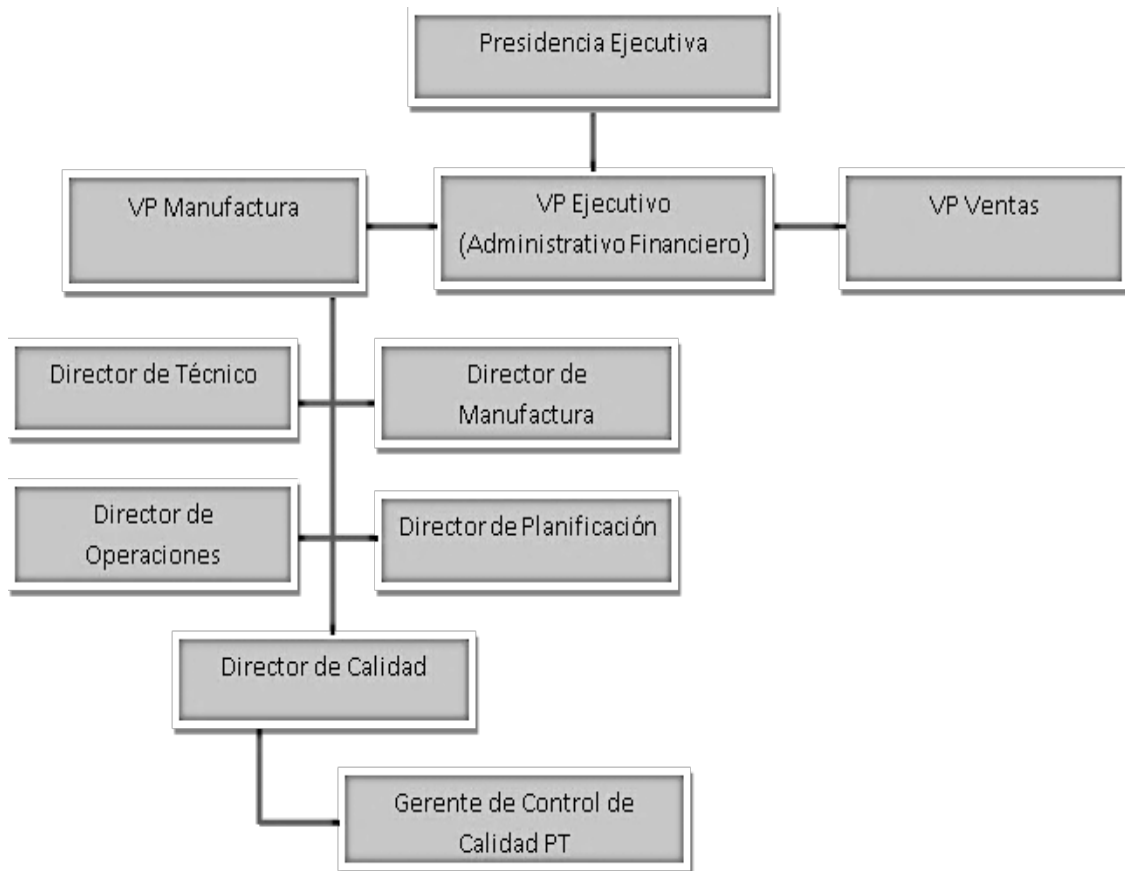
El proceso de comunicación en la organización se distribuye de igual forma que la toma de decisiones, ergo cualquier disposición tomada por la presidencia ejecutiva debe transmitirse al director de manufactura, luego él tiene la función de comunicarlo a los gerentes de departamentos y, finalmente, estos a sus subalternos.

La organización se compone de vicepresidencias, direcciones y departamentos, quedando jerárquicamente en ese orden. Para el desarrollo del EPS, únicamente se presta interés en la dirección de manufactura, debido a que esta abarca la Planta Superbia en su totalidad.

La dirección de manufactura es la máxima autoridad dentro de la Planta Superbia, quedando las unidades de mando a su cargo como departamentos. En total, el director de manufactura tiene bajo su mando a 300 trabajadores, incluyendo operativos y administrativos. Por otro lado, cada departamento cuenta con un gerente al mando, generalmente un ingeniero químico o industrial.

La representación gráfica de la estructura organizacional para el área ejecutiva se muestra en la primera figura 4. Como se observa, es la forma más usual que utilizan las empresas de índole fabril con tendencia capitalista neoliberal, donde se hace énfasis en la especialización y la división del trabajo.

Figura 4. **Organigrama a nivel ejecutivo de Planta Superbia**



Fuente: Planta Superbia, departamento de recursos humanos.

Asimismo, en la figura 5 se aprecia la división del trabajo a nivel de departamentos. Por lo tanto, para familiarizarse con los puestos de trabajo descritos en el siguiente organigrama se enumeran a continuación los puestos y una descripción somera de su responsabilidad principal:

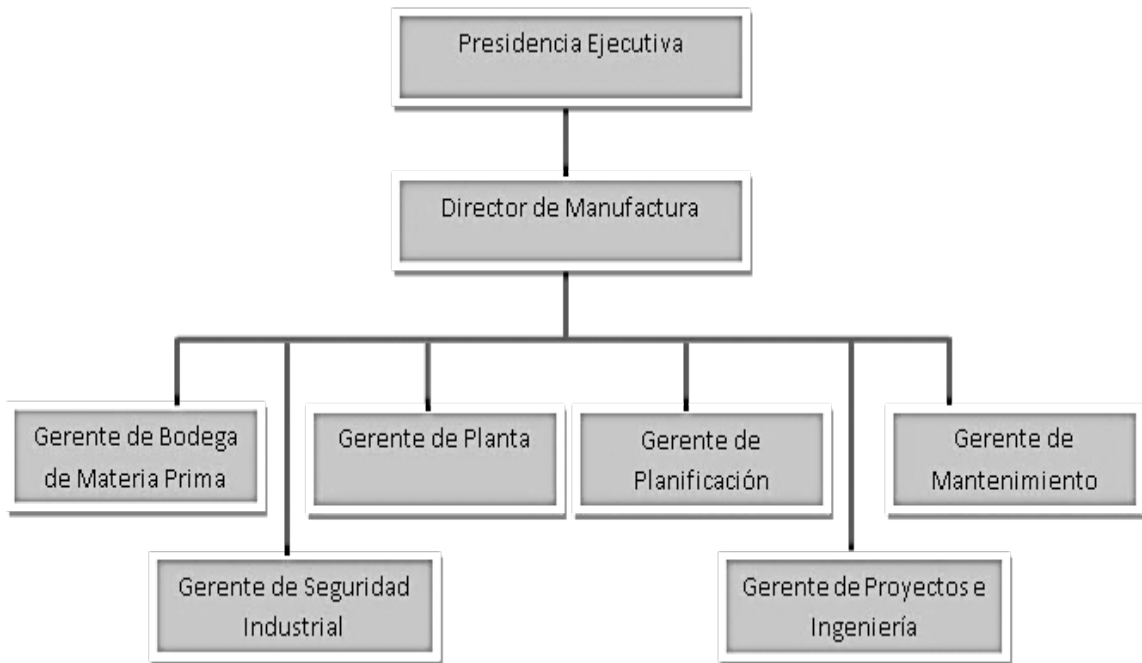
- Presidencia ejecutiva: puesto a nivel estratégico que orienta todos los recursos de la empresa para lograr los objetivos, cumplir las políticas y



garantizar la permanencia de la empresa, velando a la vez por los intereses de los inversores y acreedores.

- Director de manufactura: puesto a nivel estratégico que gestiona y coordina los recursos del proceso productivo, de soporte y estratégicos de la Planta Superbia, sirviendo de enlace directo entre el presidente ejecutivo y las gerencias en manufactura.
- Gerente de bodega prima: mantener los niveles de *stock* apropiados de inventario de materias primas, garantizando que la producción continúe según la programación.
- Gerente de planta: programar la producción y cumplir con las unidades demandas por el gerente de planificación, cuidando las fechas límites, los recursos disponibles y la comunicación con el resto de gerencias.
- Gerente de planificación: recibir los requerimientos de producción del área de ventas de la empresa y comunicarlos al gerente de planta; asimismo, reportar las estadísticas transversales y longitudinales de unidades producidas.
- Gerente de mantenimiento: programar, coordinar y ejecutar los mantenimientos correctivos, preventivos e inspecciones en los activos industriales de la planta; además gestionar compras, proyectos y tareas varias.
- Gerente de seguridad industrial: velar por el cumplimiento de las normas, legislación nacional, requisitos de aseguradoras y políticas internas sobre SSO, asegurando que el capital humano cuente con su EPP y se cumplan los requerimientos estatales sobre impacto ambiental.
- Gerente de proyectos e ingeniería: administrar todos los proyectos de la Planta Superbia aprobados por la alta gerencia, siguiendo una metodología de control y evaluación ex ante, de proceso, *ex post* y de impacto.

Figura 5. **Organigrama de la dirección de manufactura, Planta Superbia**



Fuente: Planta Superbia, departamento de recursos humanos.



En cuanto a la cultura organizacional y debido a las dimensiones de la organización, la mayoría de las relaciones de comunicación son de carácter primario, es decir, cara a cara e informales. Lo anterior simplifica las relaciones interpersonales, mejora la conformación de la conciencia colectiva y se asumen conductas compartidas en el personal.

En Planta Superbia se maneja una cultura de la función; las decisiones son muy lógicas y racionales con enfoque a los objetivos más que a las personas, asimismo, coexisten las funciones especializadas típicas de la departamentalización. Acerca de la toma de decisiones y estrategias corporativas, son coordinadas por pequeños grupos en la cima de la





organización. También este tipo de cultura se caracteriza porque las normas están bien establecidas, son conocidas por todos y existe especialización en la división del trabajo, hasta el punto que el puesto define la identidad; yo soy mi puesto.

En la tabla I se muestra de manera resumida un análisis sobre la cultura organizacional de la Planta Superbia, considerando la dimensión formal e informal. La información de esta tabla se obtuvo fundamentalmente por medio de observar y analizar los comportamientos del personal en los lugares de encuentro e interacción, en las prácticas cotidianas y los rasgos altamente arraigados.




Tabla I. **Cultura organizacional de la Planta Superbia**

DIMENSIÓN FORMAL		DIMENSIÓN INFORMAL	
	<p><b>Reclutamiento</b></p> <p>Recursos Humanos tiene en cuenta las exigencias físicas del trabajo para contratar.</p> <p>En la selección se tiene preferencia por el personal que vive cerca de la planta.</p> <p>La mayor expectativa del candidato al ser contratado es la estabilidad laboral.</p> <p>Los contratos temporales generan expectativa de plaza fija.</p>		<p><b>Ritos</b></p> <p>Las reuniones entre el director de manufactura y los gerentes son periódicas. Los empleados se saludan casualmente entre ellos y es común tratarse como “compañero”.</p> <p>En la empresa, las personas aprenden el eslogan del producto principal, “la pintura buena”.</p> <p>Los empleados nuevos mejoran sus probabilidades de éxito siendo puntuales con el horario exigido, cumpliendo horas extras y teniendo una presentación buena y agradable</p> <p>Los gerentes expresan políticas internas no escritas en frases simplificadas, tal como “dar la milla extra”.</p>

Continuación de la tabla I.

DIMENSIÓN FORMAL		DIMENSIÓN INFORMAL	
	<p>Capacitación</p> <p>La salud y seguridad ocupacional es la primera capacitación que se recibe.</p> <p>La empresa le da importancia a la educación primaria y media por medio de su programa de educación acelerada por madurez.</p> <p>Se cuenta con una brigada de seguridad que acepta nuevos miembros y brinda formación constante.</p>		<p>Mitos e historias</p> <p>El incendio en el área de producción de resinas dejó un precedente que aumentó las precauciones contra incendios.</p> <p>La personalidad del dueño de la empresa condiciona las actitudes de los empleados cada vez que llega de visita.</p>
	<p>Evaluación</p> <p>Es factor clave de éxito para los empleados ser aceptado por personas influyentes.</p> <p>La empresa cuenta con el programa SOPHIE para evaluar al personal, incluyendo aspectos como cumplimiento de horarios e indicadores propios de cada área, aunque mayormente son subjetivos.</p> <p>El desempeño se evalúa ponderando mayormente la cantidad de trabajo, excluyendo el trabajo más profesional.</p>		<p>Tabúes</p> <p>Prohibido matar animales endémicos, tales como iguanas.</p> <p>No se considera aceptable hablar sobre las malas conductas de los jefes.</p> <p>Es mal visto desechar archivos antiguos, máquinas obsoletas y restos mecánicos, aunque esto dificulte las tareas de orden y limpieza.</p>

Continuación de la tabla I.

DIMENSIÓN FORMAL	DIMENSIÓN INFORMAL
 <p>Compensación y promoción</p> <p>De los resultados del programa SOPHIE, se premia a los trabajadores con vales de regalo.</p> <p>Si un trabajador sale ganador dos veces consecutivas, obtiene un día de vacaciones extra.</p> <p>La promoción se relaciona con las buenas relaciones interpersonales con personas influyentes.</p> <p>Es común el movimiento de personal entre departamentos.</p> <p>Se valora mucho la experiencia y la antigüedad del personal.</p> <p>Es necesaria la formación profesional para lograr ascensos en puestos ejecutivos y administrativos.</p>	 <p>Símbolos materiales</p> <p>Los domos están separados por carreteras, lo que aumenta la relación entre los empleados de estas áreas, pero genera guetos o grupos cerrados.</p> <p>La vestimenta denota la posición jerárquica y puesto de los empleados, tal como el color de casco y el color de la camisa.</p> <p>Las oficinas de administración están libres de topes visuales y fomentan el tránsito, la cooperación y la comunicación.</p> <p>El logotipo y el nombre de la empresa denotan orgullo, elegancia y están presentes en la indumentaria, transporte y semiótica.</p>
	 <p>Sociolecto</p> <p>La mayoría de empleados se ubican más por su sobrenombre peyorativo que por su nombre de pila, tal como “varitas”.</p> <p>En la empresa se usan anglicismos para herramientas, suministros o maquinarias, hasta el punto de desplazar a sus homónimos en español, tal como “ratch”.</p> <p>En las áreas productivas se utilizan códigos para identificar los productos en vez de su nombre técnico.</p>

Fuente: Planta Superbia.

## **1.7. Distribución de la planta**

La Planta Superbia se distribuye físicamente en domos, los cuales quedan interconectados por calles alineadas en cuadrícula, siguiendo los principios de ordenamiento urbano renacentista, es decir, calles y avenidas. En el diagrama siguiente se muestran los domos que componen el complejo industrial Superbia:

Figura 6. Descripción de domos en Planta Superbia

<p><b>01</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oficinas</b></li> <li>• Admón.</li> <li>• Laboratorio</li> <li>• Control de calidad</li> <li>• Técnico (I+D)</li> </ul>	<p><b>02</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Servicios</b></li> <li>• RRHH</li> <li>• Clínica médica</li> <li>• Clínica dental</li> <li>• Cafetería</li> <li>• Servicios sanitarios</li> </ul>	<p><b>04</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bodega de reciclaje</b></li> <li>• Almacén de materiales y equipos fuera de servicio</li> </ul>	<p><b>05</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Taller electro-mecánico</b></li> <li>• Taller de Mantto.</li> <li>• Oficina de Mantto.</li> <li>• Bodega de repuestos, suministros y materiales</li> </ul>	<p><b>07</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Operaciones</b></li> <li>• Bodega de producto terminado</li> <li>• Logística</li> <li>• Carga de camiones y tráileres</li> <li>• Centro de llamadas</li> </ul>
<p><b>08</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alto Volumen</b></li> <li>• Oficina de AV</li> <li>• Laboratorio</li> <li>• Slurries</li> <li>• Tanques de refinado</li> <li>• Cuarto de compresores</li> <li>• Envasado</li> </ul>	<p><b>10</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Materia Prima</b></li> <li>• Oficina de MP</li> <li>• Recepción y despacho de MP</li> <li>• Almacén de MP</li> </ul>	<p><b>11</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Planta de tratamiento de agua</b></li> <li>• Recuperación de solventes</li> <li>• Tratamiento de aguas negras y grises</li> <li>• Tratamiento de aguas industriales</li> </ul>	<p><b>12</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Resinas</b></li> <li>• Calderas de aceite térmico</li> <li>• Oficina de Resinas</li> <li>• Reactores</li> <li>• Laboratorio</li> </ul>	<p><b>13</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Granja de tanques</b></li> <li>• Tanques de MP</li> <li>• Tanques de resina</li> </ul>
<p><b>14</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PBS</b></li> <li>• Oficina de PBS</li> <li>• Laboratorio</li> <li>• Lavado de tanques</li> <li>• Molienda y dispersión</li> <li>• Refinado y envasado</li> <li>• Reproceso</li> </ul>	<p><b>15</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Almacén de Nitrocelulosa</b></li> <li>• Almacén de nitrocelulosa (altamente explosivo)</li> </ul>	<p><b>16</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aerosoles</b></li> <li>• Línea de pintura en aerosol (fuera de servicio)</li> </ul>	<p><b>17</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Áreas verdes y club</b></li> <li>• Club recreativo</li> <li>• Cuarto de bombas de agua</li> <li>• Pozos</li> <li>• Huerto y áreas verdes</li> </ul>	

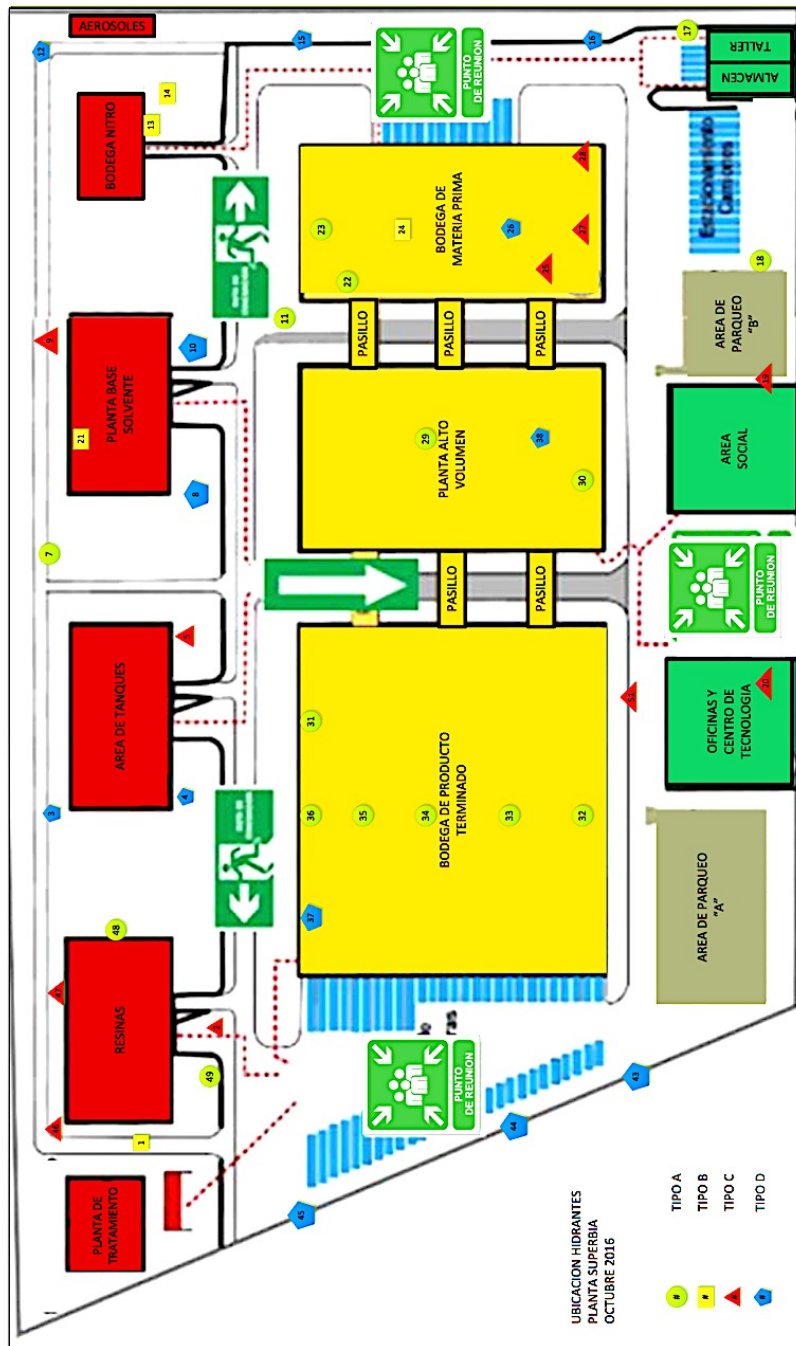
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Existen domos que ocupan dos naves industriales, por tal motivo se saltan ciertos numerales; por ejemplo, alto volumen ocupa el domo 8 y 9, pero se maneja únicamente como domo 8. Asimismo, existen domos que están en desuso, como el caso del domo 16 que por motivos económicos se prefiere manufacturar en China en lugar de fabricar aerosoles. Finalmente, el nombre del domo 17 solo se maneja de esa forma por el departamento de mantenimiento, para agrupar todos los activos industriales y edificaciones que no dependen de ningún otro domo, pero son parte de la planta.

En cuanto a términos físicos, la distribución de la planta se puede apreciar en la imagen consecutiva a este párrafo. Esta aproximación a un plano se obtuvo del departamento de seguridad, salud y ambiente (*SHE* por sus siglas en inglés), por tal razón se observa el detalle de aspectos relativos a este departamento.



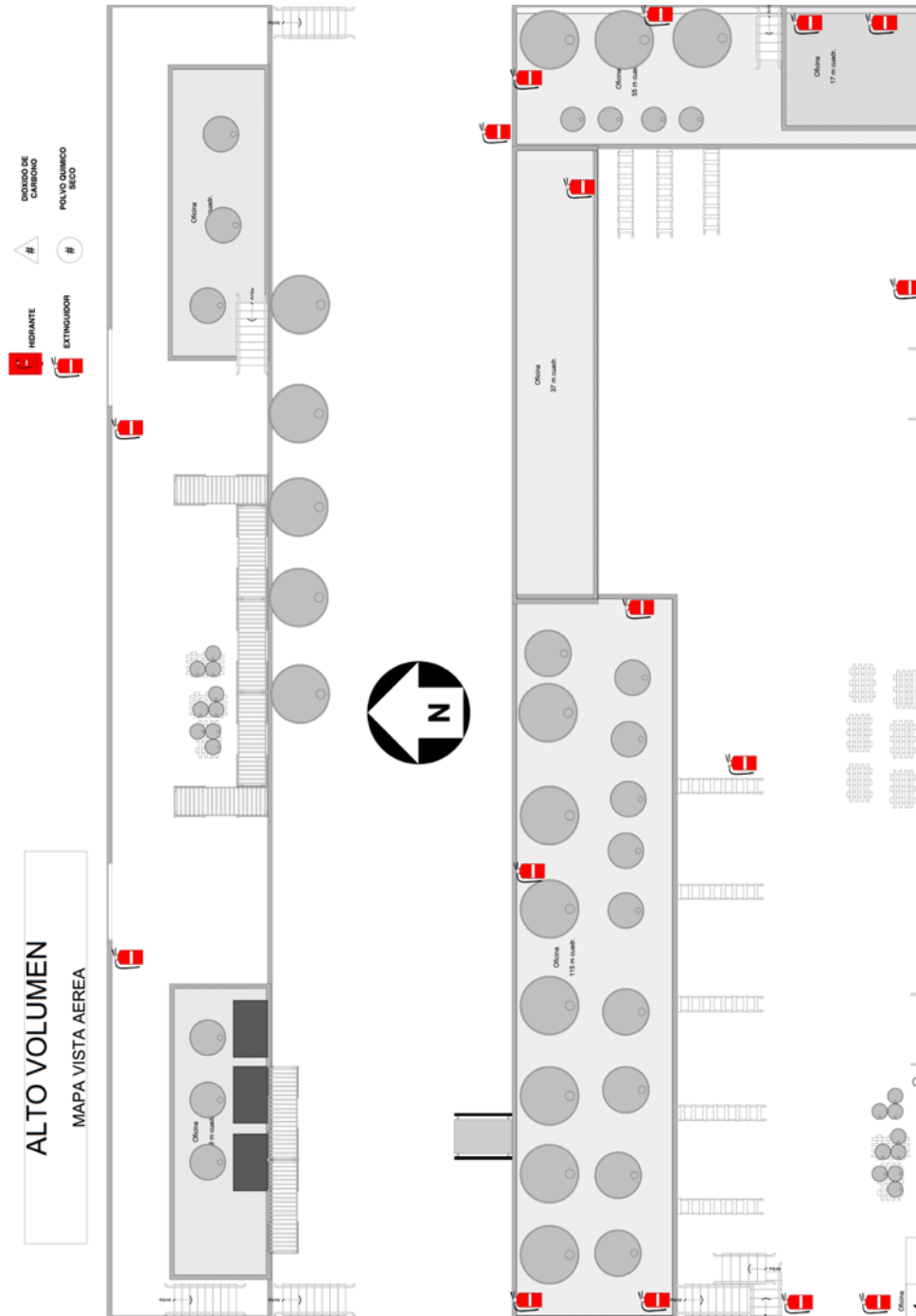
Figura 7. Bosquejo de la Planta Superbia, vista de planta



Fuente: Planta Superbia, departamento de seguridad, salud y ambiente.

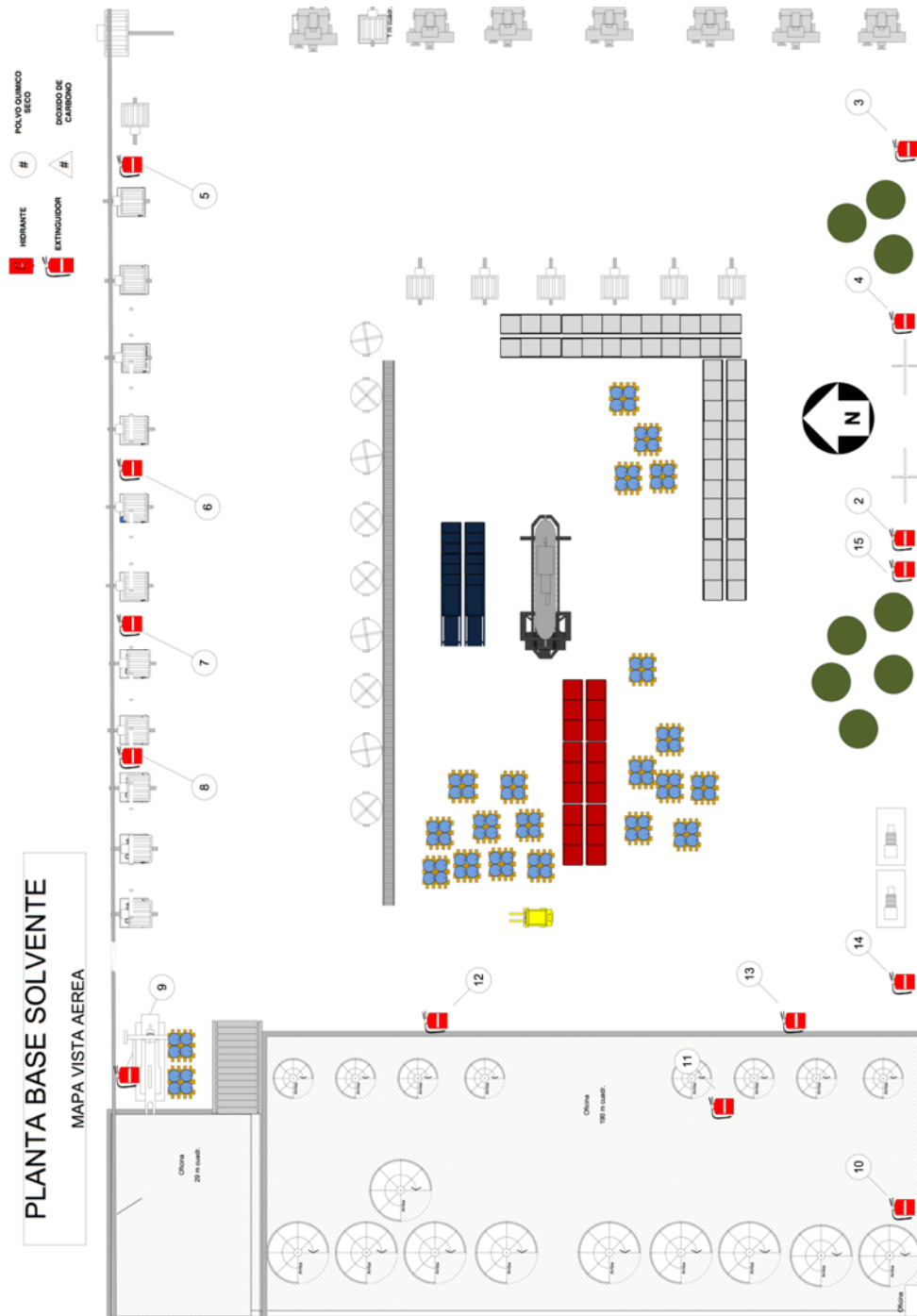
En las figuras 8, 9 y 10, se presentan los bosquejos de la distribución en vista de planta de los domos más importantes de la empresa; domo 8, alto volumen; domo 14, pinturas, bases y solventes; y domo 10, materia prima.

Figura 8. Bosquejo del domo 8 AV, vista de planta



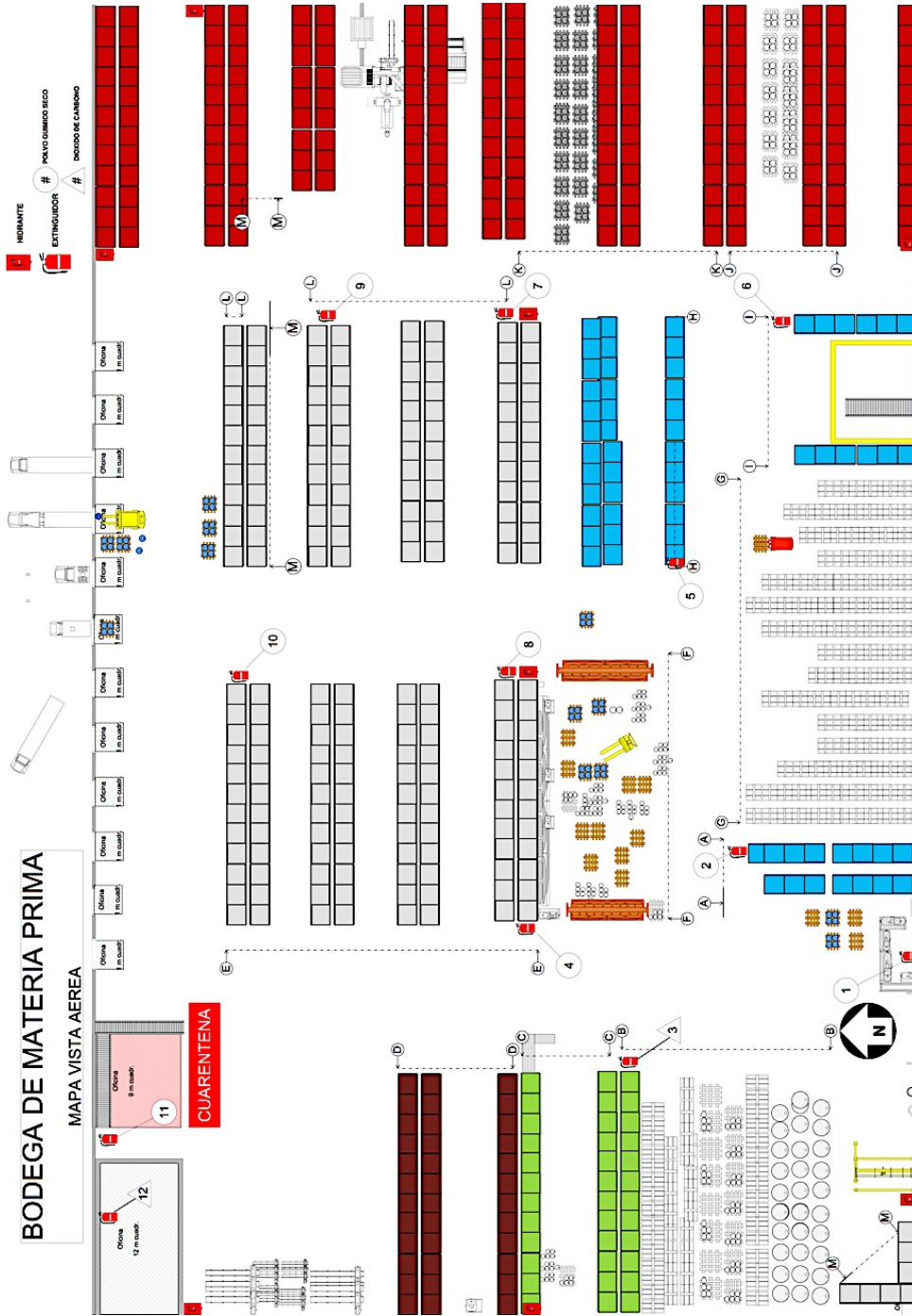
Fuente: Planta Superbia, departamento de seguridad, salud y ambiente.

Figura 9. Bosquejo del domo 14 PBS, vista de planta



Fuente: Planta Superbia, departamento de seguridad, salud y ambiente.

Figura 10. Bosquejo del domo 10 MP, vista de planta



Fuente: Planta Superbia, departamento de seguridad, salud y ambiente.





Cabe resaltar que todas los anteriores son bosquejos, es decir, se manejan por proporción y no por escala; además, la simbología usada no es estandarizada, se trabajó con norte franco y su finalidad es dar una aproximación a la realidad.

### **1.8. Productos fabricados**

En Planta Superbia se fabrican varias líneas de pinturas y recubrimientos, es decir, fórmulas que corresponden a los diferentes productos que se elaboran en los domos de la empresa. Como se mencionó anteriormente, las líneas corresponden a cinco grandes marcas: Corona, Paleta, Modelo y Sytec, que abarcan pinturas de aceite, de látex, epóxicas, pegamentos, barnices, lacas, impermeabilizantes, entre otros.

En la tabla II se presenta un resumen de los productos fabricados en la planta, agrupados por su marca comercial y con una somera descripción del mercado objetivo.

Tabla II. **Productos elaborados en la Planta Superbia**

CORONA	PALETA	SYTEC	MODELO
 <p>El mercado objetivo es la clase media y media alta, con colores limitados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura látex</li> <li>• Pintura aceite</li> <li>• Impermeabilizante</li> <li>• Anticorrosivo</li> <li>• Aerosol</li> </ul>	 <p>Dirigido a la clase media alta y alta, con variedad amplia de colores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura látex</li> <li>• Pintura aceite</li> <li>• Impermeabilizante</li> <li>• Anticorrosivo</li> <li>• Pintura para piscina</li> <li>• Pintura para techo</li> <li>• Ladrillo visto</li> <li>• Pintura para piso</li> <li>• Tráfico</li> <li>• Fragancia para pintura</li> </ul>	 <p>Orientado a empresas, corporaciones y proyectos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura látex</li> <li>• Pintura aceite</li> <li>• Impermeabilizante</li> <li>• Anticorrosivo</li> <li>• Pintura para automóvil</li> <li>• Lacas</li> <li>• Pintura para piso</li> </ul>	 <p>El mercado objetivo es la clase media y media alta (solo en Nicaragua).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura látex</li> <li>• Pintura aceite</li> <li>• Impermeabilizante</li> <li>• Anticorrosivo</li> <li>• Pintura para piscina</li> <li>• Pintura para techo</li> <li>• Ladrillo visto</li> <li>• Pintura para piso</li> <li>• Tráfico</li> <li>• Cola blanca</li> <li>• Barnices</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA EN EL CONTROL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

### **2.1. Situación actual**

Como todo proceso de investigación se inició con el diagnóstico y el acercamiento a la realidad de la Planta Superbia y el departamento de mantenimiento. Según Genisans: “el diagnóstico implica expresar, acerca de una realidad dada, un juicio mediante el cual esa realidad es comparada con un modelo de la misma”, por tanto, se procede a comparar el estatus actual de los procesos de la Planta Superbia con el modelo deseable.

#### **2.1.1. Descripción general del proceso productivo**

El proceso de producción para la elaboración de recubrimientos es relativamente sencillo, la complejidad del proceso se deriva más de las dosificaciones de la materia prima, la variabilidad de las materias primas y el entintado para obtener los colores deseados.


El corazón de la producción de la Planta Superbia se localiza en los domos número 12, 14 y 8, es decir, en estas tres naves industriales se desarrolla el proceso clave de la empresa. Tal es la importancia de estos edificios que tiene sendos ingenieros gerentes a cargo, para garantizar el cumplimiento de fechas de entrega, el aseguramiento de la calidad y el control de los recursos humanos, materiales y financieros.




En el domo 12 resinas se prepara la resina alquídica, este es un subproducto que más adelante se emplea en los domos 8 y 14 para elaborar las pinturas de aceite. Dichas resinas alquídicas se producen en reactores de alta temperatura; el calentamiento de estos equipos se hace por medio de aceite térmico, el cual es calentado en una caldera de diésel. Dentro de los reactores se mezclan las materias primas usando talcos, aceite de soya, glicerina, entre otros, por medio de un eje con aspas y un motorreductor. Al final del proceso el enfriamiento de la resina se hace por medio un circuito de intercambio de temperatura a base de agua para posteriormente bombear la resina a los tanques, lista para ser usada en el proceso de preparación de pintura de aceite.

Por su lado, en el domo 14 PBS se elaboran las pinturas especiales, las Modelos, los tintes, los barnices y las lacas. En esta nave industrial se fabrican lotes más pequeños, pero más especializados, es decir, pedidos especiales como pinturas anticorrosivas, pinturas navales, colores inéditos y pinturas para electrodomésticos. De forma generalizada, los subprocesos de PBS pueden ser molienda, dispersión, control de calidad, envasado y etiquetado. En la tabla III se resumen las actividades por área en PBS:

Tabla III. **Actividades productivas en domo PBS**

ÁREA	EQUIPOS	PROCESO	PRODUCTOS
 Molienda	Molinos de canasta, verticales y horizontales.	Moler pigmentos para la producción de tintes. Refinar pinturas especiales.	Tintes, pinturas especiales como lacas, de tráfico y de electrodomésticos.

Continuación de la tabla III.

ÁREA	EQUIPOS	PROCESO	PRODUCTOS
 Dispersión	Dispensores, bombas de diafragma y tanques de refinado con motorreductores.	Mezclar materias primas líquidas y en polvo hasta obtener una dispersión homogénea. Suavizar tintes y pigmentos previo a una molienda.	Pinturas de látex, aceite, barnices y lacas.
 Control de Calidad	Balanzas, aplicadores, vasos de precipitado, hornos para lenetas y agitadores.	Someter a prueba las fórmulas producidas para determinar su calidad. Aprobar los lotes para su envase.	Visto bueno para envasar lotes de fórmulas. Enviar muestras al laboratorio de calidad para doble chequeo.
 Envasado y etiquetado	Tanques, bombas de diafragma y balanzas.	Envasar las pinturas, colas y recubrimientos. Etiquetar las latas (galones, cuartos y octavos de galón). Pegar los códigos de barras (UPC) y codificar los SKU. Embalar los productos envasados para agrupar.	Galones o fracciones de galón listos para embalaje terciario.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Además de las áreas mencionadas anteriormente, existen dos áreas adjuntas: limpieza de tanques y reproceso. En la primera se hace la limpieza de los tanques usados en los dispersores y en los molinos; en la segunda se reprocesan las fórmulas que no pasaron el control de calidad y son rescatables.

Para finalizar, en el domo 8 AV se producen pinturas de látex y aceite en presentaciones de cubeta, galón y fracciones de galón. Este domo se diferencia de PBS por los volúmenes altos que se manejan, con lotes que van desde los 500 hasta los 5 000 galones; asimismo no se producen pinturas especiales. En la tabla IV se describe someramente el proceso productivo de AV:

Tabla IV. **Resumen del proceso productivo en domo AV**

**Producción de pintura en alto volumen**

<b>Bases</b>	<b>Refinado</b>	<b>Envasado</b>	<b>Embalaje</b>
<p><b>PROCESO</b> Elaborar las bases (<i>slurries</i>) para la pintura de aceite y látex.</p>	<p><b>PROCESO</b> Mezclar de forma homogénea las materias primas para elaborar las diferentes líneas de aceite y látex.</p>	<p><b>PROCESO</b> Llenar y envasar galones y cubetas de producto terminado.</p>	<p><b>PROCESO</b> Embalar y movilizar las cajas y tarimas de pintura.</p>
<p><b>EQUIPOS</b> Tornillo transportador, elevador de cangilones, dispersores, bombas de tornillo, tanques, montacargas y bombas de diafragma.</p>	<p><b>EQUIPOS</b> Tanques agitadores, bombas de diafragma, celdas de carga, motorreductores, elevadores de carga y entintadora.</p>	<p><b>EQUIPOS</b> Envasadoras de galón, de cubeta, de solvente, bombas de diafragma, balanzas, montacargas, levanta tarimas, carrileras de galón y selladoras de bolsa.</p>	<p><b>EQUIPOS</b> Montacargas y levanta tarimas.</p>
<p><b>ENTRADAS</b> Talcos, carbonatos, agua, mano de obra, órdenes de producción y V.º B.º de calidad.</p>	<p><b>ENTRADAS</b> Bases, solventes, aditivos, agua, tintes, resinas alquídicas, resinas látex, V.º B.º de calidad, órdenes de producción, mano de obra y tablas de opacidad.</p>	<p><b>ENTRADAS</b> Pintura de látex, pintura de aceite, solvente, etiquetas, V.º B.º de calidad, órdenes de producción, mano de obra, latas para galón y fracciones de galón.</p>	<p><b>ENTRADAS</b> Cajas para galones, tarimas, mano de obra, sellador y plástico envolvente.</p>
<p><b>SALIDAS</b> <i>Slurries</i> para látex y base de aceite.</p>	<p><b>SALIDAS</b> Pintura de aceite y látex.</p>	<p><b>SALIDAS</b> Galones y cubetas de pintura de látex y aceite, y galones de solvente.</p>	<p><b>SALIDAS</b> Cajas y tarimas de pintura a base de látex y aceite.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En alto volumen los niveles de producción se ven afectados en gran magnitud por la demanda de tipo cíclica con una marcada temporada alta que empieza a finales de agosto y termina a inicios de enero. Por tanto, alto volumen genera la mayoría del flujo monetario en estas fechas, pero por su lado PBS equilibra la producción en los meses de temporada baja.

## **2.1.2. Descripción genérica de los equipos**

En la Planta Superbia se manejan varios tipos de activos industriales, como montacargas, motobombas, envasadoras, tanques, compresores y dispersores. A continuación se presenta un listado de los equipos más importantes del proceso productivo con una somera descripción de los mismos; dicha selección se hizo de acuerdo con criterio personal, recomendaciones del gerente de mantenimiento y la relación directa con el proceso productivo.

### **2.1.2.1. Dispensor**

Conocidos en el sociolecto de la planta como Cowles, debido a la marca comercial más común en estos equipos. Es una máquina para dispersión de pigmentos, bases, pinturas y recubrimientos con un solo eje, diseñado para mezclar sustancias de líquido a líquido y de seco a líquido.

Cuenta con una polea variable para ajustar la transmisión de potencia entre el motor eléctrico y el eje. Por tanto, ese elemento mecánico sirve para controlar la velocidad de giro de la hélice, donde dicha velocidad se mide en revoluciones por minuto (rpm) y se ajusta directamente proporcional a la viscosidad del líquido a mezclar.

En cuanto a la agitación se hace por elementos impulsores de hojas cortas, provocando el flujo axial del líquido dentro del recipiente, es decir, corrientes paralelas al eje del dispensor. Asimismo, la alimentación del equipo es por medio energía eléctrica, mayormente 440 V trifásico, y algunos modelos usan aire comprimido para el movimiento vertical del eje.

En la figura 11 se presenta una fotografía de un dispersor ubicado en el área de dispersión del domo PBS. En este caso, es un dispersor de 15 HP que alcanza 1 700 rpm, marca comercial Cowles.

Figura 11. **Dispersor de recubrimientos en área de dispersión PBS**



Fuente: Planta Superbia, domo 14.

Además en la figura 12 se puede observar el detalle de una hélice de un dispersor. Este elemento mecánico de agitación, sufre desgaste con el uso y se reemplaza cuando sus dientes ganan filo o se deforman.

Figura 12. Hélice de un dispersor en área de dispersión PBS



Fuente: Planta Superbia, domo 14.

#### 2.1.2.2. Molino

La empresa cuenta con tres tipos de molino: de canasta, vertical y horizontal. Aunque la construcción mecánica de estos tres tipos de máquinas varía entre ellas, su función es la misma: triturar la materia prima hasta el tamaño requerido y así mejorar su fineza.

En los molinos generalmente se procesan líquidos viscosos, como tintes, pigmentos, lacas y pinturas. Funcionan a base de energía eléctrica 440 V trifásico y aire comprimido, además ciertos tipos de molinos requieren refrigeración por medio de enfriador de una disolución agua con glicol al 30 %, es decir, un *chiller*.

En las figuras 13 y 14, se pueden visualizar dos tipos de equipos de molienda usados en el domo 14 de la Planta Superbia. Dichos activos industriales se caracterizan por su alto desempeño y ser de marcas reconocidas en el sector de molinos.

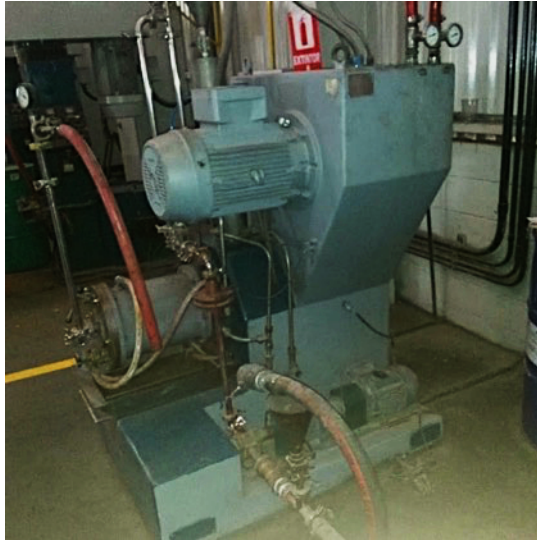
Figura 13. **Molino vertical en área de Molienda PBS**



Fuente: Planta Superbia, domo 14.



Figura 14. **Molino horizontal en área de molienda PBS**



Fuente: Planta Superbia, domo 14.

### **2.1.2.3. Tanque agitador**

Existen de diversas capacidades volumétricas, como 500, 2 000 y 5 000 galones. Un tanque agitador cumple la misma función que un dispersor, forzar un fluido por medios mecánicos para que adquiera un movimiento circulatorio, impulsado al líquido radial y tangencialmente en el interior del recipiente.

Un tanque agitador se compone esencialmente de: motor eléctrico de corriente alterna (AC), caja reductora, eje, aspas para agitación, tanque, variador de frecuencia, válvulas de carga y descarga. En la figura 15 se puede apreciar un motorreductor de un tanque agitador del domo alto volumen.

Figura 15. **Motorreductor del tanque núm. 16 de látex AV**



Fuente: Planta Superbia, domo 5.

Respecto al tanque en sí, el fondo del mismo tiene forma de cono, con lados a  $35^\circ$  desde la horizontal, y sus paredes tienen deflectores para reducir las zonas muertas; las características anteriormente descritas garantizan un vórtice profundo y que la descarga del producto sea completa.

Los tanques en domo PBS se ubican en un entepiso, donde se realiza el proceso de refinado de pinturas látex y de aceite, en pequeños volúmenes. Dichos tanques se pueden apreciar en la figura 16:

Figura 16. **Tanques agitadores en área de refinado de industria PBS**



Fuente: Planta Superbia, domo 14.

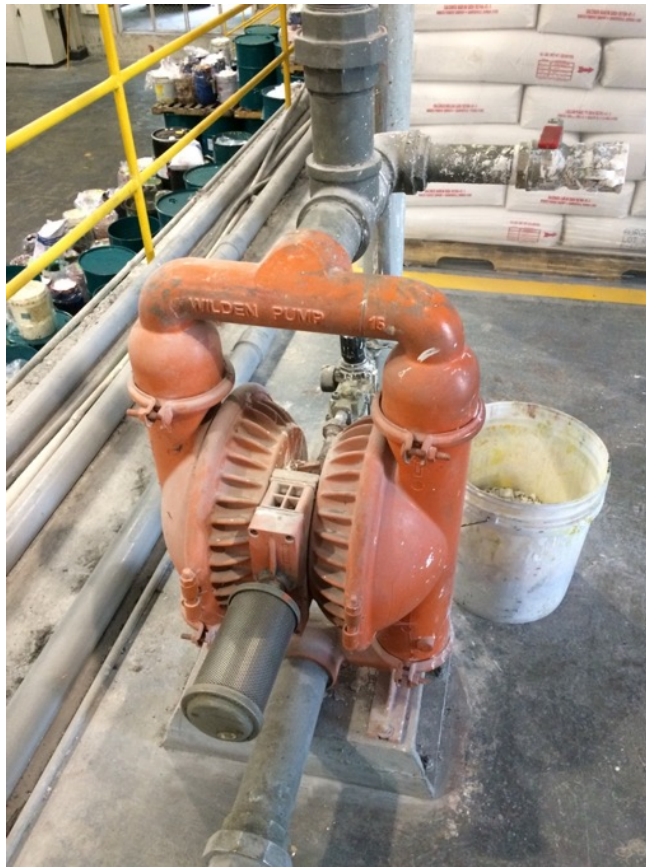
#### **2.1.2.4. Bomba de diafragma**

También son conocidas como bombas neumáticas de doble membrana. Aunque pueden ser equipos sencillos en su construcción mecánica, representan parte importante del proceso clave de la empresa, pues están presentes en todos los domos productivos; desde Resinas, pasando por PBS hasta llegar a alto volumen.

Las bombas de diafragma sirven para descargar fluidos desde tanques y transportarlos a otros equipos o tanques, por medio de succión y bombeo usando potencia neumática. Su principio de funcionamiento, de forma resumida, es por medio de desplazamiento positivo autocebante, con membranas elaboradas de teflón (politetrafluoroetileno o PTFE) que transmiten la potencia del aire

comprimido al líquido. Para ilustrar, en seguida se muestra una bomba de diafragma con una descarga de 50 mm:

Figura 17. **Bomba de diafragma del tanque de bases en *slurries***



Fuente: Planta Superbia, domo 8.

En la Planta Superbia algunos de los usos de las bombas de diafragma en los procesos y subprocessos son: dosificar la glicerina en los reactores para producir resina alquídica, cargar los tanques agitados en el área de refinado de PBS, descargar la pintura desde los tanques agitadores hacia las envasadoras, agregar soda cáustica (NaOH) a las aguas residuales para la recuperación de solvente, entre otros.

### **2.1.2.5. Envasadora**

Es un equipo neumático que sirve para el llenado y envasado del producto terminado, generalmente de construcción artesanal y que puede ser graduado para llenar el volumen deseado. Se compone de elementos neumáticos como: cilindros, válvulas y mangueras, que funcionan en conjunto para generar un proceso semiautomatizado de llenado de galones de pintura y solvente.

El funcionamiento es el siguiente: primero de un depósito se succiona la pintura a un cilindro neumático de doble efecto, el émbolo fuerza el movimiento de la pintura hacia la boquilla de descarga, luego la boquilla se abre descargando la pintura hacia el envase y, finalmente, se coloca la tapa del envase por medio de un cilindro neumático graduado.

En la figura 18 se muestra una envasadora de pintura de látex. El equipo mencionado se reparó y se adaptó en el taller electromecánico para mejorar su eficiencia y prolongar su vida útil, posteriormente se montó en el área de envasado de AV.

Figura 18. **Envasadora de galón de pintura látex**



Fuente: Planta Superbia, domo 4.

#### **2.1.2.6. Compresor de aire de tornillo**

La empresa cuenta con seis de estos equipos que se activan según la demanda y se alternan para distribuir el desgaste, horas de servicio y fallas repentinas. Estos compresores son impulsados por un motor eléctrico, que a su vez transmite energía mecánica a dos tornillos, hembra y macho que comprimen el aire.

El modo de funcionamiento de un compresor de este tipo es el siguiente: el aire es succionado por dos tornillos y es enviado al tanque de almacenamiento, después se llena el interior de las cavidades entre los tornillos generando calor, posteriormente se genera energía de flujo para aumentar la presión de fluidos

como gases y finalmente el aire aumenta su presión, densidad y temperatura de una forma considerable.

Los compresores hacen posible el funcionamiento de otros equipos como las bombas neumáticas, las envasadoras y los dispersores. Por tanto, el departamento de mantenimiento debe garantizar que la alimentación de potencia neumática sea constante y estable.

En la figura 19 se muestra un compresor de tornillo de 15 kW de potencia y 125 psi respecto a la atmósfera. El equipo funciona en el área de resinas, alimentando a los equipos neumáticos del lugar y paralelamente apoyando a la red neumática de toda la planta.

Figura 19. **Compresor de tornillo**



Fuente: Planta Superbia, domo 12 resinas.

### **2.1.3. Situación del departamento de mantenimiento**

El departamento de mantenimiento de la Planta Superbia en su calidad de gerencia, se encarga de los trabajos correctivos, preventivos, inspecciones y proyectos de la empresa. Se ubica físicamente en el domo 5 de la planta y supervisa el funcionamiento adecuado, la puesta a punto y mantenimiento de los equipos que conforman los procesos misionales y de apoyo.

El personal de esta área se especializa en mecánica industrial, mecánica automotriz, instalaciones eléctricas, neumáticas e hidráulicas. En menor medida se hacen trabajos de dificultad media en torno, fresadora y barreno, asimismo, acabados en partes mecánicas, reparaciones electrónicas, trabajos de albañilería y obra civil.

Aparte de las responsabilidades triviales del departamento de mantenimiento, también cumple otras funciones tales como: adquisiciones de repuestos, control de inventario de repuestos y suministros, montaje de equipos, manufactura de piezas mecánicas, diseño arquitectónico, supervisión de obra civil y gestión de activos. Por tanto, en resumen, se puede decir que los objetivos principales del departamento de mantenimiento son:

- Mantener en condiciones operacionales los equipos de la línea producción mediante la ejecución periódica de inspecciones y preventivos.
- Habilitar activos industriales parados por fallas y averías, por medio de la ejecución oportuna de mantenimientos correctivos.
- Desarrollar proyectos de obra civil y de inversión en bienes de capital que optimicen los procesos productivos.
- Organizar al personal del departamento de mantenimiento para garantizar una respuesta rápida ante averías y proyectos emergentes.



- Programar actividades de mantenimiento basado en la condición por medio de inspecciones, criterio profesional y experticia.
- Priorizar trabajos de mantenimiento basado en la criticidad de equipos y disponibilidad de recursos.

Con apoyo de la alta gerencia y los demás departamentos, el departamento de mantenimiento espera cumplir sus objetivos, mejorar la metodología actual y cambiar el paradigma sobre los trabajos de mantenimiento. Además, a través del establecimiento de *KPI (Key Performance Indicator)* por parte de la gerencia de manufactura, se espera motivar para lograr metas más ambiciosas y reducir la brecha entre la situación actual y lo deseado.

En términos de planeación, el departamento de mantenimiento no cuenta actualmente con un análisis de proceso que oriente las actividades del mismo, es decir, no hay un plan dentro del cual se establezcan las rutas de acción, políticas, indicadores a medir y metodología. La planificación estratégica de la empresa no contempla un eje que unifique mantenimiento y los demás departamentos. Asimismo, se mantiene el paradigma negativo sobre las responsabilidades, colaboración y soporte del departamento de mantenimiento.

Al carecerse de administración eficaz y planificación, no hay documentación suficiente o procedimientos donde se establezcan las inspecciones, las frecuencias de preventivos, número de horas de servicio para cambio de piezas y tampoco las especificaciones para repuestos. Por consiguiente, se requiere retomar en su totalidad los trabajos de mantenimiento preventivo y activar los equipos actuales, documentando y diseñando los programas de mantenimiento preventivo (inspecciones, limpiezas, cambios y calibraciones) para cada activo industrial disponible. De igual forma, no hay las rutas de inspección que deban

realizar los inspectores o mecánicos, por lo tanto, se deben diseñar las mismas e integrarlas en el plan de mantenimiento preventivo.

Es requerimiento inmediato llevar una planificación detallada, historial de la maquinaria, inventario suficiente de repuestos, manejo de tiempo de mano de obra y seguimiento de las actividades de mantenimiento. El modelo actual de la Planta Superbia sólo se basa en correctivos y no es el adecuado para ninguna empresa, se descuidan las fechas de realización de mantenimiento y no hay indicadores de desempeño de equipos para verificar el cumplimiento de metas. Asimismo, algunos equipos no cuentan con información sobre sus características técnicas e incluso falta documentación sobre las recomendaciones del fabricante acerca de inspecciones y preventivos.

Los paros asociados a la falta de mantenimiento preventivo representan atrasos para cumplir órdenes de entrega de producción, reducen la productividad de las máquinas y aumentan los costos de mantenimiento. También el descuido de las actividades de mantenimiento reduce la vida útil de la maquinaria y repercute en la calidad de los galones de pintura; contaminación por aceite, mal sellado de tapas, nivel de llenado de galones variable, daño en el transporte de envases, entre otros.

#### **2.1.4. Análisis FODA**

Para el análisis de la situación actual de la Planta Superbia se procedió a seleccionar una herramienta diagnóstica que brinde datos de tipo cualitativo. Dichos datos deben abarcar información sobre métodos de trabajo, capital humano, materia prima, maquinaria industrial, contexto social, ambiente físico, recursos económicos, administración y procesos. Por consiguiente, se usó la herramienta exploratoria FODA que es la que mejor se adapta a las necesidades

planteadas anteriormente; donde FODA significa: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

Ahora bien, para obtener y organizar la información se realizaron entrevistas no estructuradas al capital humano del departamento de mantenimiento y del área de manufactura de los domos AV y PBS. Al respecto, las entrevistas se realizaron al gerente de mantenimiento, a los mecánicos y al personal operativo de los domos AV y PBS.

Además, para complementar las entrevistas se utilizó la estrategia fundamental del método científico, la observación. La observación realizada cumplió las siguientes características: individual, no sistemática, no participante, directa y de campo. Después, se procedió concentrando la atención en los hechos, los problemas, la toma de decisiones y las actividades que se realizaban en el departamento de mantenimiento.

Además, se realizó una investigación consultando desde webgrafía y apoyado del criterio profesional, para ampliar las oportunidades y amenazas para las empresas en el sector de pinturas y recubrimientos, los efectos de las nuevas tendencias socioeconómicas y las políticas nacionales e internacionales.

Los resultados del FODA se presentan desglosados a continuación, iniciando por factores negativos (debilidades y amenazas) y terminando con los factores positivos (fortalezas y oportunidades):

#### **2.1.4.1. Debilidades**

- D1: procesos lentos y burocráticos para la adquisición de repuestos. El departamento de mantenimiento necesita pasar todas sus comprar por el

departamento de compras, ubicado en las oficinas en zona 10, ciudad de Guatemala. Lo anterior, hace reducir la eficiencia y la rapidez para obtener repuestos y por tanto realizar las reparaciones o proyectos pendientes.

- D2: poco personal en el departamento de mantenimiento. No existe suficiente recurso humano para atender las actividades de inspección, preventivos y correctivos, aumentando el tiempo de respuesta ante averías, el tiempo de culminación de mantenimientos y el tiempo de entrega de equipos.
- D3: no hay suficiente apoyo de gerencia de planta hacia el departamento de mantenimiento. La dirección de manufactura, la máxima autoridad en jerarquía en la Planta Superbia, no brinda respaldo completo en la toma de decisiones que se realizan por la gerencia de mantenimiento, especialmente en contratos con proveedores de servicios y desacuerdos con otras áreas de la empresa.
- D4: los demás departamentos asignan tareas que no corresponden al departamento de mantenimiento. Actualmente, el personal de mantenimiento se encarga de las reparaciones de máquinas, montacargas, jardinería e instalaciones hidráulicas, neumáticas y eléctricas. En ocasiones se solicitan trabajos, como proyectos y cotizaciones de otros departamentos, que no pertenecen a las responsabilidades de mantenimiento.
- D5: no hay registro y documentación de las actividades de mantenimiento. Las fichas técnicas de equipos, los trabajos correctivos, los mantenimientos basados en la condición y los preventivos no se documentan, ni en formato físico o digital. De igual forma, no hay personal que se encargue de llevar la documentación generada por mantenimiento y tampoco se crean órdenes de trabajo.
- D6: no se miden los resultados del departamento de mantenimiento. La condición actual del departamento de mantenimiento no se mide, esto en

relación a la eficiencia y eficacia de los trabajos, proyectos y programas que se realizan. No hay medición de la confiabilidad, la disponibilidad y otros factores que orientan sobre la toma de decisiones, planificación y proyección del departamento en cuestión.

- D7: alta tasa de rotación de personal en puestos *white-collar*. El departamento de recursos humanos tiene un alto índice de rotación de personal, especialmente en el área administrativa y en las gerencias.

#### **2.1.4.2. Amenazas**

- A1: nuevas empresas ingresan al mercado. Empresas de la competencia han ampliado la cantidad de productos en el área de pinturas. Por ejemplo, CELCO es una empresa que ha crecido fuertemente en los últimos años y encima ha conseguido la certificación ISO 9001.
- A2: la inminente llegada de la cuarta revolución industrial. El mercado se enfrenta a cambios bruscos y durante el proceso se pueden afectar los métodos de trabajo, la mano de obra, la administración y los procesos. El *big data*, la robótica, el internet de las cosas (IoT), la tecnología en la nube (*cloud computing*), las redes móviles y la inteligencia artificial (IA) están irrumpiendo en la industria y cada vez es mayor su impacto en los puestos de trabajo, las metodologías de control y la eficiencia de equipos.
- A3: las exigencias de los clientes y las cuentas claves para estar certificados por la Organización Internacional para la Normalización. Lo anterior repercute en la percepción que tienen los proveedores y clientes importantes de la Planta Superbia, demandando procesos certificados y auditados por la ISO.
- A4: pérdida de datos ante ciberataques. Las empresas son el blanco más deseado por piratas informáticos, programas malignos y *randsomware*; el número de ataques informáticos ha aumentado con los años, pues para el

2015, al menos el 58 % de los PC corporativos se vió afectado por algún tipo de programa maligno, incurriendo en la pérdida de datos digitales y la exposición de datos confidenciales.

#### **2.1.4.3. Fortalezas**

- F1: posición dominante en el mercado. Planta Superbia es la mayor productora de recubrimientos en Mesoamérica con una producción de miles de galones y relaciones mutuamente beneficiosas con distribuidores mayoristas y minoristas.
- F2: excelente infraestructura de la planta. La Planta Superbia cuenta con amplias instalaciones y cada domo contiene un proceso misional o de soporte de la empresa. La nueva planta física optimizó la capacidad instalada, respecto a Pincasa en Villa Nueva, y ha permitido dar una mejor atención a los pedidos en temporada alta. Asimismo, en la planta en Escuintla se cuenta con espacio suficiente para expansión.
- F3: programa permanente de seguridad y salud ocupacional. La gerencia de salud, seguridad y ambiente garantiza el cumplimiento de las normas necesarias para un ambiente laboral con baja incidencia de accidentes. Además, se provee el equipo de protección personal (EPP) y se orienta con las instrucciones necesarias para manipulación de equipos, herramientas, materiales y suministros.
- F4: medición de las unidades producidas y seguimientos de metas. Mensualmente se presentan la cantidad de galones producidos y se compara con la meta, haciendo énfasis en el déficit o superávit hasta la fecha.
- F5: implementación de programa para lograr la mejora continua. Se realiza la medición de aspectos considerados importantes a nivel general de la

planta, para premiar el avance en los Departamentos y de sus trabajadores.

- F6: adquisición de nuevos equipos. Los nuevos bienes de capital mejoran la eficiencia y eficacia del proceso misional, reduciendo costes por desechos, tiempos muertos, ociosos y de espera.
- F7: capital humano y ambiente laboral. Los trabajadores son de mente abierta, resilientes y empáticos, facilitando la adopción de nuevas metodologías de trabajo, seguimiento y control. En ese sentido, las competencias declarativas y procedimentales se transmiten como enseñanza colaborativa.
- F8: propia red de distribución y ventas. El control y seguimiento del producto terminado por la planta es muy eficiente. Es más, se lleva registro de las rutas, tiempos de entrega y clientes, adaptando los recursos de la mejor manera posible.
- F9: red local y conexión a internet estable. La red local permite compartir documentos, archivos, dispositivos y mensajes fácilmente. De igual forma, el internet posee una velocidad de conexión rápida, estable y protegida por un cortafuego.
- F10: instalaciones para el tratamiento de aguas residuales y recuperación de solventes. Planta Superbia tiene una filosofía ecoamigable que busca grandes proyectos con pequeñas huellas ecológicas. De hecho, se cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales e industriales, lográndose la extracción de químicos peligrosos para la biodiversidad local y cumpliendo con el Acuerdo Gubernativo 236-2016, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.

#### 2.1.4.4. Oportunidades

- O1: empresas de venta al detalle como cliente potencial. Un importate almacén detal con tiendas a nivel nacional, está interesada en diseñar su propia línea de pinturas, usando la capacidad instalada de Planta Superbia.
- O2: nueva legislación sobre seguridad y salud ocupacional. Planta Superbia cumple con la mayoría de los requerimientos del Acuerdo Gubernativo 229-2014 y puede aprovechar la nueva legislación para impulsar su programa sobre *SHE*.
- O3: nueva legislación sobre evaluación al impacto ambiental. Se cuenta con el respaldo del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en cuanto a materia de reducción del impacto ambiental causado por el proceso misional.
- O4: ubicación estratégica en Escuintla. Escuintla es un mercado inmobiliario creciente para grandes industrias; se ha vuelto en un punto de centralización de diversas industrias, agroindustrias, talleres de metalmecánica y comercializadoras de repuestos, suministros y herramientas. Asimismo, cada vez es más especializada la mano de obra por las tendencias educativas que rigen en el suroccidente, dicho de otra manera, la ley de oferta y demanda hace que los colegios y universidades ofrezcan carreras, técnicos y diplomados relacionados con la agroindustria e industria.
- O5: sistematización, estandarización y automatización de procesos. La instrumentación y control industrial permite mejorar los procesos por medio del uso de controlador lógico programable, medidores de variables y recolección de datos, penetrando poco a poco en la automatización y el uso de mini PC como Arduino y sus módulos.



- O6: apertura a nuevas ideas y aportes del EPS. La gerencia del departamento de mantenimiento está dispuesto a tomar nuevos retos con base en los aportes del programa de EPS e implementar nuevas ideas que mejoren la calidad del proceso.

Con base en el diagnóstico cualitativo por medio del FODA, se procedió a realizar el planteamiento de estrategias, el cual se resume en la siguiente tabla:

Tabla V. **Matriz de estrategias basadas en FODA**

<b>ESTRATEGIA</b>	<b>TIPO</b>	<b>FACTORES FODA</b>
① Diseñar un sistema de gestión del mantenimiento basado en las condiciones del ambiente laboral y motivar al recurso humano por medio de la adquisición de nuevos conocimientos, un clima laboral abierto a opiniones y la comunicación como medio de resolución de conflictos.	Maxi-maxi	<b>F7, O6</b>
② Asir nuevas tecnologías para aplanar el terreno ante la llegada de la cuarta revolución industrial, por medio del uso de un CMMS (sistema de gestión del mantenimiento asistido por computadora), la estandarización de puestas a punto de equipos ante determinado producto o subproducto, la copia de seguridad periódica en la nube de la base de datos y la medición, control y ajuste de variables usando instrumentación industrial.	Maxi-maxi Maxi-min	<b>O5, F9, A2</b>
③ Definir indicadores claves de desempeño basados en las Órdenes de Trabajo (OT), el sistema de mejora continua actual de la Planta, la metodología de la Norma ISO 9001 y la experiencia del gerente de mantenimiento, además realizar la conexión entre costos de mantenimiento contra utilidades de producción.	Maxi-min	<b>F5, F4, A3, F7</b>
④ Mejorar las condiciones de Salud y Seguridad Ocupacional (SSO) del trabajador durante la ejecución de actividades de mantenimiento, adjuntando instrucciones extraídas del Acuerdo 229-2014 y aprovechando el fundamento actual sobre SSO de la Planta Superbia.	Maxi-maxi	<b>O2, F3</b>

Continuación de la tabla V.

ESTRATEGIA	TIPO	FACTORES FODA
⑤ Integrar políticas para el tratamiento de desechos generados por las actividades de mantenimiento, usando la filosofía ecológica actual de la Planta Superbia y propiciando en los trabajadores un pensamiento verde.	Maxi-maxi	O3, F10

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 2.1.5. Análisis de confiabilidad

Como siguiente paso en el análisis de la situación actual de la Planta Superbia, se procedió a seleccionar una herramienta diagnóstica que brinde datos de tipo cuantitativo. Dichos datos serían estudiados por medio de estadística inferencial y un *software* de hojas de cálculo.

Los datos cuantitativos se obtuvieron mediante la herramienta estadística de Poisson para el estudio de confiabilidad de procesos. Para el análisis estadístico se tomaron datos proveídos por el gerente del domo PBS; en dichos datos se encuentra el historial de equipos parados por falla o avería, pertenecientes a PBS. Esta es la única información histórica que se tiene sobre equipos en la Planta Superbia y la recolección de nuevos datos requiere llevar el control de órdenes de trabajo.

Se trabajó el análisis de confiabilidad únicamente con los dispersores y molinos, por dos razones: son los equipos principales del proceso misional de PBS y además son los que cuentan con mayor número de máquinas iguales trabajando en paralelo. Por otra parte, hay que considerar que se tomaron los siguientes supuestos para el análisis estadístico:

- El sistema de análisis es por tipo de maquinaria.
- La confiabilidad (estadístico  $\lambda$ ) es constante y se aproxima a una distribución de Poisson.
- Las fallas de equipos son por período de un mes.
- Todos los equipos trabajan en las mismas condiciones y entorno de operación.

Seguido se realizó una investigación para definir claramente la medición, organización y análisis de los resultados obtenidos, con el fin de reducir el ruido, el sesgo y la subjetividad. Dicha investigación se basó en webgrafía y las competencias adquiridas previamente en la universidad; finalmente se contrastó con las condiciones típicas de la empresa para darle sentido a los resultados.

A modo de memoria de cálculo y entender la forma de procesar los datos recolectados, se presenta el procedimiento textualmente pues todo fue trabajado en una hoja de cálculo:

- Se convierten los días a meses, dividiendo el dato entre 30.
- Se hace la sumatoria en la columna de los meses.
- La frecuencia se calcula dividiendo cada renglón de fallas por la sumatoria de meses.
- Se procede a sumar la columna de frecuencia y se divide entre el número total de máquinas para encontrar  $\lambda$ .
- MTBF se calcula como el inverso de  $\lambda$ .
- En cuanto a las probabilidades de llegadas de falla, se calculan con la distribución de Poisson que facilita la función *POISSON.DIST* en la hoja de cálculo, con el valor esperado basado en  $\lambda$  para cada período y sin acumulado.

- Por su parte, la probabilidad de tener al menos una falla es el complemento de la probabilidad de falla, es decir, restar la probabilidad de llegadas de falla a la unidad.

Los resultados del análisis de confiabilidad se presentan a en la tabla VI:

Tabla VI. **Análisis de confiabilidad en dispersores**

núm.	DÍAS ENTRE MEDICIÓN	MESES	FALLAS	FRECUENCIA (FALLA POR MES)
1	54	1,8	6	0,72
2	69	2,3	7	0,84
3	18	0,6	9	1,08
4	109	3,6	4	0,48
		<b>8,33</b>	<b>26</b>	<b>3,12</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Para estos datos la tasa de fallos ( $\lambda$ ) es de: 0,10 fallas/mes-máquinas, con un tiempo medio entre fallas (MTBF) de: 10 meses.

Tabla VII. **Probabilidad de llegada de fallas en dispersores**

EVENTOS (fallas)	PERÍODO DE TIEMPO EN MESES			
	1	5	10	12
0	90,43 %	60,46 %	36,55 %	29,89 %
1	9,10 %	30,42 %	36,79 %	36,10 %
2	0,46 %	7,66 %	18,51 %	21,80 %
3	0,02 %	1,28 %	6,21 %	8,78 %
4	0,00 %	0,16 %	1,56 %	2,65 %
5	0,00 %	0,02 %	0,31 %	0,64 %
6	0,00 %	0,00 %	0,05 %	0,13 %
7	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,02 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla VIII. **Probabilidad de tener al menos una falla en dispersores**

PERÍODO EN MESES	PROBABILIDAD
1	9,57 %
5	39,54 %
10	63,45 %
12	70,11 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Por tanto, los resultados anteriores permiten llegar a los siguientes hallazgos:

- Es muy baja la probabilidad de que ocurra una falla durante el transcurso de un mes.
- A partir de 10 meses aumenta la probabilidad de ocurrencia de una avería en un dispersor. Es decir, es probable que un equipo falle al cabo de 10 meses. Aunque 10 meses es bastante tiempo como para no preocuparse,

este análisis no considera los costos y el tiempo que se tarda mantenimiento en volver a activar el equipo.

- Al cabo de un año es muy significativo la ocurrencia de fallas. Es decir, en un año es muy probable que un equipo haya fallado.
- La confiabilidad del sistema es alta, debido a que la tasa de fallos es baja. Pero el estadístico es alentador debido a los equipos redundantes que funcionan en paralelo; como trabajan 31 dispersores en PBS, entonces se mejora la confiabilidad ya que uno puede ser usado en vez de otro.

Tabla IX. **Análisis de confiabilidad en molinos**

No.	DÍAS ENTRE MEDICIÓN	MESES	FALLAS	FRECUENCIA (FALLA POR MES)
1	54	1,8	9	1,08
2	69	2,3	8	0,96
3	18	0,6	9	1,08
4	109	3,6	6	0,72
		<b>8,33</b>	<b>32</b>	<b>3,84</b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Para estos datos la tasa de fallos ( $\lambda$ ) es de: 0,24 fallas/mes-máquinas, con un tiempo medio entre fallas (MTBF) de: 4 meses.

Tabla X. **Probabilidad de llegada de falla en molinos**

EVENTOS (fallas)	PERÍODO DE TIEMPO EN MESES			
	1	4	5	8
0	78,66 %	38,29 %	30,12 %	14,66 %
1	18,88 %	36,76 %	36,14 %	28,15 %
2	2,27 %	17,64 %	21,6 %	27,02 %
3	0,18 %	5,65 %	8,67 %	17,29 %
4	0,01 %	1,36 %	2,60 %	8,30 %
5	0,00 %	0,26 %	0,62 %	3,19 %
6	0,00 %	0,04 %	0,12 %	1,02 %
7	0,00 %	0,01 %	0,02 %	0,28 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XI. **Probabilidad de tener al menos una falla en molinos**

PERÍODO EN MESES	PROBABILIDAD
1	21,34 %
4	61,71 %
5	69,88 %
8	85,34 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Por tanto, los resultados anteriores permiten llegar a los siguientes hallazgos:

- Es muy baja la probabilidad de que ocurra una falla durante el transcurso de un mes.
- A partir de 4 meses aumenta la probabilidad de ocurrencia de una avería en un molino. Es decir, es probable que un equipo falle al cabo de 4 meses. Existen 3 molinos parados por falta de repuestos y que no se cuenta con

mano de obra especializada para repararlos, por tantos estos activos inhabilitados perjudican la confiabilidad y reducen el MTBF.

- Al cabo de un semestre es muy significativa la ocurrencia de fallas. Es decir, en un semestre es muy probable que un equipo haya fallado.
- La confiabilidad del sistema es alta, debido a que la tasa de fallos es relativamente baja para un período de un mes. Pero el estadístico es alentador debido a los equipos redundantes que funcionan en paralelo; como trabajan 16 molinos en PBS, entonces se mejora la confiabilidad ya que uno puede ser usado en vez de otro.

## **2.2. Análisis basado en procesos**

La Planta Superbia debe dar respuesta a las necesidades de los clientes; externos como es la demanda de pintura y recubrimientos e internos al hablar de las interrelaciones entre departamentos. Por supuesto, las políticas, estrategias y cultura organizacional representan ejes sobre los cuales actúan los procesos para generar valor, donde dicho valor se mide de acuerdo a los resultados, satisfacción del cliente y cumplimiento de funciones.

Para generar valor en los procesos y mejorar las condiciones de la empresa, primero es necesario realizar un análisis desde un enfoque basado en procesos, reduciendo a unidades más simples que faciliten el estudio y den una base para desarrollar una planificación eficaz, eficiente y sistemática. Con la planificación estratégica definida se puede proceder a planear programas de mejora e integrar proyectos a los mismos, con el fin de solventar los puntos de mejora detectados en los subprocesos.



Una herramienta útil para visualizar el enfoque basado en procesos es el mapeo de procesos, identificando el macroproceso, los *inputs*, los *outputs* y los agentes a grandes rasgos, para luego hacer un estudio más minucioso del proceso que compete: mantenimiento.

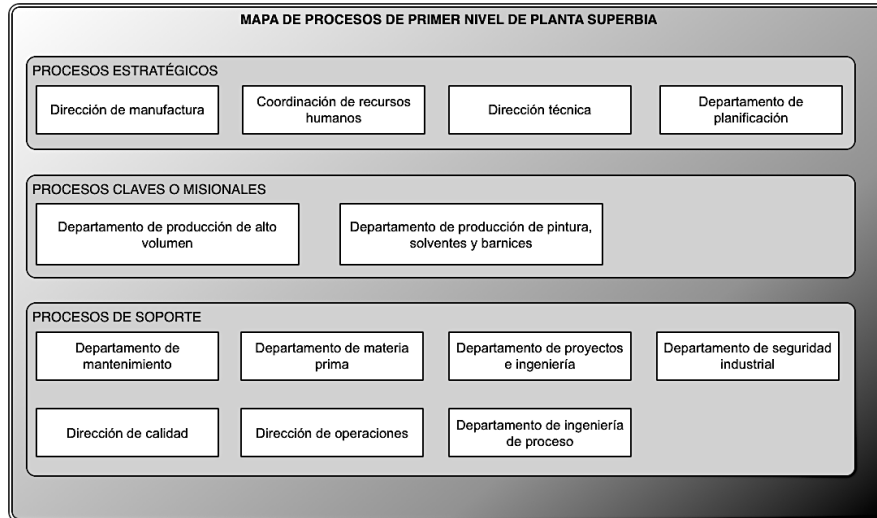
### **2.2.1. Mapeo del macroproceso**

Después de revisar la jerarquía, organigrama y la descripción de los departamentos, supervisiones y direcciones se procedió a realizar el mapeo de los procesos de la Planta Superbia. Se partió de un método deductivo, es decir, de lo general a lo particular para primero representar a nivel global los grandes procesos de la organización, luego la representación de los subprocesos que componen el proceso de mantenimiento y por último las actividades que componen los subprocesos detectados.

La información para desarrollar las representaciones esquematizadas se obtuvo de entrevistas no estructuradas con el gerente de mantenimiento y el asistente de mantenimiento; organigramas proveídos por la coordinadora de recursos humanos; y observación directa de las relaciones inter e intradepartamentales. En cuanto al alcance del mapeo, se define como las instalaciones y estructura de la Planta Superbia en Masagua, Escuintla.

El esquema empleado para el macroproceso se basa en la agrupación por tres bloques: estratégico, misional y de soporte. El anterior modelo es una sugerencia de la Norma ISO 9001 y se adaptó a las condicionantes funcionales de la Planta Superbia. En concreto, el mapa de procesos de primer nivel de la Planta Superbia se presenta a continuación:

Figura 20. **Mapa de procesos de primer nivel de la Planta Superbia**



Fuente: elaboración propia, empleando OmniGraffle.

### 2.2.2. Estudio de bases legales afines

Previo a realizar el estudio de los procesos que componen el departamento de mantenimiento, se recomienda por los expertos el análisis de las leyes que puedan condicionar, orientar y fundamentar la descripción de los subprocesos. Por consiguiente, las leyes que se consultaron y sus aspectos más relevantes para esta situación del EPS, se detallan en la tabla XII:

Tabla XII. **Bases legales afines al proceso de mantenimiento**

LEGISLACIÓN	TEMA QUE IMPLICA
Acuerdo Gubernativo No. 229-2014 y Acuerdo Gubernativo No. 33-2016	Uso de EPP Sanciones legales por falta de normas sobre SSO Obligaciones del depto. de Mantto. sobre materia de SSO

Continuación tabla XII.

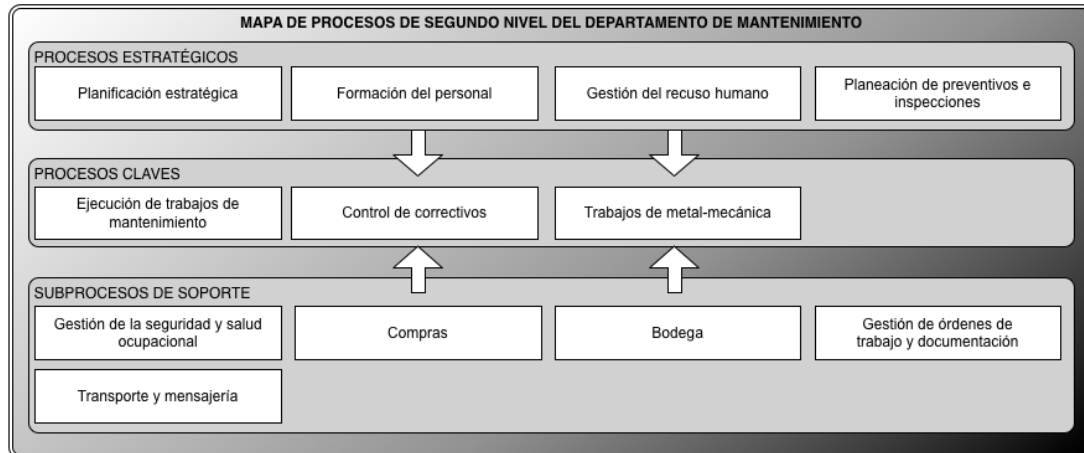
LEGISLACIÓN	TEMA QUE IMPLICA
Código de Trabajo: Decreto Legislativo No. 1441	Responsabilidades y derechos de la gerencia de Mantto. Responsabilidades y derechos del capital humano del taller Acciones legales ante incumplimiento de órdenes y actividades programadas Jornadas laborales y horas extras Programación de trabajos en días festivos y asuetos
Código Penal de Guatemala: Decreto Legislativo No. 17-73	Protección de derechos de autor para el uso de software privativo (CWorks, Microsoft Office y otros programas usados durante el EPS) Protección de la información almacenada en la base de datos sobre equipos y el personal

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 2.2.3. Mapeo del proceso departamento de mantenimiento

La metodología empleada es la misma que se describió para el mapeo del macroproceso o lo que es lo mismo, entrevistas, observación y las consideraciones sugeridas por la ISO 9001. Sin ir más lejos, el mapa de procesos de segundo nivel del departamento de mantenimiento se presenta en la figura 21:

Figura 21. **Mapa de procesos de 2.º nivel del depto. de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia, empleando OmniGraffle.

En el mapa de los subprocesos del departamento de mantenimiento se incluye la bodega porque provee los recursos materiales para la ejecución de los preventivos, correctivos e inspecciones. Dicho subproceso funciona de manera dependiente a la sección de compras de la gerencia de mantenimiento, esto respecto a la jerarquía y toma de decisiones, porque incluso responde a las necesidades de los demás departamentos para la provisión de suministros y herramientas.

Otro aspecto a considerar del mapa de procesos previo, es que la mayoría de los subprocesos estratégicos recaen sobre el gerente de mantenimiento y el asistente de mantenimiento. En otras palabras, no hay jefaturas o secciones para especializar las tareas, lo que no corresponde al modelo capitalista-neoliberal para la toma de decisiones y gestión de las responsabilidades.

#### **2.2.4. Descripción de los subprocesos del departamento de mantenimiento**

Para describir sistemática y concretamente los subprocesos, se requirió diseñar un formato estándar para posteriormente llenarlos con los datos requeridos. Lo anterior se desarrolla en los siguientes incisos.

##### **2.2.4.1. Elaboración del formato de ficha de descripción**


Con la diagramación y agrupación de los subprocesos que permiten el funcionamiento correcto del departamento de mantenimiento, el siguiente paso es el diseño del formato normalizado para la descripción de los subprocesos.

Para la diagramación se trabajó en una hoja de cálculo, siguiendo la línea que se lleva actualmente en la oficina de mantenimiento, o sea, membrete superior de identificación con los datos siguientes: logotipo del consorcio empresarial, nombre del formato, correlativo estándar del formato, versión del formato y número de página(s).

Los incisos que componen la ficha son los sugeridos por las guías de calidad publicadas por la Comisión de Modernización y Calidad de la Federación Española de Municipios y Provincias, las cuales a su vez están basadas en el enfoque de procesos de la Norma ISO 9001 y, posteriormente, fueron adaptados a las necesidades específicas de este proyecto de EPS.

En la figura 22 se muestra el formato diseñado específicamente para el departamento de mantenimiento, mostrándose en cursiva el detalle para cada inciso:

Figura 22. Ficha para la descripción de un subproceso

	<b>FICHA DE DESCRIPCIÓN DE UN SUBPROCESO</b>	MAN-009-0	
		VER. 1	P. 1/1

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
<b>TÍTULO</b> <i>Nombre del subproceso</i>	<b>FECHA</b> <i>Fecha de elaboración</i>
<b>REVISADO POR:</b> <i>Quién lo elaboró</i>	<b>APROBADO POR:</b> <i>Quién lo aprobó</i>

<p>1. OBJETO <i>Objetivo del subproceso</i></p> <p>2. ALCANCE <i>Delimitación del subproceso</i></p> <p>3. RESPONSABLE (S) <i>Persona o personas responsables del cumplimiento del subproceso</i></p> <p>4. NORMATIVA APLICABLE <i>Si aplica alguna normativa o legislación</i></p> <p>5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO <i>Enumeración de las actividades correspondientes al subproceso analizado y sus respectivos pasos</i></p> <p>6. FLUJOGRAMA (S) <i>Diagrama genérico del proceso usando simbología normalizada</i></p> <p>7. INVENTARIO DE DOCUMENTOS Y FORMATOS <i>Documentos utilizados y su respectivo código</i></p> <p>8. INDICADORES <i>Indicadores propuestos para la medición del subproceso o usados actualmente</i></p>
---

<b>Modificaciones respecto a la versión anterior</b> <i>Registro de cambios realizados al formato o al contenido</i>
---

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La finalidad de esta ficha es dar una descripción general de cada aspecto y también una perspectiva general de cada actividad que compone el subproceso en estudio. Asimismo, este desglose facilita el análisis y mejora la apreciación del departamento de mantenimiento como las partes de un todo.

#### **2.2.4.2. Desarrollo de la priorización de subprocesos**

Debido a las limitantes de tiempo y el alcance de este EPS, es necesario establecer prioridades para determinar que subprocesos del departamento de mantenimiento serán descritos en las fichas, asimismo, cuáles serán sugeridos para que la gerencia los elabore más adelante.

Valgan como ejemplos los incisos del (5) al (8), pues estos requieren un análisis adecuado; es decir, un estudio amplio que garantice: actividades bien desglosadas, flujogramas consistentes, diseño de documentos de registro –si se requiere– y definición de indicadores claves de desempeño. Por lo tanto, se deben de hacer las fichas de forma exhaustiva, con estudio de los subprocesos y además asegurar que estos se midan, verifiquen y controlen por medio de sus indicadores. Entonces, en seis meses de EPS no se pueden abarcar todos los subprocesos del departamento de mantenimiento.

Para hacer la priorización se utilizó una adaptación de la herramienta llamada: matriz de administración del tiempo o matriz de Stephen Covey. La misma contiene dos dimensiones: importante y no importante, lo que va o no va con mi propósito; y urgente y no urgente, requiere o no atención inmediata. Al combinar estas dimensiones se obtienen cuatro cuadrantes, resultando una matriz de la siguiente forma para la priorización de subprocesos:

Tabla XIII. **Matriz de administración de tiempo para la priorización de los subprocesos**

	<b>IMPORTANTE</b>	<b>IMPORTANTE</b>	
<b>URGENTE</b>	“Hacerlo ahora” <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de órdenes de trabajo</li> <li>• Compras</li> <li>• Trabajos de metal-mecánica</li> </ul>	“Planificar” <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación de preventivos e inspecciones</li> <li>• Ejecución de trabajos de mantenimiento</li> <li>• Control de correctivos</li> </ul>	<b>NO URGENTE</b>
<b>URGENTE</b>	“Dedicar poco tiempo o delegar” <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de seguridad y salud ocupacional</li> <li>• Planificación estratégica</li> <li>• Transporte y mensajería</li> </ul>	“Dejar de hacerlo o posponer” <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación de personal</li> <li>• Gestión del recurso humano</li> <li>• Bodega</li> </ul>	<b>NO URGENTE</b>
	<b>NO IMPORTANTE</b>	<b>NO IMPORTANTE</b>	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En la matriz de administración de tiempo elaborada, para determinar que va en cada cuadrante, se usó la información brindada por el gerente de mantenimiento, el criterio profesional, la orientación con los objetivos del EPS, la disponibilidad de recursos y la complejidad que tiene cada subproceso.

Por ejemplo: la gestión de SSO es urgente por la recién reformada legislación del Mintrab, pero no es importante porque el departamento de *SHE* se especializa en estos asuntos; la planeación de preventivos e inspecciones es importante para levantar el indicador del departamento, pero requiere recursos económicos que por el momento se están integrando con el departamento de compras; la bodega no es importante en el sentido que no se alinea al objetivo de esta fase del EPS y tampoco es urgente por los cambios que se están



introduciendo al depto. de compras y la implementación de BPCS; y otros casos similares para el resto de subprocesos.


#### **2.2.4.3. Elaboración de las fichas de descripción de cada subproceso**

Con base en la metodología y a la priorización realizada, se elaboraron las fichas de descripción para los siguientes subprocesos:

- Gestión de órdenes de trabajo
- Compras
- Trabajos de metal-mecánica
- Gestión del recurso humano
- Transporte y mensajería

Aunque en la matriz de Stephen Covey no se presentaron los últimos dos incisos, estos se realizaron debido a las labores no planificadas asignadas por el gerente de mantenimiento. Asimismo, se presenta una ficha de descripción de un subproceso, específicamente el de gestión de OT, pues este fue el primero en elaborarse y que –en su totalidad– fue creado por la implementación del EPS. Después de este párrafo se presenta la ficha para tal subproceso y luego los flujogramas separados para facilitar su lectura:

Figura 23. Ficha de descripción del subproceso gestión de OT, p. 1


	<b>FICHA DE DESCRIPCIÓN DE UN SUBPROCESO</b>	MAN-009-4	
		VER. 1	P. 1/4

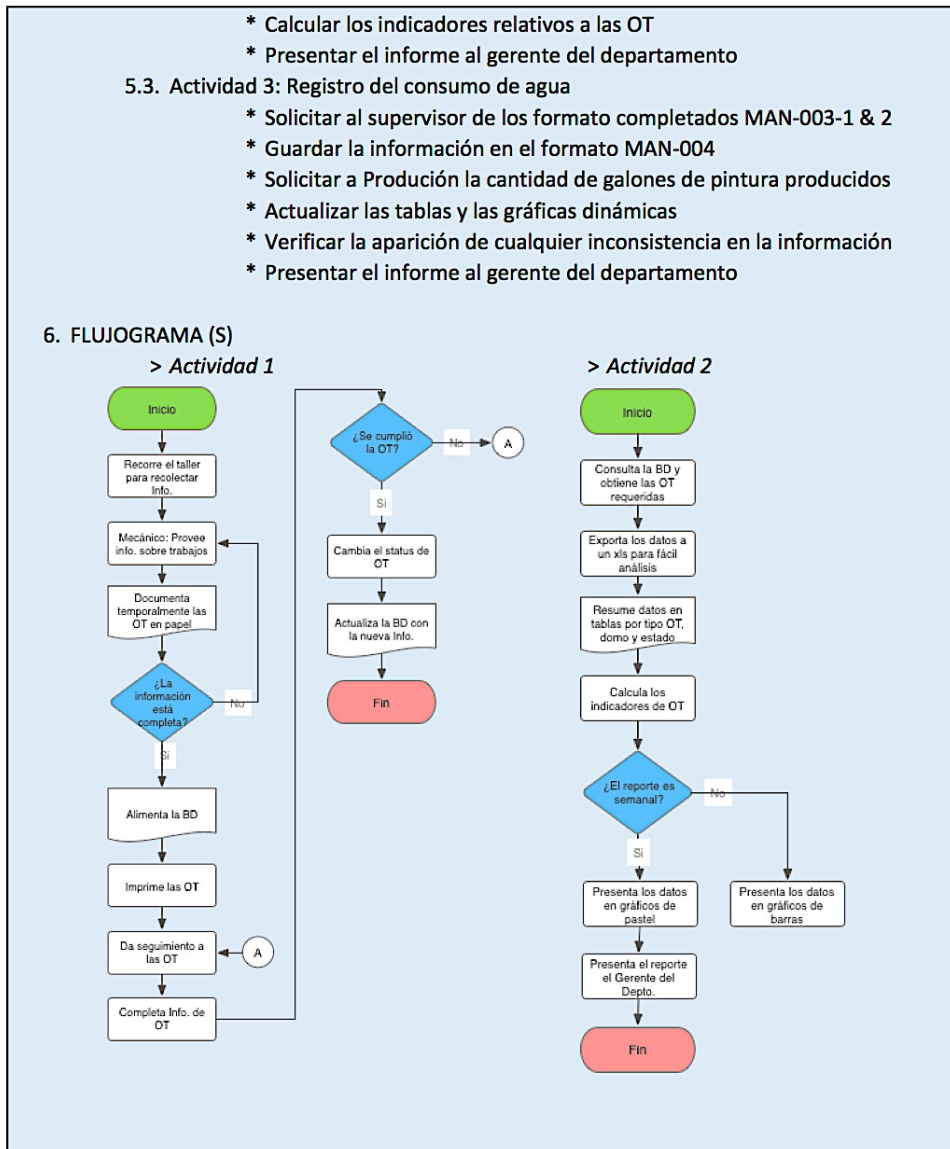
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
TÍTULO GESTIÓN DE OT Y DOCUMENTACIÓN	FECHA 25-nov-16
REVISADO POR: Donal Estrada	APROBADO POR: Paul Morales

<p><b>1. OBJETO</b> Controlar la planificación, seguimiento y documentación de las Órdenes de Trabajo (OT) para los preventivos, correctivos e inspecciones.</p> <p><b>2. ALCANCE</b> Documentar los preventivos, correctivos e inspecciones realizados por el personal del Taller de Mantenimiento, alimentando la base de datos y presentando informes transversales y longitudinales de manera semanal y mensual respectivamente.</p> <p><b>3. RESPONSABLE (S)</b> Donal Estrada</p> <p><b>4. NORMATIVA APLICABLE</b> * Código Penal Decreto No. 17-73, Cap. VII: De los delitos contra el derecho de autor, la propiedad industrial y delitos informáticos</p> <p><b>5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b></p> <p>5.1. Actividad 1: Control de órdenes de trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Realizar rutina de recorrido por el taller</li> <li>* Entrevistar a mecánicos</li> <li>* Documentar los trabajos de Mantto. en un cuaderno</li> <li>* Verificar que se tengan los datos requeridos por el formato de OT</li> <li>* Alimentar la Base de Datos (BD) de Cworks</li> <li>* Imprimir las OT ingresadas a la BD en el formato de Cworks</li> <li>* Dar seguimiento a OT, revisando disponibilidad de recursos</li> <li>* Completar la información de las OT y cerrarlas si fuera el caso</li> <li>* Actualizar la BD con la nueva información de las OT</li> </ul> <p>5.2. Actividad 2: Presentar informes de OT</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Consultar la información de las OT en la BD</li> <li>* Resumir al información en una hoja de cálculo usando tablas</li> <li>* Desplegar los datos en gráficos</li> </ul>
---

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.


Figura 24. Ficha de descripción del subproceso gestión de OT, p. 2

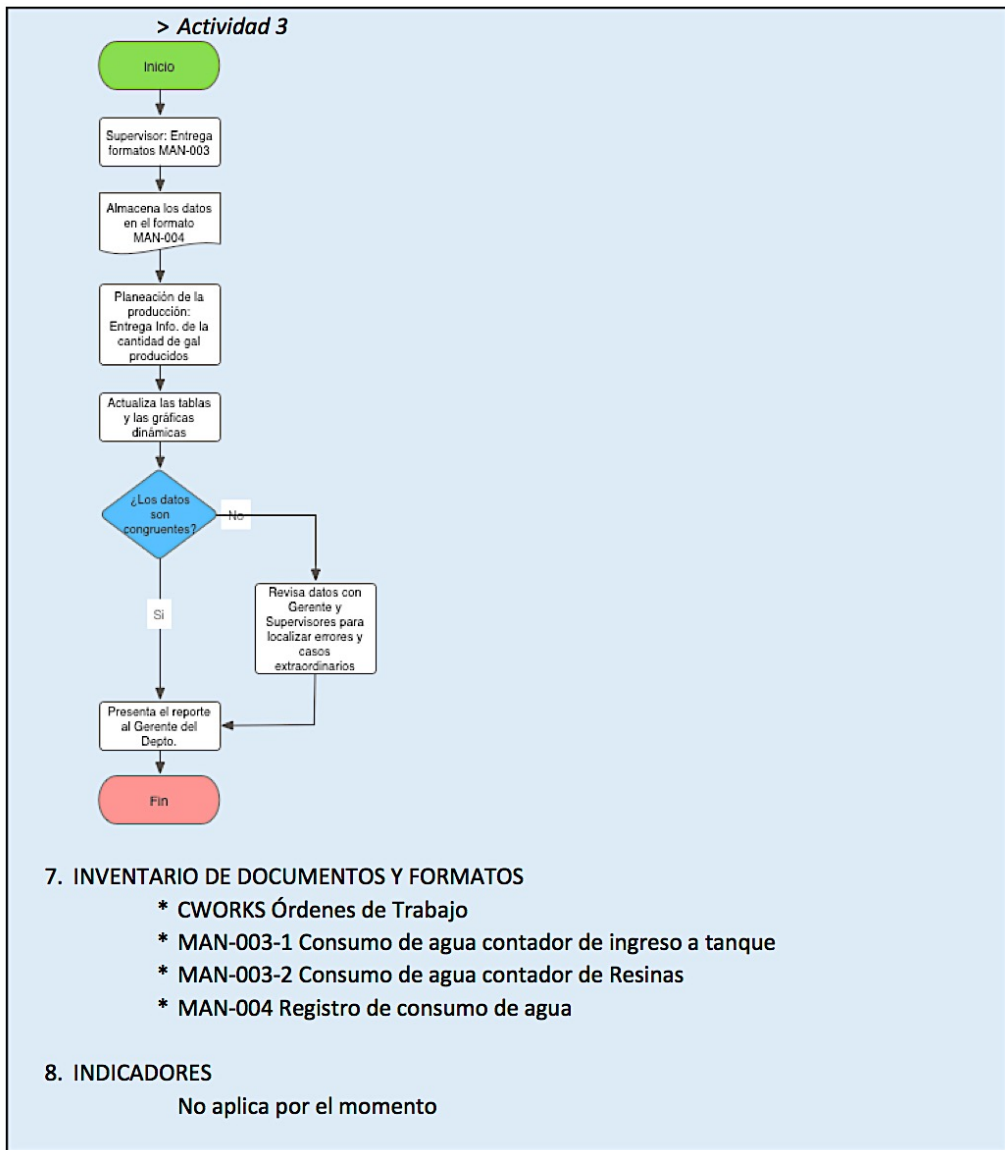
	<b>FICHA DE DESCRIPCIÓN DE UN SUBPROCESO</b>		MAN-009-4
	VER. 1	P. 2/4	



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.


Figura 25. Ficha de descripción del subproceso gestión de OT, p. 3

	<b>FICHA DE DESCRIPCIÓN DE UN SUBPROCESO</b>		MAN-009-4	
			VER. 1	P. 3/4



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 26. **Ficha de descripción del subproceso gestión de OT, p. 4**

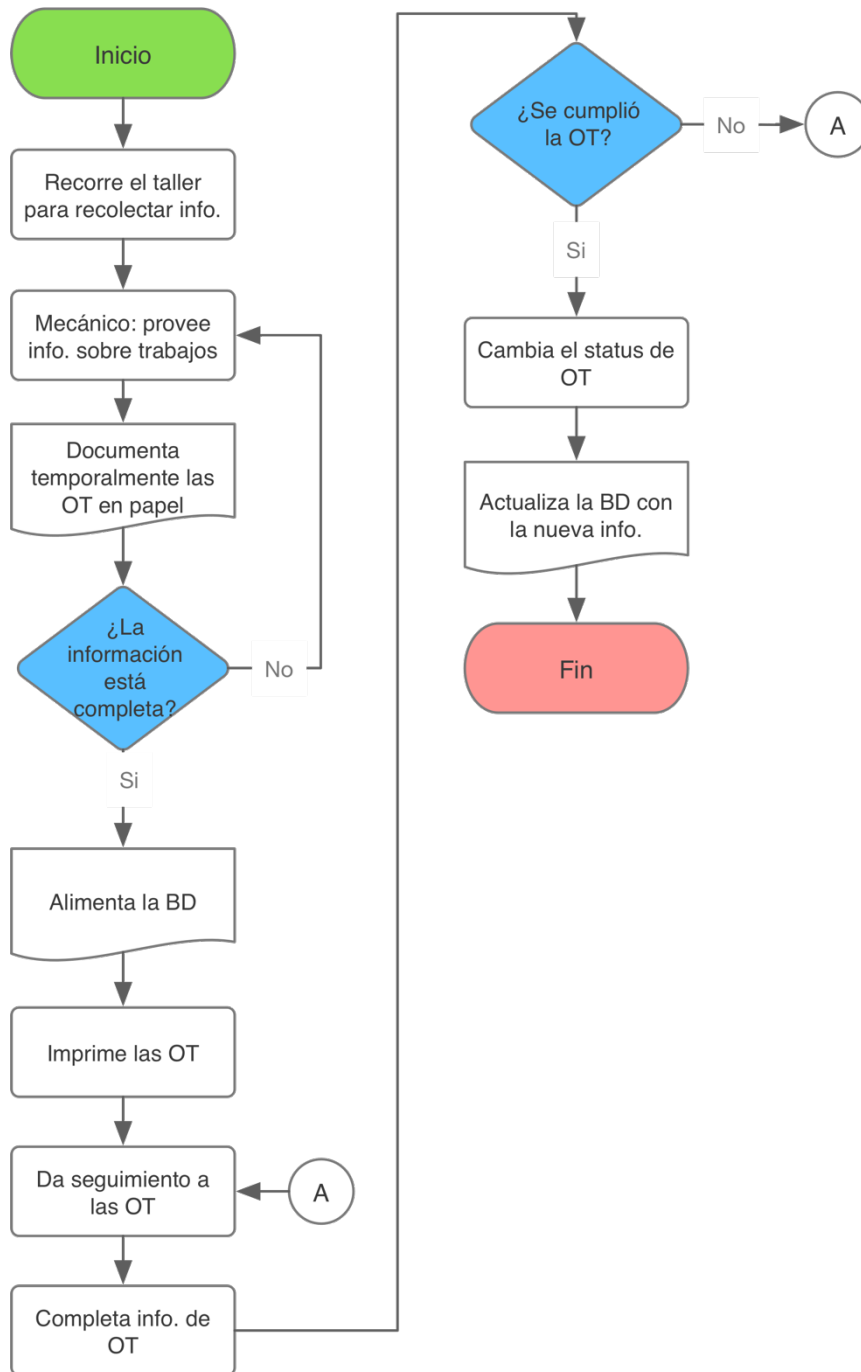
	<b>FICHA DE DESCRIPCIÓN DE UN SUBPROCESO</b>	MAN-009-4	
		VER. 1	P. 4/4

Modificaciones respecto a la versión anterior

No procede
------------

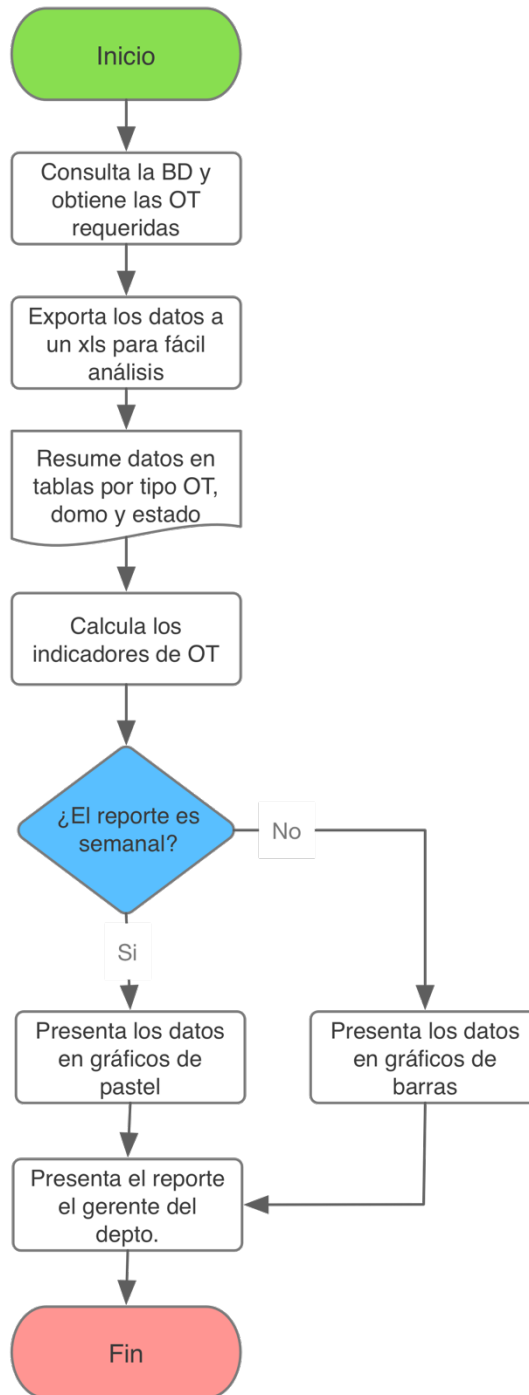
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 27. **Flujograma de control de órdenes de trabajo**



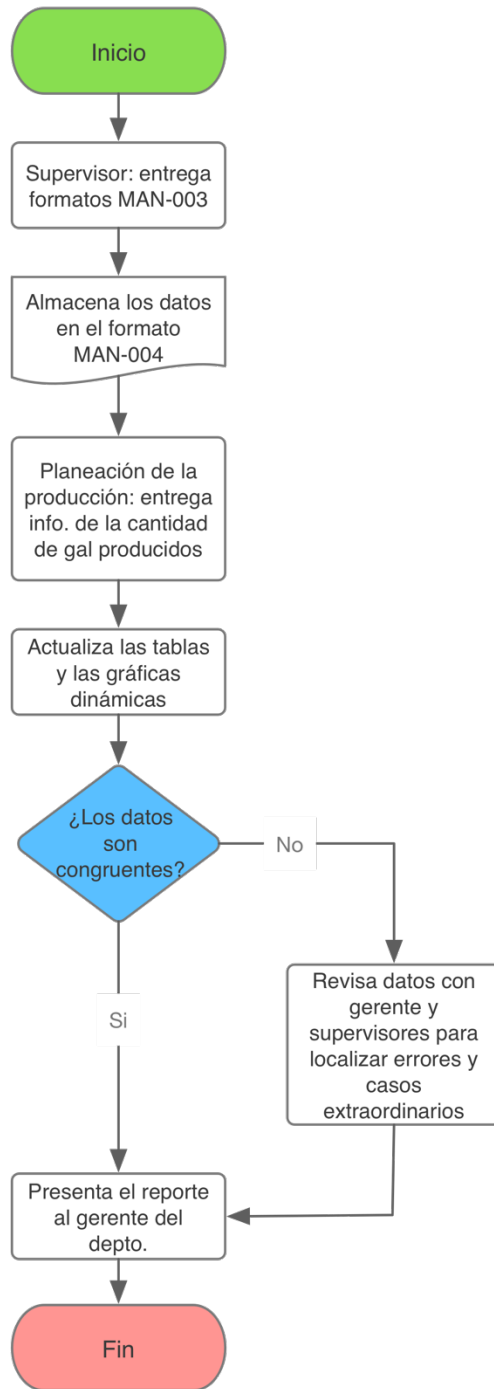
Fuente: elaboración propia, empleando OmniGraffle.

Figura 28. **Flujograma sobre presentar informes de OT**



Fuente: elaboración propia, empleando OmniGraffle.

Figura 29. **Flujograma sobre registro del consumo de agua**



Fuente: elaboración propia, empleando OmniGraffle.



### **2.3. Definición de los indicadores claves de desempeño para la métrica de los subprocesos analizados**

Según las palabras de Lord Kelvin: “Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”, en unas palabras sencillas explica este físico y matemático británico la importancia de medir los resultados de cualquier proceso o procedimiento, porque necesitamos saber la situación actual para planear nuestras futuras acciones de mejora.

Por tanto, es imprescindible medir los procesos para saber en dónde implementar nuevos métodos, asignar más recursos y orientar las acciones de los planes. En la actualidad, es un requerimiento para la empresa medir sus subprocesos y presentar dichos resultados a la alta gerencia para mostrar los avances, la reducción de la brecha para las metas y la mejora en la eficiencia de los recursos.

Una de las mejores formas de medir un subproceso es por medio de indicadores. Aunque parezca una trivialidad, los indicadores claves de desempeño no se llevan de manera correcta en muchas empresas como es el caso de Planta Superbia. Por ejemplo, los indicadores se llevan para pagarles un bono a determinados empleados, pero los mismos no se llevan siguiendo los pasos correctos de un indicador, es decir, documentación de la medición, definición de fórmula de cálculo, alcance y objetivo, entre otros rasgos de un indicador robusto.

Para la definición correcta de los indicadores claves de desempeño se siguió la línea del enfoque de procesos y además se complementó con la metodología propuesta por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia, en su documento sobre la línea base de indicadores.

La selección de estos fundamentos garantizan un indicador robusto, descrito a cabalidad y que pueda ser entendido por otros departamentos.

### **2.3.1. Elaboración del formato normalizado para toma de metadatos**

En primer lugar, se debe elaborar el formato descriptor de los indicadores claves de desempeño, el cual servirá de base para hacer los metadatos, no solo de los indicadores propuestos en este EPS sino también para los indicadores que sean planteados en un futuro en el departamento de mantenimiento.

La ficha técnica de indicadores permite sintetizar en un formato normalizado los metadatos de los indicadores claves de desempeño, en este caso se basó en el documento del Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia mencionado anteriormente, donde se proponen los metadatos más importantes para describir de manera robusta un indicador.

A continuación se presenta el formato diseñado. La siguiente ficha corresponde al indicador para medir la ejecución de trabajos de mantenimiento, el cual a su vez se desprende como un resultado del análisis del subproceso gestión de órdenes de trabajo.

Figura 30. Ficha técnica de indicador de preventivos vs. correctivos

		<b>FICHA TÉCNICA DE INDICADORES (METADATOS)</b>		MAN-011-1	
				VER. 1	P. 1/1

PROCESO	SUBPROCESO	LÍNEA DE ACCIÓN
Mantenimiento	Ejecución de trabajos de mantenimiento	Somos un departamento visionario, retador y ejemplar.

NOMBRE	INDICADOR DE PREVENTIVOS VS CORRECTIVOS			
TIPO	Indicador de proceso	SIGLA	IPC	
OBJETIVO	Aumentar la cantidad de trabajos preventivos con el fin de reducir el número de fallas y consecuentemente reducir la cantidad de mantenimientos correctivos, aumentar la disponibilidad e incrementar la confiabilidad de los equipos			
DEFINICIONES Y CONCEPTOS	a. <i>Indicador de proceso</i> : indicador usado para monitorear la cantidad y clases de actividades. b. <i>Falla</i> : evento indeseable, cuantificable o no que provoca el paro del equipo. c. <i>Disponibilidad</i> : porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir d. <i>Confiabilidad</i> : probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas.			
MÉTODO DE MEDICIÓN	Se recolectan los datos por medio de las órdenes de trabajo (OT) cargadas en el <i>software</i> para la gestión del mantenimiento (CMMS), pasando la información desde una base de datos (BD) a una hoja de cálculo normalizada. Las OT son alimentadas por el subproceso gestión de OT y documentación (ver formato MAN-009-4).			
UNIDAD	Porcentaje (%)	FRECUENCIA	Semanal	
FÓRMULA	$IPC = [(Prev+Ins) / (Prev+Ins+Corr+Fallas)] * 100$			
VARIABLES	<b>Prev</b> : núm. de mantenimientos preventivos abiertos y cerrados durante la semana de corte <b>Ins</b> : núm. de inspecciones abiertas y cerradas durante la semana de corte <b>Corr</b> : núm. de mantenimientos correctivos abiertos y cerrados durante la semana de corte <b>Fallas</b> : núm. de fallas o averías reportadas y cerradas durante la semana de corte			
LIMITACIONES DEL INDICADOR	No se contemplan los tiempos de duración de las órdenes de trabajo. El indicador se limita a la información que recopilan las OT, es decir sólo se incluye jornada diurna y lunes a sábado. Para los días domingos se toman en cuenta los preventivos e inspecciones planeadas.			
FUENTES	Departamento de mantenimiento.			
ALCANCE	Planta Superbia			
FECHA DE INFORMACIÓN DISPONIBLE	INICIAL	23/09/16	RESPONSABLE	Gerencia de depto. de mannto.
	FINAL	No procede	VERSIÓN	1.0
			FECHA	23-nov-16

SEMÁFORO	VALOR IDEAL	REVISIÓN	APROBADO
VERDE	>20 %	Aprox. 90 %	
ACEPTABLE	>10 % & <20 %	Donal Estrada	
ROJO	<10 %	Paul Morales	

MODIFICACIONES RESPECTO A VERSIÓN ANTERIOR
No procede

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Con base en el formato y ejemplo anterior, en la tabla XIV se define que significa cada elemento de la estructura propuesta para describir el indicador:

Tabla XIV. **Estructura propuesta de metadato de indicador**

<b>Proceso</b>	Nombre del proceso sujeto de la medición según el enfoque de procesos.
<b>Subproceso</b>	Subproceso al que pertenece el indicador según el enfoque de procesos.
<b>Línea de acción</b>	Línea de acción en la que colabora el indicador para alcanzar la planificación estratégica.
<b>Nombre</b>	Designación conceptual del indicador para identificarlo.
<b>Tipo</b>	Tipo de indicador según lo que mide (insumo, proceso, producto, resultado o impacto).
<b>Sigla</b>	Término abreviado que representa el nombre del indicador para usos prácticos.
<b>Objetivo</b>	Propósito que se persigue con su medición, en otras palabras, describe la naturaleza y finalidad del indicador.
<b>Definiciones y conceptos</b>	Enumeración de términos y la definición de cada uno de los utilizados en el indicador.
<b>Método de medición</b>	Explicación técnica sobre el proceso para la obtención de los datos utilizados y la medición del resultado del indicador.
<b>Unidad</b>	Unidad con la que se mide el indicador, por ejemplo: porcentaje, hectáreas, pesos, etc.
<b>Frecuencia</b>	Periodicidad con que se hace la medición del indicador en su expresión total.
<b>Fórmula</b>	Expresión matemática que se usa para calcular el indicador. La fórmula se presenta con siglas claras y que en lo posible den cuenta del nombre de cada variable.
<b>Variables</b>	Descripción de cada variable que componen la fórmula y cada una con su respectiva sigla.
<b>Limitaciones del indicador</b>	Contempla lo que no mide el indicador, es decir, las limitaciones que se tienen para medir una realidad a la que es imposible acceder de forma directa.
<b>Fuentes</b>	Nombre de las organizaciones o agentes encargados de la producción o suministro de la información que se utiliza para la construcción del indicador y operación estadística que produce la fuente.
<b>Alcance</b>	Se refiere al nivel geográfico hasta el cual se puede obtener información estadísticamente significativa o que contempla la recolección de datos.
<b>Fecha de información disponible</b>	Fecha inicial y final de la información disponible.
<b>Responsable</b>	Agente(s) y dependencia(s) que tendrá(n) a su cargo la elaboración del indicador.

Continuación de la tabla XIV.

<b>Semáforo</b>	Parámetros estándares para comparar el indicador basados en la meta, valor ideal y estado inaceptable.
<b>Revisión</b>	Responsable de la construcción del formato.
<b>Aprobado</b>	Responsable de dar el visto bueno para la medición del indicador.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La información de la tabla XIV se basa en la metodología propuesta por el DANE, la perspectiva brindada por el gerente de mantenimiento y la aplicación de las competencias del epesista. Lo anterior resultó en un formato que pueda ser entendido por el gerente de planta, quién debe revisar los indicadores cada mes, y los demás gerentes de los departamentos de la empresa.

### **2.3.2. Desarrollo y documentación de los metadatos de los indicadores**

Luego de diseñado y relleno los metadatos del indicador se procede a realizar las mediciones. Como se establece en la ficha técnica del indicador de preventivos vs. correctivos, la información para la operación estadística se obtiene por recolección directa de los datos, luego se almacena en un programa *CMMS*, para posteriormente procesar la información en una hoja de cálculo.

Primero, la recolección de la información se hace por medio de un cuaderno de notas y entrevistas a los mecánicos, electricistas y albañil del taller electromecánico. Por tanto, con la entrevista se logra obtener información de primera mano, la posibilidad de interacción verbal e involucrar al personal en la medición del indicador. Respecto al tipo, se eligió la entrevista individual por ser confidencial y permitir mayor profundidad en las preguntas; en cuanto a la modalidad, se seleccionó la entrevista estructurada con una guía,

caracterizándose por ser sistematizada y constar de un guion. En la tabla XV se muestran las preguntas planificadas para la entrevista:

**Tabla XV. Preguntas planificadas entrevista para la recolección de datos del IPC**

PREGUNTAS	
1. Equipo	¿Cuál es el equipo averiado o con falla?
2. Ubicación	¿Dónde se localiza el equipo físicamente?
3. Avería	¿Cuál es el problema reportado o diagnosticado?
4. Fecha y hora	¿Cuándo se empezó y terminó el trabajo?
5. Técnico	¿Quién o quienes se encargaron de la reparación?
6. Solución	¿Cómo se reparó el equipo?
7. Tipo	¿Es correctivo, preventivo o proyecto?
8. Clase	¿Es mecánico, eléctrico, civil u otro?

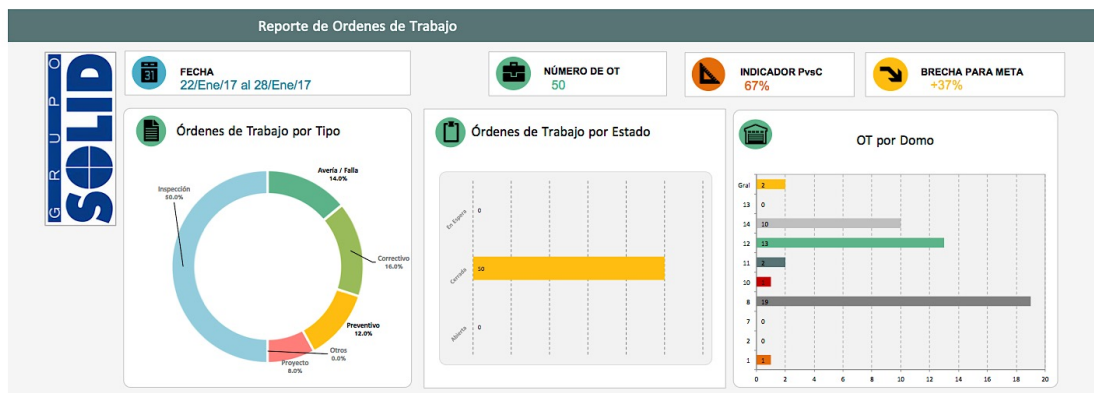
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Segundo, los datos recolectados por esta entrevista sirven para llenar la base de datos del programa de computadora CWorks CMMS; para más información sobre este procedimiento revisar el inciso 2.5.3. de este informe de Ejercicio Profesional Supervisado.

Tercero, desde el programa CWorks se exporta la base de datos a una hoja de cálculo para su posterior análisis estadístico. En este caso, se trata de estadística descriptiva para calcular el indicador de preventivos vs. correctivos, IPC por sus siglas definidas en su respectiva ficha técnica. Asimismo, según lo definido en la ficha del IPC se hace el corte de datos semanalmente y se reporta de igual forma; de este modo, al final se condensa el reporte de manera mensual y se envía a la alta gerencia de la Planta Superbia. En concreto, se presenta

después de este párrafo un reporte semanal y mensual del indicador, los cuales fueron diseñados siguiendo la línea de *dashboard*, la cual busca facilitar la lectura y simplificar la información por medio de maquetación, minimalismo y atracción visual, con el fin de hacer más asertiva la toma de decisiones.

Figura 31. Reporte semanal de la cuarta semana de enero 2017



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 32. Reporte mensual del mes de enero 2017



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En el reporte semanal se incluyen: el número de órdenes de trabajo procesadas, el indicador de preventivos vs. correctivos, la brecha para la meta y los gráficos que representan visualmente los datos analizados. En el ejemplo mostrado, el indicador de correctivos vs preventivos es de 67 %, logrando superar la meta con 37 % por encima de lo establecido en el semáforo.

Por otro lado, en el reporte mensual se incluyen: el número de OT procesadas en el mes, el IPC promedio entre semanas, la evolución del IPC por semana, la comparativa con los resultados del mes anterior y el gráfico circular que resume el número de OT por tipo (preventivo, correctivo, proyecto, inspección, avería/falla y otros). Además, se incluye otro indicador solicitado por la alta gerencia, P/C, que es la relación entre número de preventivos dividido número de correctivos.

Cabe destacar que los reportes se trabajaron usando tablas dinámicas, gráficas estadísticas dinámicas y cuadros de texto dinámicos, facilitando la elaboración de futuros reportes y semiautomatizando dicho procedimiento.

#### **2.4. Diseño de la planificación estratégica para el departamento de mantenimiento**

Con el diagnóstico realizado y teniendo como resultado que la mayor necesidad del departamento de mantenimiento es un plan de mantenimiento preventivo, se hace necesario primeramente desarrollar la planificación estratégica de la dependencia objeto de este EPS.

Para definir un congruente, coherente y sólido plan de mantenimiento preventivo, es necesario contar con una planificación estratégica vinculada a los objetivos comunes de la organización. Por tanto, antes de la ejecución de



cualquier plan, programa o proyecto, es esencial contar con una planeación que oriente la toma de decisiones e interrelacione todas las actividades del departamento de mantenimiento.

Con el diagnóstico realizado y con la aproximación a los procesos claves, de soporte y estratégicos de la Planta Superbia, se comenzó a definir la línea base para la planificación estratégica y política de calidad del departamento de mantenimiento.

La metodología que se usó para la planificación se basa en la propuesta por la Norma ISO 9001 de Sistemas de Gestión de la Calidad, extrapolándola hacia los requerimientos específicos del departamento de mantenimiento. Además, para el desarrollo de objetivos se utilizó la taxonomía de Bloom para objetivos y una adaptación del esquema de objetivos SMART (específicos, medibles, alcanzables, realistas y tiempo).

Para obtener la planeación estratégica general de la planta se recurrió a entrevistas con la coordinadora de recursos humanos y al gerente de mantenimiento. Lamentablemente al momento de hacer el estudio, la empresa sólo cuenta con visión, misión y valores; aún no hay ejes de acción, política de calidad u objetivos generales que rijan la toma de decisiones de la Planta Superbia y sus procesos.

Se inició investigando y reproduciendo la misión y visión de la empresa de pintura. Se diseñaron de manera artesanal dos cuadros en tamaño A4 donde se exhibe la visión y la misión de la Planta Superbia, todo de manera artística, estética y aprovechando la identidad, cultura organizacional y gestión de marca Superbia para llamar la atención. Entre los elementos de diseño gráfico usado están: colores pastel para evocar el producto final de la empresa, combinación

de tipografías para generar contraste y uso de animales asociados a la cultura de la empresa; la iguana es la mascota no oficial de la planta y el quetzal es ícono nacional.

Por otra parte, para la redacción de las líneas de acción se uso un modelo de tabla propuesto por la Comisión de Modernización y Calidad de la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), para la estructuración de características mínimas. De igual forma, se empleó una redacción enfocada a la identidad, *engagement* y la psicología positiva, pues son más sencillas de recordar que una redacción tipo objetivo y más efectivas por su modelo de integración usando el verbo somos.

El resultado de la planificación estratégica se muestra a continuación:

#### **2.4.1. Marco referencial de Planta Superbia**

Este corresponde a la visión, misión y valores de la empresa. Estos ya se encuentran desarrollados por la alta gerencia y se incluyen en el capítulo 1 de este informe. Para obtener esta información se contactó con la oficina de recursos humanos y se consultó documentación de la empresa.

En efecto, se plasmó este marco referencial en cuadros dentro de la oficina del departamento de mantenimiento con tal de socializar su contenido; dichas imágenes se presentan a continuación:

Figura 33. **Visión de Planta Superbia**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 34. **Misión de Planta Superbia**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Figura 35. Valores de Planta Superbia



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

#### 2.4.2. Marco referencial del departamento de mantenimiento

Como parte del marco referencial del departamento se plantearon los objetivos estratégicos. Estos fueron redactados de manera sistematizada y metodológicamente para lograr objetivos entendibles, realizables y realistas. Por tanto, se tomó como línea base la taxonomía de Bloom para la selección de verbos. Asimismo, se redactaron siguiendo las recomendaciones para objetivos SMART, donde se buscan que estos sean específicos, medibles, alcanzables, realistas y oportunos. Finalmente, se realizó una entrevista informal y no estructurada con el gerente de mantenimiento para conocer sus expectativas, propósitos organizacionales y los recursos disponibles para ejecutar.

A continuación, se presentan los objetivos redactados y aprobados por el gerente de mantenimiento. Además, luego se presentan las líneas de acción basadas en los objetivos estratégicos, las cuales están desarrolladas según la metodología

#### **2.4.2.1. Objetivos estratégicos**

- Aumentar la eficiencia de los procesos claves de la planta, por medio de la planeación y ejecución de preventivos e inspecciones, reduciendo el tiempo de paros por falla y aumentando el tiempo medio entre averías.
- Brindar servicios del taller de la manera más eficiente, logrando satisfacer las necesidades de los demás departamentos con el menor impacto ambiental, optimizando costos y velando por la seguridad y formación del personal.
- Mejorar la calidad de la pintura por medio de programas que busquen la corrección, prevención y la mejora continua de los subprocesos que integran el Departamento de Mantenimiento.

#### **2.4.2.2. Líneas de acción**

En la tabla XVI se muestra la relación entre los objetivos y las líneas de acción, con su descripción respectiva y los beneficios esperados.

Tabla XVI. Cuadro resumen y vinculante de las líneas de acción

Objetivo	Línea de acción	Descripción	Tipo de relevancia y beneficios
<p>Aumentar la eficiencia de los procesos claves de la planta por medio de la planeación y ejecución de preventivos e inspecciones, reduciendo el tiempo de paros por falla y el aumentando el tiempo medio entre averías.</p>	<p>Somos un departamento moderno, renovado y excelente en la gestión por procesos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechar las nuevas tecnologías, TIC y 2.0, para la mejorar la gestión del departamento.</li> <li>• Documentar los procedimientos para su posterior análisis y simplificación.</li> <li>• Fomentar el uso de un sistema de flujo de trabajo.</li> <li>• Integrar la planificación a las actividades diarias del departamento.</li> <li>• Potenciar el cambio positivo y la generación de nuevos métodos.</li> <li>• Optimizar los procesos administrativos y de gestión.</li> </ul>	<p>Relevancia estratégica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptación a nuevas tendencias tecnológicas.</li> <li>• Mayor rapidez en trámites administrativos y de control.</li> <li>• Aproximación a un sistema de gestión de calidad ISO 9001</li> </ul> <p>Relevancia operativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de tiempos ineficientes.</li> <li>• Mejora en la gestión de activos.</li> </ul>
	<p>Somos un departamento excelente en la implementación, monitoreo y evaluación de sus proyectos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsar el apoyo departamental para mejorar y renovar los activos de la empresa.</li> <li>• Asegurar la calidad de los proyectos en ejecución.</li> <li>• Evaluar el cumplimiento de los objetivos y metas de los proyectos.</li> <li>• Rectificar desviaciones que se consideren oportunas en los programas y proyectos.</li> </ul>	<p>Relevancia estratégica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecimiento y desarrollo más eficaz de los proyectos.</li> </ul> <p>Relevancia operativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimización de los recursos invertidos en los proyectos.</li> </ul>

Continuación de la tabla XVI.

Objetivo	Línea de acción	Descripción	Tipo de relevancia y beneficios
<p>Brindar servicios del taller de la manera más eficaz y eficiente, logrando satisfacer las necesidades de los demás departamentos con el menor impacto ambiental, optimizando costos y velando por la seguridad y formación del personal.</p>	<p>Somos un departamento colaborador, comunicativo y participativo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difundir los lineamientos estratégicos de los planes y programas.</li> <li>• Informar y comprometer a las partes interesadas acerca de nuestros alcances y logros.</li> <li>• Coadyuvar con apoyo técnico, financiero y estratégico para el cumplimiento de los objetivos y proyectos de los otros departamentos.</li> </ul>	<p>Relevancia estratégica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de nuevos y mejores canales comunicación</li> <li>• Orientación de acciones a objetivos comunes.</li> </ul>
	<p>Somos un departamento solidario, responsable y consciente con la sociedad y el ambiente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir la huella ecológica del departamento a través del manejo y desecho correcto de materiales, consumibles, herramientas y otros recursos.</li> <li>• Asegurar que todo el personal del departamento cumpla con las normas de seguridad y salud ocupacional.</li> <li>• Analizar las mediciones y evolución del consumo energético e hídrico para promover acciones de mejora.</li> <li>• Sensibilizar al personal sobre el desarrollo sostenible.</li> </ul>	<p>Relevancia operativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de normativas ambientales.</li> <li>• Reducción en el consumo de recursos.</li> <li>• Formación del personal en temáticas ambientales y de impacto social.</li> </ul>

Continuación de la tabla XVI.

Objetivo	Línea de acción	Descripción	Tipo de relevancia y beneficios
<p>Brindar servicios del taller de la manera más eficaz y eficiente, logrando satisfacer las necesidades de los demás departamentos con el menor impacto ambiental, optimizando costos y velando por la seguridad y formación del personal.</p>	<p>Somos un departamento comprometido con la organización y el personal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar el proceso de enseñanza-aprendizaje entre el personal del departamento.</li> <li>• Alinear los programas y proyectos del departamento para cumplir con la visión, misión y valores de la organización.</li> <li>• Promover la adquisición de nuevos recursos y activos que mejoren las condiciones de la organización.</li> </ul>	<p>Relevancia estratégica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimización de la brecha entre la situación actual y la planteada por la visión y misión.</li> </ul> <p>Relevancia operativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal más capacitado, motivado y eficiente.</li> <li>• Aumento de la productividad en el proceso clave.</li> </ul>
<p>Mejorar la calidad de la pintura por medio de programas que busquen la corrección, prevención y la mejora continua de los subprocesos que integran el departamento de mantenimiento.</p>	<p>Somos un departamento visionario, retador y ejemplar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar la calidad en cada actividad realizada, corrigiendo las desviaciones detectadas.</li> <li>• Desarrollar proyectos que prevengan fallas y creen una línea base para futuras intervenciones.</li> <li>• Buscar puntos de mejora en los subprocesos y desarrollar programas que actúen longitudinal y transversalmente.</li> </ul>	<p>Relevancia operativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento en la economía, eficacia y eficiencia de intervenciones de la gerencia del departamento.</li> </ul> <p>Relevancia operativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de prevenciones en detrimento de correcciones.</li> <li>• Potenciamiento de las competencias del personal.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.



## 2.5. Diseño del plan de mantenimiento preventivo

Con la planificación estratégica bien definida, revisada y aprobada por el gerente de mantenimiento de la Planta Superbia, se procede a desarrollar el plan de mantenimiento preventivo para los activos industriales.

Por tanto, primero se encaja el plan de mantenimiento preventivo dentro del marco de los objetivos estratégicos. Debido a la naturaleza de un plan que funciona de manera transversal y longitudinal respecto a su intervención, este coadyuva a alcanzar dos objetivos estratégicos:

- Mejorar la calidad de la pintura por medio de programas que busquen la corrección, prevención y la mejora continua de los subprocesos que integran el departamento de mantenimiento.
- Aumentar la eficiencia de los procesos claves de la planta, por medio de la planeación y ejecución de preventivos e inspecciones, reduciendo el tiempo de paros por falla y aumentando el tiempo medio entre averías.

Es destacable recordar que un plan de mantenimiento preventivo trasciende más allá de un proyecto, pues es renovado y optimizado cada día, agregando nuevos activos, mejorando métodos y optimizado los recursos que ejecuta. Dicho en otras palabras, un plan de mantenimiento preventivo opera de manera transversal al ejecutar preventivos e inspecciones de forma puntual, pero también actúa de manera longitudinal al establecer líneas bases al introducir nuevos activos y generar procedimientos que se ejecutan periódicamente.

Debido a que se necesita primero un fundamento antes de comenzar un plan de mantenimiento preventivo, se construyó la línea base para posteriormente armar el sistema de gestión de mantenimiento usando *software*.

Dicha línea base se compone de elementos como fichas técnicas de equipos, codificación de equipos en base a nomenclatura estandarizada, historial de mantenimientos, procedimientos para preventivos, formato de OT, control de capital humano, diagramación de equipos y procesos, entre otros.

### **2.5.1. Codificación y nomenclatura de activos**

Uno de los primeros pasos para programar preventivos e inspecciones, es identificar todos los activos de la empresa y agruparlos por características similares como ubicación, función o tipo. Lo anterior evita confusiones cuando hay duplicidad de activos, equipos muy similares por su apariencia física y máquinas que pueden ser movidas de locación. Por otro lado, en términos de una base de datos, es necesaria una codificación para que cada activo tenga una identificación única y puedan asociarse características específicas a esta entrada clave.

Para definir la nomenclatura a usar, se aprovechó la dejada por el director general de Planta Superbia y así lograr estandarizar los códigos de identificación de equipos. Cabe destacar que, aunque la nomenclatura existía, no se empleaba y asimismo, había muchos tipos de equipos que tuvieron que agregarse para abarcar todos los activos funcionales de la planta.

La metodología actual se basa en la organización y jerarquización de cada activo, por medio de la alimentación de una base de datos que según crece conforma el *CMMS*. Cada equipo es ingresado conforme surge un trabajo de mantenimiento o si es nueva adquisición se ingresa de una vez conforme se habilita. En la base de datos se llevan las fichas técnicas de los equipos, el código único por equipo, las ubicaciones físicas de los activos y el personal responsable de los mismos.

El código de identificación de equipos se lleva estandarizado según la nomenclatura propuesta por el director general de Planta Superbia, la cual es alfanumérica, es decir, lleva letras y números, y se crea de forma concatenada. De tal forma, la nomenclatura se compone de la siguiente manera:

- Letra que indica el tipo de equipo. Ejemplo: B es por bomba, Q por montacargas y D por dispersor.
- Número que indica el domo al que pertenece el equipo. Ejemplo: 14 por domo 14, 12 por resinas y SUP, una excepción a la regla numérica, por un equipo que es de uso general en toda la planta.
- Número que indica la sección del domo donde se ubica físicamente el activo. Ejemplo: La sección núm. 1 del domo 14 es dispersores, sección núm. 5 del domo 8 es refinado de látex y sección núm. 6 del domo 8 es envasado de látex.
- Número precedido de un guion que identifica el núm. de equipo, en caso hubiera máquinas iguales en cuanto a función. Ej.: Q145-01 significa el montacargas núm. 1 (Q) en la sección de envase (5) del domo PBS (14).

En la tabla XVII se presentan todos los tipos y categorías de equipos contemplados dentro de Planta Superbia, donde más del 50 % fueron agregados durante la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado:

Tabla XVII. **Lista de tipos de activos**

núm.	Tipo de activo	Descripción de tipo de activo
1	A	Máquinas de aerosoles
2	B	Bombas
3	C	Calderas
4	D	Dispensores
5	E	Electricidad
6	F	Filtros
7	G	Grúas / polipastos
8	H	Equipo hospitalario
9	I	Instrumentación
10	J	Tubería y accesorios
11	K	<i>Racks / shipping docks</i>
12	L	Llenadoras / empacadoras
13	M	Molinos
14	N	Silos / tolvas
15	O	Equipo de oficina
16	P	Equipo de automatización
17	Q	Transportadores / montacargas
18	R	Reactores
19	S	Seguridad
20	T	Tanques
21	U	Tanques móviles
22	V	Válvulas
23	W	Compresores
24	X	Equipo de laboratorio
25	Y	Equipo de mantenimiento

Continuación de la tabla XVII.

núm.	Tipo de activo	Descripción de tipo de activo
26	Z	Básculas / pesas
27	AA	Portones / puertas
28	AB	Equipo de cocina
29	AC	Equipo sanitario
30	AD	Dosificadoras
31	AE	Especiales
32	AF	Repuestos
33	AG	Agitadores / mezcladores
34	AH	Equipo de limpieza
35	AI	Mobiliario
36	AJ	Sistema contra incendios
37	AK	Intercambiadores / condensadores
38	AL	Torres de enfriamiento
39	AM	<i>Dock levelers</i>
40	AN	Ventilador
41	AO	Entintadora
42	AP	Levantatoneles
43	AQ	<i>Chiller</i> / enfriador de líquidos
44	AR	Elevador de carga
45	AS	Carros de golf
46	AT	Colocador de tapa de cubeta
47	AU	Motorreductor
48	AW	Generador
49	AX	Elevador de cangilones
50	AV	<i>Pallet</i>
51	AY	Chapeadora / equipo de jardinería

Continuación de la tabla XVII.

núm.	Tipo de activo	Descripción de tipo de activo
52	AZ	Máquina para soldar
53	BA	Motor
54	BB	Depósito de aire comprimido / pulmón
55	BC	Autobuses para empleados
56	BD	Carrileras de galones
57	BE	<i>Scholds</i>
58	BF	Máquina para masillas
59	BG	Selladora de bolsa
60	BH	Equipo de aire acondicionado
61	BI	Pozos
62	BJ	Recuperador de solvente
63	BK	Tractores
64	BL	Fajas transportadoras
65	BM	Motobomba / camión de bomberos
66	BN	Transportador helicoidal
67	BO	Piletas / piscinas

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Access.

Enseguida se presenta la tabla XVIII con el listado de los departamentos o domos en que se encuentra dividida Planta Superbia, incluyendo sus respectivos códigos para la nomenclatura. Posteriormente, se muestra la tabla XIX con las localizaciones o secciones que corresponden a cada domo, esto denotado por el primer número previo al guion.

Tabla XVIII. **Lista de departamentos**

núm.	depto. núm.	Descripción de departamento
1	01	Oficinas
2	02	Área social
3	03	Taller de pintura
4	04	Bodega de Equipos
5	05	Taller electro-mecánico
6	06	Comedor externo
7	07	Bodega de producto terminado
8	08	Producción AV
9	10	Bodega de materia prima
10	11	Área de servicios especiales
11	12	Resinas
12	13	Tanques de MP
13	14	Producción PBS
14	15	Nitrocelulosa
15	16	Aerosoles
16	SUP	Planta Superbia

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Access.

Tabla XIX. **Lista de localizaciones**

núm.	Código de localización	Descripción de localización	núm. de depto.
1	01-01	Oficinas administrativas	01
2	01-02	Laboratorio	01
3	02-01	Comedor	02
4	02-02	Vestidores	02
5	02-03	Servicios	02
6	05-01	Área de máquinas	05
7	05-02	Reparaciones mayores	05
8	05-03	Reparaciones menores	05
9	05-04	Bodega de repuestos	05
10	06-01	Comedor	06
11	06-02	Sanitarios	06
12	07-01	Área de recepción de <i>batch</i>	07
13	07-02	Área de rutas para Guatemala	07
14	07-03	Área de <i>picking</i> de corona	07
15	07-04	Área de almacenamiento de Paleta	07
16	07-05	Área de almacenamiento de <i>pallets</i> completos	07

Continuación de la tabla XIX.

núm.	Código de localización	Descripción de localización	núm. de depto.
17	07-06	Área de almacenamiento de Sytec	07
18	07-07	Área de almacenamiento de ferretería e importados	07
19	07-08	Área de rutas para despacho a Centroamérica	07
20	07-09	Servicios	07
21	08-01	<i>Scholds</i>	08
22	08-02	<i>Cowles</i>	08
23	08-03	Bases	08
24	08-04	Refinado aceite	08
25	08-05	Refinado látex	08
26	08-06	Envase látex	08
27	08-07	Envase aceite	08
28	08-08	Empaque final	08
29	08-09	Envase etiquetado	08
30	08-10	Producción de texturizados	08
31	08-11	Producción de masillas	08
32	08-12	Llenado	08
33	08-13	Empaque final	08
34	10-01	Talcos	10
35	10-02	Aditivos	10
36	10-03	Tintes	10
37	10-04	Pigmentos	10
38	10-05	Empaque	10
39	10-06	Descarga de materia prima	10
40	14-01	Dispersión	14
41	14-02	Molienda	14
42	14-03	Refinado industria	14
43	14-04	Refinado automotriz	14
44	14-05	Entintadora	14
45	14-06	Llenado	14
46	14-07	Empaque final	14
47	12-01	Reactor baja temperatura	12
48	12-02	Reactor alta temperatura	12
49	12-03	Reactor baja temperatura	12
50	12-04	Reactor alta temperatura	12
51	12-05	Reactor baja temperatura	12
52	12-06	Reactor alta temperatura	12
53	12-07	Reactor baja temperatura	12
54	12-08	Reactor alta temperatura	12
55	12-09	Reactor alta temperatura	12
56	12-10	Caldera núm.1	12
57	12-11	Caldera núm.2	12
58	12-12	Planta generación	12
59	SUP	Planta Superbia	SUP
60	10-07	Despacho de materia prima	10
61	14-09	Lavado de toneles	14
62	13-04	Área de bombas	13
63	11-01	Lavado de toneles	11
64	11-02	Recuperación de solvente	11
65	11-03	Torres de enfriamiento	11
66	11-04	Planta de tratamiento de aguas negras	11
67	11-05	Planta de tratamiento de aguas industriales	11
68	13-02	Área de tanques con calentamiento	13



Continuación de la tabla XIX.

núm.	Código de localización	Descripción de localización	núm. de depto.
69	13-03	Área de tanques RT	13
70	08-14	Cuarto de compresores	08
71	12-13	Sistema de alimentación y enfriamiento de agua	12
72	14-10	Laboratorio y control de calidad	14
73	14-11	Oficina de gerencia	14
74	12-14	Laboratorio y oficina	12
75	02-04	Oficina de recursos humanos	02
76	02-05	Consultorios médicos	02
77	16-01	Aerosoles	16
78	12-15	Alimentación de talcos y polvos químicos	12
79	08-15	Oficina de gerencia	08
80	08-16	Área de transformadores AV	08

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Access.

Entendiendo la estructura alfanumérica de la nomenclatura, a continuación, se presentan algunos ejemplos de equipos industriales de los domos que conforman Planta Superbia.

Tabla XX. **Lista de equipos**

Descripción de equipo	Código de equipo	Descripción de equipo	Código de equipo
Mingitorio	AC11-01	Hidrolavadora eléctrica No. 1	AH85-01
Lavatrastos para limpieza de lab.	AC1410-01	Tubería de sistema contra incendios	AJSUP-01
Baños de hombres	AC22-01	Condensador reactor núm. 2	AK122-02
Sistema séptico	AC23-01	Condensador reactor núm. 3	AK123-03
Tanque 500-01	AG143-01	Condensador reactor núm. 5	AK125-05
Tanque 500-02	AG143-02	Torre de enfriamiento resinas (ppal.)	AL1213-01
Tanque 500-03	AG143-03	Torre de enfriamiento PBS	AL142-01
Tanque 500-04	AG143-04	Ventilador disipador de gases	AN12-01
Tanque 500-05	AG143-05	Extractor de aire (ventilador)	AN147-01
Tanque 500-06	AG143-06	Extractor de aire (ventilador)	AN81-01
Tanque 500-07	AG143-07	Entintadora Inkmaker	AO85-01
Tanque 500-08	AG143-08	Levantatoneles núm. 2 (grande)	AP143-02
Tanque 1000-01	AG143-09	Chiller de domo 1	AQ11-01
Tanque 1000-02	AG143-10	Chiller para molinos	AQ142-01

Continuación de la tabla XX.

Descripción de equipo	Código de equipo	Descripción de equipo	Código de equipo
Tanque 1000-03	AG143-11	Carro de golf núm. 1	ASSUP-01
Tanque 1000-04	AG143-12	Carro de golf 3-filas	ASSUP-02
Tanque 1000-05	AG143-13	Selladora de cubeta núm. 1	AT87-01
Tanque 1000-06	AG143-14	Generador (planta de emergencia)	AW1212-01
Tanque 1000-07	AG143-15	Elevador de cangilones (resinas)	AX121-01
Tanque 1000-08	AG143-16	Elevador de cangilones ( <i>slurries</i> )	AX81-01
Tanque 1000-09	AG143-17	Chapeadora Honda núm. 1	AYSUP-01
Tanque 1000-10	AG143-18	Chapeadora Honda núm. 2	AYSUP-02
Tanque 1000-38	AG84-07	Máquina para soldar pequeña	AZ79-01
Tanque 1000-39	AG84-08	Bomba M8 materia prima	B107-01
Tanque 2000-40	AG84-09	Bomba M8 de solvente	B112-01
Tanque 2000-41	AG84-10	Bomba M8 de soda cáustica	B112-02
Tanque 500-5	AG85-01	Bomba M4 de ácido sulfúrico	B112-03
Tanque 500-6	AG85-02	Bomba tanque de reducc. react. 1	B121-01
Tanque 500-7	AG85-03	Bomba M2 1" diésel	B1211-01
Tanque 500-8	AG85-04	Bomba agua de enfriamiento	B1213-01
Tanque 500-9	AG85-05	Bomba M8 de Glicerina	B122-01
Tanque 1000-10	AG85-06	Bomba de resina (reactor núm. 2)	B122-02
Tanque 1000-11	AG85-07	Bomba de resina (reactor núm. 3)	B123-01
Tanque 1000-12	AG85-08	Bomba de aceite térmico	B1232-01
Tanque 1000-13	AG85-09	Bomba de resina (reactor núm. 4)	B124-01
Tanque 2000-14	AG85-10	Bomba con motorreductor para resina	B132-01
Tanque 2000-15	AG85-11	Bomba de vacío	B149-01
Tanque 2000-16	AG85-12	Bomba de <i>slurries</i> núm. 1	B81-01
Tanque 2000-17	AG85-13	Bomba de <i>slurries</i> núm. 2	B81-02
Tanque 5000-18	AG85-14	Bomba de <i>slurries</i> núm. 3	B81-03
Tanque 5000-19	AG85-15	Bomba para emulsión	B83-01
Tanque 5000-20	AG85-16	Bomba M15 núm. 2 Rotoplast	B83-02
Tanque 5000-21	AG85-17	Bomba Sandpiper envase 2"	B86-01
Tanque 5000-22	AG85-18	Bomba M8 látex núm. 1	B86-02
Tanque 5000-23	AG85-19	Bomba M8 aceite núm. 1	B87-02
Tanque 5000-24	AG85-20	Motor eléctrico para bomba de vacío	BA149-01
Tanque 5000-25	AG85-21	Depósito de aire comprimido	BB141-01
Tanque 5000-26	AG85-22	Depósito de aire comprimido	BB142-01

Continuación de la tabla XX.

Descripción de equipo	Código de equipo	Descripción de equipo	Código de equipo
Motorreductor de reactor No. 4	AU124-01	<i>Pullman</i>	BCSUP-01
Motorreductor de tanque 500-01	AU143-01	Carrileras de galones	BD87-03
Motorreductor de tanque 500-02	AU143-02	Schold núm. 1	BE81-01
Motorreductor de tanque 500-03	AU143-03	Schold núm. 2	BE81-02
Motorreductor de tanque 500-04	AU143-04	Schold núm. 3	BE81-03
Motorreductor de tanque 500-06	AU143-06	Máquina para producción de masillas	BF811-01
Motorreductor de tanque 500-07	AU143-07	Selladora de bolsa núm. 1	BG86-01
Motorreductor de tanque 500-08	AU143-08	Equipo A/C de pared	BH1411-01
Motorreductor de tanque 1000-02	AU143-10	Equipo A/C de pared	BH815-01
Motorreductor de tanque 1000-03	AU143-11	Equipo A/C portátil	BH815-02
Motorreductor de tanque 1000-04	AU143-12	Pozo núm. 2	BISUP-02
Motorreductor de tanque 1000-05	AU143-13	Máquina para recuperación de solvente	BJ112-01
Motorreductor de tanque 1000-06	AU143-14	Recuperador de solvente PBS	BJ149-01
Motorreductor de tanque 1000-07	AU143-15	Tractor CASE amarillo	BKSUP-01
Motorreductor de tanque 1000-08	AU143-16	Tractor LUZHONG	BKSUP-02
Motorreductor de tanque 1000-09	AU143-17	Faja transportadora <i>Pallets</i>	BL88-01
Motorreductor de tanque 1000-10	AU143-18	Motobomba OSHKOSH	BMSUP-01
Motorreductor de tanque 500-5	AU85-01	Motobomba HUSH	BMSUP-02
Motorreductor de tanque 500-6	AU85-02	Tornillo transportador (resinas)	BN1215-01
Motorreductor de tanque 500-7	AU85-03	Tornillo transportador ( <i>slurries</i> )	BN81-01
Motorreductor de tanque 500-8	AU85-04	Pileta de tratamiento de agua	BO114-01
Motorreductor de tanque 500-9	AU85-05	Bomba de agua 2HP	BSUP-01
Motorreductor de tanque 1000-10	AU85-06	Bomba de agua 7-1/2HP	BSUP-02
Motorreductor de tanque 1000-11	AU85-07	Bomba de agua 20HP	BSUP-03
Motorreductor de tanque 1000-12	AU85-08	Bomba pozo-rancho 1HP	BSUP-04
Motorreductor de tanque 1000-13	AU85-09	Bomba M8 Taller	BSUP-05
Motorreductor de tanque 2000-14	AU85-10	Caldera diésel núm. 1 (pequeña)	C1210-01
Motorreductor de tanque 2000-15	AU85-11	Caldera diésel núm. 2 (grande)	C1211-01
Motorreductor de tanque 2000-16	AU85-12	Dispensor núm. 3 (50 HP)	D141-03
Motorreductor de tanque 2000-17	AU85-13	Dispensor núm. 5	D141-05

Continuación de la tabla XX.

Descripción de equipo	Código de equipo	Descripción de equipo	Código de equipo
Motorreductor de tanque 5000-19	AU85-15	Dispensor núm. 8 (50 HP)	D141-08
Motorreductor de tanque 5000-20	AU85-16	Dispensor núm. 9	D141-09
Motorreductor de tanque 5000-21	AU85-17	Dispensor núm. 11 (20 HP)	D141-11
Motorreductor de tanque 5000-25	AU85-21	Dispensor núm. 13 (25 HP)	D141-13
Levanta <i>pallets</i>	AV105-01	Dispensor núm. 14	D141-14
Levanta <i>pallets</i>	AV107-01	Dispensor núm. 19	D141-19
Levanta <i>pallets</i>	AV143-01	Dispensor núm. 20	D141-20
Levanta <i>pallets</i>	AV71-01	Dispensor núm. 21	D141-21
Levanta <i>pallets</i>	AV71-02	Dispensor núm. 22	D141-22
Levanta <i>pallets</i>	AV71-03	Dispensor núm. 23	D141-23
Levanta <i>pallets</i>	AV71-04	Dispensor núm. 24	D141-24
Levanta <i>pallets</i>	AV71-05	Dispensor núm. 25	D141-25
Levanta <i>pallets</i>	AV71-06	Dispensor (100 gal) núm. 1	D82-01
Levanta <i>pallets</i>	AV71-07	Dispensor de reproceso	D83-01
Levanta <i>pallets</i>	AV71-08	Sistema de luminarias	E24-01
Levanta <i>pallets</i>	AV71-09	Tranformadores AV	E816-01
Levanta <i>pallets</i>	AV83-01	Caja de fuerza sist. de bombas	ESUP-01
Levanta <i>pallets</i>	AV89-01	Polipasto eléctrico para jumbos	G107-01
Envasadora Ambrose gal núm. 1	L87-01	Puente grúa para jumbos	G107-02
Envasadora Ambrose gal núm. 2	L87-02	Elevador de carga AC	G84-01
Envasadora Ambrose gal núm. 3	L87-03	Elevador de carga LTX	G85-01
Envasadora de cubeta NEUPACK	L87-11	Pantallas para control de tanques látex	I85-01
Molino horizontal 25 Lt	M142-05	Control de mando de sistema de bombas	ISUP-01
Molino horizontal 25 Lt	M142-06	Red de tubería de aguas industriales	J115-01
Molino horizontal 10 Lt	M142-07	Tuberías de reactores	J121-01
Molino de canasta núm. 8	M142-08	Circuito cerrado de tubería de aceite térmico	J1211-01
Molino de canasta núm. 9	M142-09	Tubería de área de bombas	J134-01
Molino de canasta núm. 11	M142-11	Tubería agua potable cafetería	J21-01
Molino de canasta núm. 12	M142-12	Red de drenaje cafetería	J21-02
Molino vertical núm. 14	M142-14	Red de tubería para SS hombres	J23-01
Molino vertical núm. 16	M142-16	Tubería de aire comprimido	J814-01
Equipo de oficina en domo 1	O11-01	Tubería de alimentación de EE	J814-02
Equipo de oficina de operaciones	O79-01	Tubería para base aceite	J83-01

Continuación de la tabla XX.

Descripción de equipo	Código de equipo	Descripción de equipo	Código de equipo
Montacargas CAT GLP	Q142-01	Tubería de distribución de tanque a planta	JSUP-02
Montacargas de diésel	Q143-01	Tubería de agua contra incendios	JSUP-03
Montacargas de diésel	Q71-01	Racks de almacenamiento	K102-01
Camión plataforma eléctrico	Q71-02	Envasadora de solvente núm. 1	L812-01
Montacargas CAT núm. 2	Q71-03	Envasadora Ambrose gal núm. 1	L86-01
Montacargas CAT núm. 1	Q74-01	Envasadora Ambrose gal núm. 2	L86-02
Montacargas Xilin 3-ruedas	Q74-02	Envasadora de cubeta No. 1	L86-11
Montacargas YALE operaciones	Q75-01	Motorreductor de tanque 500-6	UA85-02
Montacargas eléctrico Xilin	Q78-01	Compresor KAESSER resinas	W121-01
Montacargas TOYOTA	Q81-01	Compresor KAESSER AV	WSUP-01
Montacargas de GLP	Q85-01	Compresor de tornillo 100HP núm. 2	WSUP-02
Montacargas de GLP	Q86-01	Compresor de tornillo 100HP núm. 1	WSUP-03
Montacargas de diésel (mantto.)	QSUP-01	Compresor IR 40 HP	WSUP-04
Reactor núm. 1 de 500 gal	R122-01	Compresor IR 50HP	WSUP-05
Reactor núm. 2	R122-02	Agitador de galones	X12-01
Reactor núm. 3	R123-03	4 Cámaras luz ultravioleta	X12-02
Reactor núm. 4 de 3000 gal	R124-01	(Horno) cámara de temperatura constante Blue M	X12-03
Reactor núm. 5	R125-05	Horno eléctrico de resistencia	X12-04
Tanque decantador	T115-01	Reactor de pruebas resinas	X1214-01
Tanque núm. 9	T132-9	(Horno) máquina de lenetas	X1410-01
Balanza de mesa	Z1410-01	Agitador de galones	X1410-02
Balanza de envase	Z147-01	Báscula de 100Ton	ZSUP-01
Balanza para envasado	Z86-01		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Access.

### 2.5.2. Diseño de formato de fichas técnicas de equipos

Con los equipos codificados, siguiendo la nomenclatura normalizada explicada en el inciso anterior, se procede a realizar el resumen de la información más importante de los activos industriales de la empresa. La mejor forma para describir un equipo y resumirlo en un formato estándar son las fichas técnicas.

Una ficha técnica es un documento resumido que describe las características más relevantes, en términos de mantenimiento de los equipos que conforman el proceso productivo, desarrollado en los domos 12, 8 y 14, y los procesos de soporte, comprendidos en los domos 10, 2, 1 y 5. Este registro documenta los datos mecánicos o eléctricos de un equipo, como voltaje nominal, amperaje nominal, velocidad de motor y capacidad. Asimismo, contempla información relativa a la identificación del equipo, como código, número de serie, modelo, ubicación física y marca. Además, se incluyen fotografías para mejorar la visualización de partes claves del activo y del equipo en sí. Finalmente, se adjunta el listado de las partes de desgaste rápido y lubricantes.

Lo ideal es que cada equipo tenga su ficha técnica y que esta incluya el listado de los repuestos de desgaste rápido, lubricantes y otros suministros si fuera necesario. En otras palabras, se enumeran y describen los cojinetes, las fajas, los retenedores, las chumaceras, los sellos mecánicos, grasas, aceites y otros elementos que requieran ser remplazados con periodicidad o ajustados. A continuación, se presenta las fichas elaboradas para algunos equipos de Planta Superbia, algunas no cuentan con datos completos debido a cuestiones de deterioro de las placas de identificación o porque es necesario un paro programado para revisar sus partes.

Las fichas técnicas ofrecen muchas ventajas, entre las que se pueden mencionar: compras ágiles de repuestos usando especificaciones técnicas, proyectar futuras compras evitando partes fuera de *stock*, contacto con fabricantes proveyendo número de serie, modelo y marca, estimaciones de costos pecuniarios de servicio completo de un equipo, estimaciones de costos pecuniarios de mantener un activo durante un período de tiempo y planificación eficiente de recursos para preventivos programados.

Un ejemplo puntual del uso de las fichas técnicas es la programación de un mantenimiento preventivo de 200 horas para un montacargas marca Xilin de diésel; se revisa que en bodega se cuente con: filtro de aceite Wix 51383, aceite para motor 15W40, líquido para frenos, refrigerante para radiador y otros repuestos por averías detectadas en las inspecciones (llantas dañadas, luces averiadas, entre otros).

A continuación se presentan las fichas técnicas algunos equipos de la Planta Superbia:

Figura 36. Ficha técnica de dispersor núm. 24, p. 1

	Ficha técnica de equipo: Dispersor	CÓDIGO <b>MAN-21-1</b>
		VERSIÓN 1
		Página: 1 de 2

<i>Identificación y especificaciones del equipo</i>	
<b>Datos generales del dispersor</b>	<b>Motor eléctrico</b>
Marca: N/A	Marca: N/A
Modelo: N/A	Potencia: 25 HP
No. de serie: N/A	Amperaje nominal: 65 A / 32.5 A
Código: D141-24	Voltaje nominal: 3x220 V / 3x440 V
Tipo: polea variable	Velocidad: 1800 RPM

<i>Fotos del equipo</i>	
	


  

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia 24 de abril de 2017	<b>Departamento de mantenimiento</b>
---------------------------------	---	--	--------------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.



Figura 37. Ficha técnica de dispersor núm. 24, p. 2

	Ficha técnica de equipo: Dispersor	CÓDIGO <b>MAN-21-1</b>	
		VERSIÓN 1	Página: 2 de 2

<b>Respuestos y lubricantes</b>		
Descripción	Marca y modelo	Cantidad
<b>Motor eléctrico</b>		
Cojinete 6210 2RS	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
Cojinete 6311 2RS	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
Cojinete 6316 ZZ C3	NSK rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
<b>Eje de dos poleas</b>		
Cojinete 6308 2RS	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
Cojinete 6208 2RS	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
Faja trapezoidal en V 5/8x13/32x91 plg	Gates B-91	5 unid.
Faja dentada plana 3x66.4 plg, 30°	Gates 4830V653	1 unid.
Grasa para alta temperatura y EP	Premalub multipropósito NCH	-
<b>Eje del disco</b>		
Cojinete 6309 2RS	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
Cojinete 6209 2RS	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
Grasa para alta temperatura y EP	Premalub multipropósito NCH	-
<b>Eje principal de alzado (levante)</b>		
Sellos machos 138x158x9 mm	INTEGUASA, bajo pedido	2 unid.
Sellos hembra 138x158x9 mm	INTEGUASA, bajo pedido	2 unid.
Sellos V-Pack 138x158x9 mm	INTEGUASA, bajo pedido	12 unid.

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia 24 de abril de 2017	Departamento de mantenimiento
---------------------------------	---	--	-------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 38. Ficha técnica de dispersor núm. 9, p. 1

	Ficha técnica de equipo: Dispersor	CÓDIGO <b>MAN-21-1</b>	VERSIÓN 1	Página: 1 de 2
---	------------------------------------	---------------------------	--------------	-------------------

<b>Identificación y especificaciones del equipo</b>	
<b>Datos generales del dispersor</b>	<b>Motor eléctrico</b>
Marca: N/A	Marca: N/A
Modelo: N/A	Potencia: 20 HP
No. de serie: N/A	Amperaje nominal:
Código: D141-09	Voltaje nominal: 3x460 V
Tipo: polea variable	Frecuencia: 60 Hz



<b>Fotos del equipo</b>	
	

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia 24 de abril de 2017	Departamento de mantenimiento
---------------------------------	---	--	-------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 39. **Ficha técnica de dispersor núm. 9, p. 2**

 	Ficha técnica de equipo: Dispersor	CÓDIGO <b>MAN-21-1</b>	
		VERSIÓN 1	Página: 2 de 2

<b>Respuestos y lubricantes</b>		
Descripción	Marca y modelo	Cantidad
<b>Motor eléctrico</b>		
Cojinete 6310 2RS C3	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
Cojinete 6206 2RS C3	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
<b>Polea variable en motor</b>		
Cojinete 6216 2RS C3	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
<b>Polea variable tipo B</b>		
Cojinete 6308 2RS C3	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
Cojinete 6208 2RS C3	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
Faja dentada plana 3x66.4 plg, 30°	Gates 4830V653	1 unid.
Faja trapecial en V 5/8x13/32x91 plg	Gates B-91	5 unid.
Grasa para alta temperatura y EP	Premalub multipropósito NCH	-
<b>Eje del disco</b>		
Cojinete 6309 2RS C3	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
Cojinete 6209 2RS C3	SKF rodamientos rígidos de bolas	1 unid.
Grasa para alta temperatura y EP	Premalub multipropósito NCH	-

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia 24 de abril de 2017	Departamento de mantenimiento
---------------------------------	---	--	-------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 40. Ficha técnica dispersor núm. 6, p. 1

	Ficha técnica de equipo: Dispersor	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">CÓDIGO</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">MAN-21-1</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">VERSIÓN</td> <td style="width: 50%;">Página:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1 de 2</td> </tr> </table>	CÓDIGO		MAN-21-1		VERSIÓN	Página:	1	1 de 2
CÓDIGO										
MAN-21-1										
VERSIÓN	Página:									
1	1 de 2									

<b>Identificación y especificaciones del equipo</b>	
<b>Datos generales del dispersor</b>	<b>Motor eléctrico</b>
Marca: Morehouse Cowles	Marca: N/A
Modelo: N/A	Potencia: 20 HP
No. de serie: N/A	Amperaje nominal:
Código: D141-06	Voltaje nominal: 3x460 V
Tipo: motor de 2 velocidades	Frecuencia: 60 Hz


<b>Fotos del equipo</b>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia 24 de abril de 2017	<b>Departamento de mantenimiento</b>
---------------------------------	---	--	--------------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 41. Ficha técnica dispersor núm. 6, p. 2

	Ficha técnica de equipo: Dispersor	CÓDIGO	
		MAN-21-1	
		VERSIÓN	Página:
		1	2 de 2


<b>Respuestos y lubricantes</b>		
Descripción	Marca y modelo	Cantidad
<b>Motor eléctrico</b>		
Cojinete 6313 ZZ C3	SNR rodamientos de bolas de 1 hilera	1 unid.
Cojinete 6210 ZZ C3	SNR rodamientos de bolas de 1 hilera	1 unid.
Cojinete ER-52	Sealmaster Cylindrical OD Bearing	1 unid.
Cojinete ER-55	Sealmaster Cylindrical OD Bearing	1 unid.
<b>Polea</b>		
Faja trapezoidal en V 5/8x13/32x158 plg	Gates B-158	3 unid.
Grasa para alta temperatura y EP	Premalub multipropósito NCH	-

Elaborado por:	Revisado con:	Fecha de vigencia	<b>Departamento de mantenimiento</b>
Donal Estrada	Gerente de mantenimiento	24 de abril de 2017	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 42. Ficha técnica de compresor de tornillo, p. 1

	Ficha técnica de equipo: Compresor	CÓDIGO	
		VERSIÓN 1	Página: 1 de 2

<b>Identificación y especificaciones del equipo</b>	
<b>Datos generales del dispersor</b>	
Marca: Kaeser	Capacidad: 125 PSI
Modelo: AS 20 T	Potencia: 20 HP
No. de serie: 1086 año 2012	Amperaje nominal: 90 A / 45 A
Código: W1211-01	Voltaje nominal: 3x230 V / 3x460 V
Tipo: compresor de tornillo	Velocidad: 3555 RPM


**Fotos del equipo**



Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia 24 de abril de 2017	Departamento de mantenimiento
---------------------------------	---	--	-------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 43. **Ficha técnica de compresor de tornillo, p. 2**

	Ficha técnica de equipo: Compresor	CÓDIGO <b>MAN-21-1</b>	
		VERSIÓN 1	Página: 2 de 2

<i>Respuestos y lubricantes</i>		
Descripción	Marca y modelo	Cantidad
<i>Compresor</i>		
Filtro de aceite	Kaeser (venta por kit de mantenimiento)	1 unid.
Filtro separador de aceite	Kaeser (venta por kit de mantenimiento)	1 unid.
Filtro de aire	Kaeser (venta por kit de mantenimiento)	1 unid.
Panel filtrante	Kaeser (venta por kit de mantenimiento)	1 unid.
Cojinete	Kaeser (venta por kit de mantenimiento)	2
Aceite para compresor (3 galones)	Kaeser (venta por kit de mantenimiento)	1 unid.

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia <b>24 de abril de 2017</b>	<b>Departamento de mantenimiento</b>
---------------------------------	---	---	--------------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 44. Ficha técnica de montacargas de diésel, p. 1

	Ficha técnica de equipo: Montacargas	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">CÓDIGO</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>MAN-21-1</b></td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">VERSIÓN</td> <td style="width: 50%;">Página:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1 de 2</td> </tr> </table>	CÓDIGO		<b>MAN-21-1</b>		VERSIÓN	Página:	1	1 de 2
CÓDIGO										
<b>MAN-21-1</b>										
VERSIÓN	Página:									
1	1 de 2									

<i>Identificación y especificaciones del equipo</i>	
<b>Datos generales del dispensador</b>	
Marca: Xilin	Ubicación: Domo 10
Modelo: FD30	Llave: 2225E
No. de serie: 1607061	Capacidad: 3 TON
Código: Q101-01	
Tipo: diésel	

<i>Fotos del equipo</i>	
	
	


  

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia <b>24 de abril de 2017</b>	<b>Departamento de mantenimiento</b>
---------------------------------	---	---	--------------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.



Figura 45. Ficha técnica de montacargas de diésel, p. 2

	Ficha técnica de equipo: Montacargas	CÓDIGO	
		MAN-21-1	
		VERSIÓN	Página:
		1	2 de 2

<i>Respuestos y lubricantes</i>		
Descripción	Marca y modelo	Cantidad
<i>Montacargas</i>		
Filtro de aceite	Wix 51383	1 unid.
Llantas neumáticas (traseras)	6.50-10	2 unid.
Llantas neumáticas (frontales)	28x9-15	1 unid.
Aceite para motor	15W50	3 gal.
Filtro de aceite hidráulico	Fram PH 3950	1 unid.
Filtro de aire	Xilin (pedido desde China)	1 unid.

Elaborado por:	Revisado con:	Fecha de vigencia	<b>Departamento de mantenimiento</b>
Donal Estrada	Gerente de mantenimiento	24 de abril de 2017	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### **2.5.3. Creación y alimentación de la base de datos para órdenes de trabajo, activos, personal, ubicaciones y tiempos**

Para solventar la necesidad de registrar los preventivos, correctivos, inspecciones y proyectos, se hace necesaria la adopción de un sistema computarizado que almacene, procese y gestione los datos relevantes sobre mantenimiento, adaptándose a las condiciones específicas de Planta Superbia, las limitaciones del programa de EPS, los recursos disponibles del departamento en cuestión y los objetivos estratégicos de la planificación.

El primer paso consiste en la adopción de un sistema de gestión del mantenimiento asistido por computadora o por sus siglas en inglés: *CMMS*. Los *softwares* para *CMMS* son realmente costos, con licencias que van desde pagos puntuales de 2 millones de quetzales, como es el caso de Infor ERP, hasta membresías mensuales por 99 dólares estadounidenses, como el caso de CWorks Premium. Por limitaciones de recursos económicos de la empresa, no se puede contratar un *CMMS* con licencia privativa, en cambio se opta por un software gratuito: CWorks Basic.

CWorks Basic es un *CMMS* gratuito basado en Microsoft Access, de modo que está orientado a base de datos con una interfaz que sirve de intermediaria entre el usuario y la información almacenada en un archivo *MDB*. De forma general, CWorks Basic es útil para el registro básico de órdenes de trabajo y la programación de preventivos en períodos fijos. Asimismo, debido a las limitantes del *CMMS* seleccionado por su atributo gratuito, se compensarán como se indica en la tabla XXI:

Tabla XXI. **Limitaciones de CWorks y soluciones planteadas**

	LIMITACIÓN	PROPUESTA
1	No hay servidor para acceder a la base de datos desde varias computadoras	Uso de Google Drive para sincronizar el archivo MDB en varios ordenadores
2	No se puede visualizar el calendario de preventivos para tener una proyección mensual	Uso de Google Calendar para proyectar los preventivos periódicos
3	No se pueden generar listas de cotejo para inspecciones	Uso de hojas de cálculo para el diseño y creación de rutas de inspección
4	No es posible la generación automática de reportes y cálculo de indicadores	Exportación de datos hacia Microsoft Excel para procesado, análisis estadístico y diseño de reportes

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Si se observa, la mayoría de soluciones se basan en tecnologías web 2.0, aprovechando el potencial de la internet interactiva, su suave curva de aprendizaje, la disponibilidad de los servicios a través de múltiples sistemas operativos, la sincronización automática e instantánea, el diseño de interfaz intuitiva y, sobre todo, el costo cero de uso. Incluso para Microsoft Excel, una aplicación de escritorio, se usó una licencia educativa de Microsoft Office 365 con costo pecuniario de cero quetzales.

El segundo paso es la alimentación preliminar de la base de datos con la información obtenida de las fichas técnicas, los manuales de operación y mantenimiento, la experticia de los mecánicos, las visitas de campo a las áreas productivas, la experiencia del gerente de mantenimiento, las codificaciones elaboradas en el inciso anterior y el soporte de proveedores de partes.

Debido a que el registro de los activos es desde cero, se empieza cargando los equipos más críticos (compresores, montacargas, dispersores, tanques de agitación, reactores y bombas centrífugas) y según se presentan los trabajos correctivos, preventivos y proyectos de mejora. Lo último, se refiere a que conforme va fallando un activo, se crea su ficha técnica en CWorks Basic y se genera la OT respectiva.

Por otro lado, la carga de los datos de los empleados se hizo desde el principio, pues únicamente se requieren nombres, apellidos, costo por hora normal, por hora extra, código de empleado y posición; donde estos datos fueron proveídos por el gerente de mantenimiento. Además, para los datos de listado de departamentos, localizaciones y tipos de equipos, solamente se digitalizó la nomenclatura propuesta en el inciso 2.5.1.

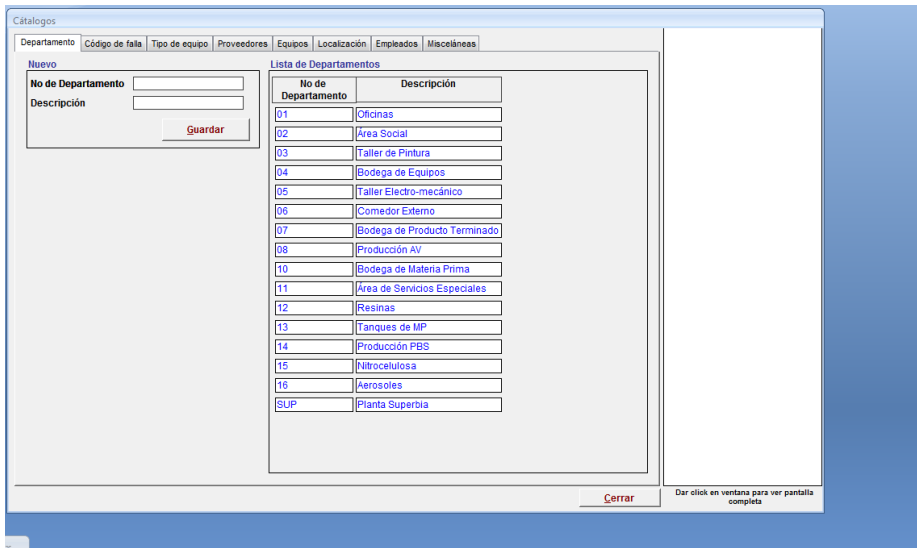
En seguida se muestran capturas de pantalla del *CMMS* utilizado para armonizar y registrar los datos manipulados por el departamento de mantenimiento y el personal que opera en él. La primera captura corresponde a la pantalla de bienvenida del *software*; la segunda al catálogo de departamentos; la tercera a la lista de tipo de equipo; la cuarta a los datos cargados de un empleado; la quinta al listado de OT generadas en un lapso específico; y la sexta un ejemplo de los datos cargados de una OT.

Figura 46. Pantalla de bienvenida del software CMMS



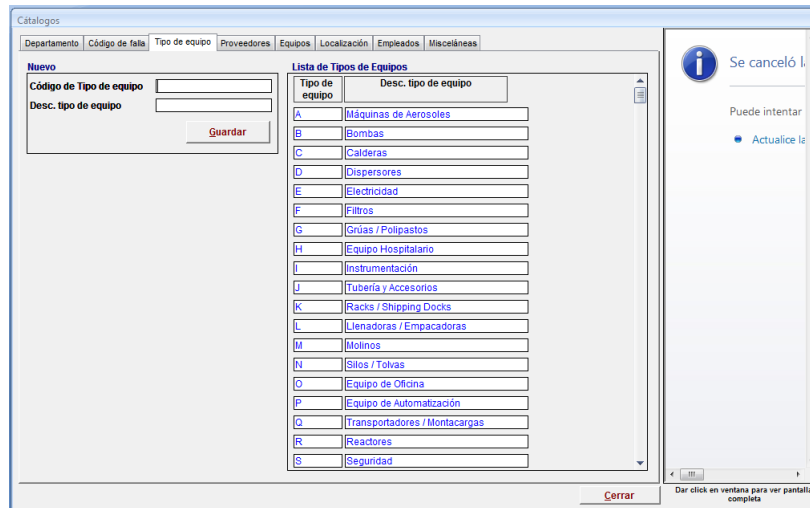
Fuente: elaboración propia, empleando CWorks Basic.

Figura 47. Catálogo de departamentos en el software CMMS



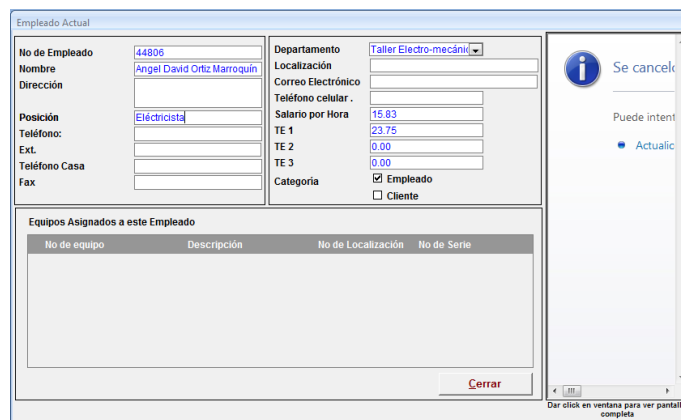
Fuente: elaboración propia, empleando CWorks Basic.

Figura 48. Lista de tipo de equipo en el software CMMS



Fuente: elaboración propia, empleando CWorks Basic.

Figura 49. Datos cargados de un empleado en el software CMMS



Fuente: elaboración propia, empleando CWorks Basic.

Figura 50. Listado de OT generadas en el software CMMS

No de OT	Tipo de OT	Estado del trabajo	No de equipo	Descripción del trabajo
000000724	Manual de Prevención	Abierta	C1210-01	Cambio de filtro de Caldera Cidori P.
000000723	Manual de Prevención	Abierta	M142-07	Engrasado de molino Nietsch No P.
000000722	Manual de Prevención	Abierta	M142-06	Engrasado de molino Nietsch No P.
000000721	Manual de Prevención	Abierta	M142-05	Engrasado de molino Nietsch No P.
000000720	Proyectos	Abierta	E816-01	Ajuste del voltaje de los transform P.
000000719	Correctivo	Abierta	Q143-01	Cambio de llantas posteriores a l P.
000000718	Correctivo	Abierta	Q101-01	Cambio de llantas posteriores a l P.
000000717	Correctivo	Abierta	Q88-01	Cambio de llantas posteriores a l P.
000000716	Manual de Prevención	Abierta	Q85-01	MP 200 horas al Montacargas XIL P.
000000715	Manual de Prevención	Abierta	JSUP-02	Sanitizar la red de tubería de agua P.
000000714	Avería / Falla	Abierta		Cambio de flange en Planta de Tr P.
000000708	Manual de Prevención	Abierta	JSUP-03	Inspección y cambio de válvulas c P.
000000707	Manual de Prevención	Abierta	QSUP-01	Mantenimiento preventivo de 200 P.
000000692	Proyectos	Abierta		Instalación de tubería para solveni P.
000000691	Manual de Prevención	Abierta	BD87-03	Inspección y reparación de frenos P.
000000680	Proyectos	Abierta	C1211-01	Revisión del calentador de búnke P.

No de Regit: 29

Búsqueda Avanzada

Tipo de OT:   Descripción del trabajo:   
 Estado de OT:   Descripción:   
 Oficio:   No de tarea:   
 No de OT:   Código de Instrucción:   
 Solicitante:   Fecha de recibo:  A  M   
 No de equipo:   Fecha prog. de inicio:  A  M   
 Prioridad de OT:   Fecha de término:  A  M   
 Código de falla:   Fecha prog. de inicio de MP:  A  M

Dar click en ventana para ver pantalla completa

Fuente: elaboración propia, empleando CWorks Basic.

Figura 51. Ejemplo de una OT almacenada en CWorks

Orden de Trabajo

Orden de Trabajo

No de OT: 000000716 Fecha / Hora de solicitud: 11/04/2017 15:27:05 Estado de OT: Abierta

Descripción del trabajo: MP 200 horas al Montacargas XILIN GLP Refinado LTX (Hector)

Asignado a: Brayán Pineda Tipo de OT: Manual de Prevención

Fecha / Hora requerida: 12/04/2017 12:00 Prioridad: Normal

No de tarea: 000041 Código de Instrucción: Q0005

MP 200 hrs Montacargas Q85-01  
MP 200 horas de Montacargas

**Empleados/ Solicitantes**

No de Empleado: Paul Morales  
Teléfono: 79553459  
Fax:  
Teléfono celular:  
Correo electrónico: paul.morales@gruposolid

**Equipo/ Localización**

No de Localización: 08-05 Refinado Látex  
No de equipo: Q85-01 Montacargas de GLP  
Estado: Activo Tipo de garantía: Garantía  
Fecha de vencimiento de garantía:

Notas para el Técnico: Equipo: Filtro de aceite: FRAM PH2825 6 WX 51034 // Aceite de motor: 20W50 // Localización:

Creado por: Paul Morales Oficio: Mecánico-Eléctrico

Dar click en ventana para ver pantalla completa

Fuente: elaboración propia, empleando CWorks Basic.

En la figura 52 se observan los datos detallados que son necesarios para generar una OT para un mantenimiento preventivo de un montacargas de GLP. Lo que se puede destacar es: el servicio se basa en las horas de trabajo que lleva el equipo, se adjunta una lista de instrucciones de las acciones preventivas que debe ejecutar el técnico encargado (ver el siguiente inciso para más detalles), se para la OT con el código único de identificación del montacargas, la OT se autonumera con un correlativo para control interno, se define el tipo de trabajo, se establece el tipo de OT y el técnico asignado para realizar la tarea de mantenimiento.

A continuación, se presenta la OT en formato listo para imprimir de la misma orden de la cual se habló en el párrafo anterior. Se observa los datos alimentados por la base de datos y las casillas que debe rellenar el técnico para poder entregar y dar por cerrada la OT.



Figura 52. Formato de OT generada por CWorks

Orden de Trabajo							
<b>No de OT : 000000716</b>				Oficio : <b>Mecánico-Eléctrico</b>			
Estado : <b>Abierta</b>				Tipo de OT: <b>Manual de Prevención</b>			
				Prioridad <b>Normal</b>			
Creado por: <b>Paul Morales</b>				Asignado a: <b>Brayan Pineda</b>			
Fecha / Hora de solicitud: <b>11/04/2017 15:27:05</b>				Solicitante: <b>Paul Morales</b>			
Fecha / Hora requerida : <b>12/04/2017 12:00:00</b>				Teléfono oficina <b>7953459</b>			
Fecha prog. de inicio de MP:				Fecha prog. de término MP:			
Descripción del trabajo <b>MP 200 horas al Montacargas XILIN GLP Refinado LTX (Hector).</b>							
Notas para técnico (Equipo) <b>Filtro de aceite: FRAM PH2825 ó WIX 51034 // Aceite de motor: 20W50 // Llantas posteriores:</b>		Notas para técnico (Localización)					
Código de falla -		Código de Instrucción <b>Q0005</b>					
No de equipo: <b>Q85-01</b>		No de Localización: <b>08-05</b>					
Descripción : <b>Montacargas de GLP</b>		Descripción : <b>Refinado Látex</b>					
Descripción de Código de falla							
Acción realizada							
Prevención tomada							
Respuesta por:				Fecha/ Hora de Respuesta:			
Detalles de Piezas y MO							
No de artículo	Descripción	Tipo (D/ I)	UDM	Cant.usada	Cant.devuelta		
** D =Cargo Directo , I = Inventario							
Nombre	No de empleado	Fecha / Hora de inicio:	Fecha / Hora de término	Normal	TE 1	TE 2	TE 3
Fecha / Hora de inicio:			Fecha:	Hora:			
Fecha / Hora de término:			Fecha:	Hora:			
Certificación de Realización de OT							
Nombre y firma de técnico o ingeniero				Nombre y firma de solicitante			
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
Nombre	Firma	Nombre	Firma				
Fecha	Hora:	Fecha	Hora:				
<b>Evaluación de trabajo :-</b> 1. Muy Malo   2. Malo   3.Bueno   4. Muy bueno   5.Excelente							
Ruta de archivo anexo							
Procedimiento de Instrucción <b>Q0005</b>				Horas Estimadas <b>1.25</b>			

CWORKS Sistema de Gestión de Mantenimiento

Derechos de Copyright Clueword Dotcom Sdn Bhd

Fuente: elaboración propia, empleando CWorks Basic.

#### **2.5.4. Elaboración de instrucciones genéricas para preventivos e inspecciones**

Una forma de evitar que se omitan pasos en un preventivo, se realicen malas prácticas de mantenimiento o se pierdan soluciones aprendidas por ensayo-error, es documentando los procedimientos en instrucciones genéricas. Dichas instrucciones se pueden interpretar en acciones preventivas y en rutas de inspección, siguiendo formatos normalizados por la empresa, recomendaciones del fabricante, limitaciones locales y criterio profesional.

Se les llama instrucciones genéricas porque tratan de generalizar y abarcar a los activos que comparten características comunes, funciones similares o construcción mecánica análoga. Por ejemplo, los montacargas de GLP requieren un mantenimiento preventivo similar a los montacargas de diésel, con pequeñas variaciones con respecto a los aceites a usar y los tipos de filtro. Al trabajar con instrucciones genéricas se facilita la labor del encargado de mantenimiento para generar las OT de preventivos, simplificando y reduciendo el número de instructivos, las entradas en la base de datos y el ejercicio de parrear preventivos-equipos.

Usando el *software* de CMMS, CWorks Basic se empezó a generar las instrucciones genéricas para los equipos más críticos de la empresa, se habla de montacargas, compresores, dispersores, entre otros. Algunos activos cuentan con manual de operación y mantenimiento, pero algunos otros no tienen documentación o se extraviaron sus manuales, de este modo se hace necesario recurrir a entrevistas estructuradas con los técnicos, revisión de bibliografía web, consultas a proveedores y la intuición del epesista.

En las figuras 53 y 54, se muestran las instrucciones adjuntas a una OT impresa vía CWorks. Dicho listado de instrucciones, incluye el procedimiento para proveerle un correcto mantenimiento preventivo a un montacargas Xilin, correspondiendo a tres modelos que trabajan en la planta: FD20, FD30 y FGY25. La construcción mecánica de los montacargas, aun siendo diferentes modelos, es bastante similar; de tal modo, es posible simplificar en una única instrucción genérica la información del servicio para 200 horas.

Figura 53. Instructivo para preventivo de 200 h de montacargas, p. 1

<b>Orden de Trabajo</b>	
<b>No de OT : 000000716</b>	Oficio : <b>Mecánico-Eléctrico</b>
Estado : <b>Abierta</b>	Tipo de OT: <b>Manual de Prevención</b>
	Prioridad <b>Normal</b>
Código de Instrucción <b>MP 200 horas de Montacargas</b>	
<p>Descripción de Instrucción: <b>MATERIALES:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grasa EP 2 Multipropósito</li> <li>2. Filtro de aceite (según modelo de montacargas)</li> <li>3. Waípe</li> <li>4. Líquido de frenos (si fuera necesario)</li> <li>5. Aceite para transmisión (según modelo de montacargas y si fuera necesario)</li> <li>6. Aceite para motor (según modelo de montacargas)</li> </ol> <p><b>PROCEDIMIENTO:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revise el estado del chasis y el cuerpo y busque rayones, abolladuras o golpes.</li> <li>2. Revise el estado de las luces altas, bajas e intermitentes.</li> <li>3. Revise el estado del asiento y el cinturón de seguridad.</li> <li>4. Revise el estado de las llantas.</li> <li>5. Revise el nivel del agua del radiador.             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. Use un waípe para quitar la tapa del radiador, aleje el rostro por peligro de vapor de agua</li> <li>5.2. Agregar agua hasta la marca, si fuera necesario.</li> </ol> </li> <li>6. Revise el nivel de aceite del motor.             <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1. Las cuchillas del montacargas deben estar abajo.</li> <li>6.2. El motor debe estar apagado y debe enfriarse.</li> <li>6.3. Drene el aceite de motor usado sobre un recipiente apropiado.</li> <li>6.4. Retire el filtro de aceite de motor usando un sacafiltro.</li> <li>6.5. Cambie el filtro de aceite de motor.</li> <li>6.6. Limpie el aceite derramado usando aserrín y luego descarte el resto de aceite en el tonel especial para aceite usado.</li> </ol> </li> <li>7. Revise el nivel del líquido de frenos.             <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1. El nivel del líquido de frenos debe estar entre las dos costuras del depósito.</li> <li>7.2. El líquido de frenos es dañino para la salud, evite el contacto con la piel.</li> </ol> </li> <li>8. Revise el nivel de electrolito de la batería.             <ol style="list-style-type: none"> <li>8.1. El nivel del electrolito debe estar entre la marca superior e inferior.</li> <li>8.2. Agregue agua limpia si fuera necesario.</li> </ol> </li> <li>9. Revise el nivel del aceite de transmisión.             <ol style="list-style-type: none"> <li>9.1. Abra la tapadera y quite la varilla</li> <li>9.2. Revise la varilla y que el nivel de aceite de transmisión este en la marca.</li> </ol> </li> <li>10. Revise el aceite de la torre (sistema de levantado).             <ol style="list-style-type: none"> <li>10.1. El nivel de aceite debe estar entre las 2 marcas.</li> </ol> </li> <li>11. Revise el funcionamiento de la pantalla (display).             <ol style="list-style-type: none"> <li>11.1. Revise que funcione el horómetro, el indicador de la temperatura de agua, el indicador de temperatura de aceite, etc.</li> <li>11.2. Anote la lectura del horómetro.</li> <li>11.3. Verifique que no esté encendida ninguna señal de alerta en la pantalla.</li> </ol> </li> <li>12. Revise el funcionamiento de la bocina.</li> <li>13. Revise que funcione la torre.             <ol style="list-style-type: none"> <li>13.1. Levante las cuchillas y revise que funcione bien.</li> <li>13.2. Realice el movimiento para inclinar la torre y revise que funcione</li> </ol> </li> </ol>	

CWORKS Sistema de Gestión de Mantenimiento

Derechos de Copyright Clueword Datam Sdn Bhd

Fuente: elaboración propia, empleando CWorks Basic.

Figura 54. Instructivo para preventivo de 200 h de montacargas, p. 2

<b>Orden de Trabajo</b>	
<b>No de OT : 000000716</b>	Oficio : <b>Mecánico-Eléctrico</b>
Estado : <b>Abierta</b>	Tipo de OT: <b>Manual de Prevención</b>
	Prioridad <b>Normal</b>
<p>bien.</p> <p><b>14. Revise el estado de la torre y las cuchillas.</b></p> <p><b>14.1. Inspeccione que no haya rajaduras y daño en las cuchillas.</b></p> <p><b>14.2. Verifique que no haya fugas de aceite en los cilindros y en la tubería.</b></p> <p><b>14.3. Revise que los rodillos de la torre roten correctamente.</b></p> <p><b>14.4. Revise que la torre no esté rajada, doblada o golpeada.</b></p> <p><b>15. Revise la tensión de la cadena para levantar la torre.</b></p> <p><b>15.1. Levante las cuchillas de 10 a 15 cms del suelo en forma totalmente vertical.</b></p> <p><b>15.2. Usando su dedo pulgar, revise que la tensión de las cadenas sea la adecuada.</b></p> <p><b>15.3. La tensión en ambas cadenas (lado derecho y lado izquierdo) debe ser igual.</b></p> <p><b>15.4. Si fuera necesario, ajuste la tensión usando las tuercas.</b></p> <p><b>16. Engrase la torre del montacargas.</b></p> <p><b>16.1. Limpie las cadenas y la torre, removiendo la grasa vieja</b></p> <p><b>16.2. Tome un poco de grasa a base de litio (EP 2 Multipropósito)</b></p> <p><b>16.3. Engrase las poleas de la torre.</b></p> <p><b>16.4. Engrase las partes donde las poleas entran en contacto con la torre.</b></p> <p><b>17. Revise el color del humo, debe ser casi sin-color.</b></p> <p><b>18. Revise la caja de fusible, que ningún fusible esté quemado.</b></p> <p><b>19. Revise el filtro de aire y soplételo.</b></p>	

Fuente: elaboración propia, empleando CWorks Basic.

Asimismo, en el listado se incluyen actividades de prevención, como remplazo de filtro de aceite, remplazo de aceite de motor y limpieza y engrase de torre; actividades de inspección, como estado de llantas, luces, freno y filtro de aire; y en ocasiones especiales se adjuntan acciones correctivas, a saber, remplazo de luces quemadas, cambio de llantas o limpieza del radiador.

De igual forma, se elaboraron las instrucciones genéricas para otros equipos de la planta. A continuación, se muestran ejemplos de las instrucciones genéricas elaboradas para diversos activos industriales de Planta Superbia:

Tabla XXII. **Mantenimiento de 6 000 h compresor de tornillo**

<b>MATERIALES</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aceite para compresor.</li> <li>2. Estera del filtro.</li> <li>3. Estera del filtro AM 235P.</li> <li>4. Filtro de aceite.</li> <li>5. Cartucho filtrante aire.</li> <li>6. Cartucho separador de aceite.</li> <li>7. Trapo industrial.</li> <li>8. Cemento de contacto.</li> </ol>
<b>HERRAMIENTAS Y EPP</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guantes.</li> <li>2. Destornilladores.</li> <li>3. Espátula.</li> </ol>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desenergizar el equipo.             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Informar al personal del área de resinas del paro del equipo.</li> </ol> </li> <li>2. Cambiar el filtro de aceite.</li> <li>3. Cambiar el cartucho filtrante de aire.</li> <li>4. Cambiar el cartucho separador de aceite.</li> <li>5. Cambiar el aceite del compresor.             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. Drenar el aceite usado.</li> <li>5.2. Agregar la cantidad necesaria de aceite (5 gal para el modelo ASD30 y 3 gal para el modelo AS20T).</li> </ol> </li> <li>6. Cambiar las esteras del compresor.             <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1. Quitar las esteras usadas y colocar las nuevas.</li> <li>6.2. Usar cemento de contacto donde sea necesario.</li> </ol> </li> <li>7. Energizar el equipo.             <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1. Poner en funcionamiento el equipo.</li> </ol> </li> <li>8. Resetear las horas del servicio de mantenimiento en el programa del compresor.             <ol style="list-style-type: none"> <li>8.1. El equipo cuenta con 3 horómetros: núm. 0 horas totales del equipo, núm. 1 horas de carga y núm. 2 horas de servicio.</li> <li>8.2. Posicionar el cursor en el horómetro núm. 2.</li> <li>8.3. Mantener presionado ENTER durante 5 segundos.</li> <li>8.4. Ingresar la contraseña BASIC.</li> <li>8.5. Configurar en 2 000 horas y presionar ENTER.</li> <li>8.6. El horómetro núm. 2 empezará a contar en forma descendente.</li> </ol> </li> </ol>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXIII. **Mantenimiento trimestral molino horizontal**

<b>MATERIALES</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Engrasadora.</li> <li>2. Grasa EP 2 alta temperatura.</li> </ol>
<b>HERRAMIENTAS Y EPP</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guates de cuero o poliuretano.</li> </ol>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desenergizar y bloquear el equipo.             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Quitar la llave al estar oprimido el pulsador de "Parada de Emergencia".</li> </ol> </li> <li>2. Reengrasar los racores de engrase.             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Usar de 2 ó 3 golpes de la engrasadora con grasa EP 2.</li> </ol> </li> <li>3. Lubricar el orificio de engrasado (grasera) del engranaje del variador de velocidad.             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Usar de 2 ó 3 golpes de la engrasadora con grasa EP 2.</li> </ol> </li> <li>4. Comprobar los mecanismos de control operacional.             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Reduzca el valor de ajuste para comprobar el manómetro de contacto y termómetro de contacto.</li> <li>4.2. Regular la válvula reductora de presión a la posición de partida (únicamente estando el recipiente de la molienda sin presión) se simula una caída de la presión en el sistema de presión de refrigeración, para comprobar el control de la presión de refrigeración.</li> <li>4.3. Tirar del contacto de clavija eléctrico para simular una caída del nivel del líquido y comprobar el interruptor de nivel del líquido de refrigeración.</li> <li>4.4. En caso de fallo de alguna función debe detenerse la máquina y reportarlo.</li> </ol> </li> </ol>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXIV. **Mantenimiento anual molino horizontal**

<b>MATERIALES</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arena para molino</li> <li>2. Una cubeta de solvente</li> <li>3. <i>Ratch</i> y copas</li> </ol>
<b>HERRAMIENTAS Y EPP</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guantes de poliuretano.</li> <li>2. Lentes de seguridad.</li> <li>3. Desarmadores.</li> <li>5. Una cubeta vacía.</li> <li>6. Una pesa (para pesar la arena).</li> <li>7. Tamiz de <i>mesh</i> 400 (0.4 mm).</li> <li>8. Brocha de 1-1/2 o 2 pulgadas.</li> </ol>

Continuación de la tabla XXIV.

PROCEDIMIENTO	
	1. Desenergizar y bloquear el equipo.
	2. Sacar la mayor cantidad de arena (perlas) por medio de la válvula del vaso. 2.1. Vaciar la arena en la bandeja respectiva.
	3. Desmontar la cámara de molienda (vaso).
	4. Revisar el estado del empaque y de los dados. 4.1. Buscar indicios de daño o partes deterioradas. 4.2. Reportar cualquier anomalía.
	5. Limpiar la cámara de molienda. 5.1. Usar brocha y solvente. 5.2. Usar guantes de poliuretano. 5.3. Colocar en la bandeja la arena extraída.
	6. Tamizar toda la arena extraída. 6.1. Tarar la cubeta a usar (pesar la cubeta en una pesa). 6.2. Usar el tamiz de <i>mesh</i> 400. 6.3. Desechar la arena que pase el tamiz. 6.4. Separar en una cubeta la arena que no pasa el tamiz (esta es la arena que se conserva y luego solo se ajusta). 6.5. Pesar la arena en la cubeta.
	7. Lavar toda la arena recuperada de la cámara de molienda. 7.1. Colocar la arena recuperada en una cubeta. 7.2. Lavar la arena recuperada con solvente. 7.3. Dejar la arena recuperada en remojo. 7.4. Dejar que la arena se seque pues el solvente se evapora.
	8. Pesar la arena recuperada. 8.1. Pesar la arena con cubeta. 8.2. Restar al peso obtenido la tara de la cubeta. 8.3. Comparar el peso resultante con la cantidad de arena que necesita la cámara de molienda (vaso del molino). --- Para el molino de 25 litros debería tener 76 kg --- Para el molino de 10 litros debería tener 30,4 kg
	9. Ajustar la arena recuperada con arena nueva hasta llegar al peso deseado. 9.1. Calcular la diferencia entre la arena recuperada y la arena que necesita el molino. 9.2. Tarar el recipiente a usar para pesar la nueva arena. 9.3. Agregar arena al recipiente hasta la medida deseada.
	10. Montar la cámara de molienda. 10.1. Cargar la arena por el conducto apropiado.
	11. Energizar el equipo. 11.1. Verificar los niveles de refrigerante, glicerina, la temperatura del refrigerante y la presión de aire comprimido. 11.2. Entregar el equipo al operario o encargado del área

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.



Tabla XXV. **Mantenimiento mensual bomba de diafragma**

<b>MATERIALES</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kit húmedo para bomba de diafragma.</li> <li>2. Cinta de teflón.</li> <li>3. Pacha de silicón.</li> </ol>
<b>HERRAMIENTAS Y EPP</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Ratch</i> y copas.</li> <li>2. Kit de Llaves de tuercas.</li> <li>3. Guantes de poliuretano.</li> <li>4. Lentes de seguridad.</li> </ol>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparar el equipo para el mantenimiento.             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Desconectar de la red de aire comprimido.</li> <li>1.2. Desconectar las mangueras.</li> </ol> </li> <li>2. Transportar el equipo al taller electromecánico.</li> <li>3. Desarmar y limpiar la bomba de diafragma.</li> <li>4. Revisar el estado de las abrazaderas que no estén muy abiertas y chequear que se ajusten bien cuando se aprietan.             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Verificar el estado de los asientos en donde descansa la bola de teflón.</li> <li>4.2. Verificar el estado de las bolas de teflón.</li> <li>4.3. Verificar el estado de los <i>o-rings</i>.</li> <li>4.4. Si alguno de los elementos está dañado se debe reemplazar.</li> </ol> </li> <li>5. Revisar el estado de los diafragmas.             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. Reemplazar si fuera necesario.</li> </ol> </li> <li>6. Revisar el estado del eje.             <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1. Verificar que no hallan desgaste ni rayones.</li> <li>6.2. Verificar que se ajuste bien el eje en su posición (si se desliza fácilmente está dañado).</li> </ol> </li> <li>6. Revisar la unidad de mantenimiento (si está presente).</li> <li>7. Armar la bomba de diafragma.             <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1. Revisar el estado de las abrazaderas que no estén muy abiertas y chequear que se ajusten bien cuando se aprietan.</li> </ol> </li> <li>8. Transportar la bomba a su lugar.</li> <li>9. Entregar la bomba lista para arrancar.             <ol style="list-style-type: none"> <li>9.1. Conectar las mangueras.</li> <li>9.2. Conectar a la red de aire comprimido.</li> <li>9.3. Solicitar al operario que reporte cualquier anomalía de la bomba cuando esté en funcionamiento.</li> </ol> </li> </ol>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXVI. **Mantenimiento mensual envasadora**

<b>MATERIALES</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estopa teflonada o asbestada.</li> <li>2. Lija 80.</li> </ol>
<b>HERRAMIENTAS Y EPP</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Ratch</i> y copas.</li> <li>2. Kit de Llaves de tuercas.</li> <li>3. Guantes de cuero.</li> <li>4. Lentes de seguridad.</li> <li>5. Martillo.</li> <li>6. Mopa eléctrica.</li> </ol>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparar el equipo para el mantenimiento.             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Desenergizar la envasadora.</li> <li>1.2. Desconectar de la red de aire comprimido.</li> <li>1.3. Desconectar las mangueras de aire comprimido.</li> <li>1.4. Desconectar el depósito para alimentación de pintura.</li> </ol> </li> <li>2. Transportar el equipo al taller electromecánico.</li> <li>3. Desarmar el émbolo y la boquilla.</li> <li>4. Cambiar la estopa del brazo hidráulico             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Cambiar estopa de brazo que abre la compuerta (placa) para el llenado de los galones.</li> <li>4.2. Usar estopa teflonada o asbestada.</li> <li>4.3. Usar estopa de 1/4".</li> </ol> </li> <li>5. Cambiar la estopa del émbolo             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. Usar estopa teflonada o asbestada.</li> <li>5.2. Grosos de estopa según envasadora.</li> </ol> </li> <li>6. Pulir el cilindro con mopa eléctrica y lija 80.</li> <li>7. Armar el émbolo y la boquilla.</li> <li>8. Comprobar el funcionamiento del equipo.             <ol style="list-style-type: none"> <li>8.1 Transportar el equipo al domo 16: Aerosoles.</li> <li>8.2. Conectar el equipo a la red de aire comprimido.</li> <li>8.3. Energizar el equipo.</li> <li>8.4. Arrancar el equipo y realizar pruebas.</li> <li>8.5. Desconectar el equipo de la red aire comprimido.</li> <li>8.6. Desenergizar el equipo.</li> </ol> </li> <li>9. Transportar el equipo al área de envase, domo 8: alto volumen.</li> <li>10. Entregar el equipo listo para su arranque.             <ol style="list-style-type: none"> <li>10.1. Conectar el depósito para alimentación de pintura.</li> <li>10.2. Conectar las mangueras de aire comprimido.</li> <li>10.3. Conectar a la red de aire comprimido.</li> <li>10.4. Energizar la envasadora.</li> </ol> </li> </ol>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXVII. **Mantenimiento de 1 200 h montacargas**

<p><b>MATERIALES</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grasa EP 2 multipropósito.</li> <li>2. Filtro de aceite (según modelo de montacargas).</li> <li>3. Trapo industrial.</li> <li>4. Líquido de frenos (si fuera necesario).</li> <li>5. Aceite para transmisión.</li> <li>6. Aceite para motor (según modelo de montacargas).</li> <li>7. Aceite hidráulica.</li> <li>8. Filtro de aceite hidráulico.</li> <li>9. Filtro de aceite diferencial.</li> <li>10. Filtro de aire.</li> <li>11. Aserrín.</li> </ol>
<p><b>HERRAMIENTAS Y EPP</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guantes.</li> <li>2. Destornilladores.</li> <li>3. Sacafiltro.</li> <li>4. Recipiente para el aceite usado.</li> <li>5. Kit de llaves de tuercas.</li> <li>6. Gafas de seguridad.</li> </ol>
<p><b>PROCEDIMIENTO</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisar el estado del chasis y el cuerpo y busque rayones, abolladuras o golpes.</li> <li>2. Revisar el estado de las luces altas, bajas e intermitentes.</li> <li>3. Revisar el estado del asiento y el cinturón de seguridad.</li> <li>4. Revisar el estado de las llantas.</li> <li>5. Revisar el nivel del agua del radiador.             <ol style="list-style-type: none"> <li>5.1. Usar un trapo industrial para quitar la tapa del radiador, aleje el rostro por peligro de vapor de agua</li> <li>5.2. Agregar agua hasta la marca, si fuera necesario.</li> </ol> </li> <li>6. Revisar el nivel de aceite del motor.             <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1. Las cuchillas del montacargas deben estar abajo.</li> <li>6.2. El motor debe estar apagado y debe enfriarse.</li> <li>6.3. Quite la varilla y límpiela con trapo industrial y vuelva a colocarla.</li> <li>6.4. Quitar la varilla de nuevo y revise el nivel de aceite (el nivel debe estar dentro de la marca en la varilla).</li> </ol> </li> <li>7. Revisar el nivel del líquido de frenos.             <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1. El nivel del líquido de frenos debe estar entre las dos costuras del depósito.</li> <li>7.2. El líquido de frenos es dañino para la salud, evite el contacto con la piel.</li> </ol> </li> <li>8. Revise el nivel de electrolito de la batería.             <ol style="list-style-type: none"> <li>8.1. El nivel del electrolito debe estar entre la marca superior e inferior.</li> <li>8.2. Agregar agua limpia si fuera necesario.</li> </ol> </li> </ol>

Continuación de la tabla XXVII.

**PROCEDIMIENTO**

9. Revisar el nivel del aceite de transmisión.
  - 9.1. Abrir la tapadera y quite la varilla
  - 9.2. Revisar la varilla y que el nivel de aceite de transmisión este en la marca.
  
10. Revisar el aceite de la torre (sistema de levantado).
  - 10.1. El nivel de aceite debe estar entre las 2 marcas.
  
11. Revisar el funcionamiento de la pantalla (display).
  - 11.1. Revisar que funcione el horómetro, el indicador de la temperatura de agua, el indicador de temperatura de aceite, entre otros.
  - 11.2. Anotar la lectura del horómetro.
  - 11.3. Verificar que no esté encendida ninguna señal de alerta en la pantalla.
  
12. Revisar el funcionamiento de la bocina.
  
13. Revisar que funcione la torre.
  - 13.1. Levantar las cuchillas y revisar que funcione bien.
  - 13.2. Realizar el movimiento para inclinar la torre y revisar que funcione bien.
  
14. Revisar el estado de la torre y las cuchillas.
  - 14.1. Inspeccionar que no haya rajaduras y daño en las cuchillas.
  - 14.2. Verificar que no haya fugas de aceite en los cilindros y en la tubería.
  - 14.3. Revisar que los rodillos de la torre roten correctamente.
  - 14.4. Revisar que la torre no esté rajada, doblada o golpeada.
  
15. Revisar la tensión de la cadena para levantar la torre.
  - 15.1. Levantar las cuchillas de 10 a 15 cm del suelo en forma totalmente vertical.
  - 15.2. Usando su dedo pulgar, revisar que la tensión de las cadenas sea la adecuada.
  - 15.3. La tensión en ambas cadenas (lado derecho y lado izquierdo) debe ser igual.
  - 15.4. Si fuera necesario, ajustar la tensión usando las tuercas.
  
16. Engrasar la torre del montacargas.
  - 16.1. Limpiar las cadenas y la torre, removiendo la grasa vieja
  - 16.2. Tomar un poco de grasa a base de litio (grasa café)
  - 16.3. Engrasar las poleas de la torre.
  - 16.4. Engrasar las partes donde las poleas entran en contacto con la torre.
  
17. Revisar el color del humo, debe ser casi sin-color.
  
18. Revisar la caja de fusible, que el fusible no esté quemado.
  
19. Revisar y cambie el filtro de aceite.
  - 19.1. Usar el sacafiltro para extraer el filtro.

Continuación de la tabla XXVII.

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<p>20. Cambiar el filtro de aire.                  20.1. Limpiar con aire comprimido el contenedor.                  20.1. Reemplazar el filtro.</p> <p>21. Cambiar el filtro del motor.</p> <p>22. Cambiar el aceite hidráulico.</p> <p>23. Cambiar el filtro de aceite de caja automática.</p> <p>24. Cambiar el aceite diferencial.</p>
----------------------	--

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Tabla XXVIII. Mantenimiento anual motorreductor bomba de tornillo**

<b>MATERIALES</b>	<p>1. Trapo industrial.                  2. Líquido dieléctrico.                  3. Barniz para embobinado.                  4. Cojinetes 6309 ZZ y 6209 ZZ.                  5. Aceite VG 220.</p>
<b>HERRAMIENTAS Y EPP</b>	<p>1. Llave de tuercas.                  2. <i>Ratch</i>.                  3. Guantes de cuero.                  4. Lentes protectores.                  5. Carretilla / Montacargas.</p>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<p>1. Informar a los trabajadores del área sobre el trabajo (si hubiera turno).                  1.1. Avisar al encargado del área de <i>Slurries</i>.                  1.2. Avisar a los operarios de <i>Scholds</i>.</p> <p>2. Desenergizar y bloquear el equipo.                  2.1. Desenergizar en el panel el equipo.</p> <p>3. Desmontar el motor eléctrico.                  3.1. Desconectar los cables de alimentación.                  3.2. Desacoplar el motor de la caja reductora.</p> <p>4. Desmontar la caja reductora.                  4.1. Cuidar los derrames de aceite.                  4.2. Desatornillar los pernos de fijación.</p> <p>5. Transportar en carretilla o en montacargas el equipo al taller.</p> <p>6. Desarmar y revisar el estado del embobinado del motor eléctrico.                  6.1. Limpiar el motor con líquido dieléctrico.                  6.2. Barnizar el embobinado.</p>

Continuación de la tabla XXVIII.

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<p>7. Cambiar los cojinetes del motor eléctrico.</p> <p>8. Armar el motor eléctrico.</p> <p>9. Cambiar el aceite de la caja reductora.</p> <p>9.1. Cuidar la limpieza y desechar adecuadamente el aceite quemado.</p> <p>9.2. Usar aceite VG 220.</p> <p>9.3. Realizar una inspección rápida si hay componentes dañados en la caja reductora (no la tiene que desarmar).</p> <p>10. Transportar el equipo al área de producción correspondiente.</p> <p>10.1. Usar un montacargas o carretilla para el transporte.</p> <p>10.2. Evitar los derrames de aceite.</p> <p>11. Montar el equipo completo (motor eléctrico y caja reductora).</p> <p>12. Realice pruebas de funcionamiento.</p> <p>12.1. Energizar y activar las protecciones del equipo.</p> <p>12.2. Revisar el consumo de amperaje del equipo y que no exceda los amperios dados en placa.</p> <p>13. Reportar la entrega del equipo.</p> <p>13.1. Informar al líder del área o al encargado en defecto.</p> <p>13.2. Informar a su supervisor, al jefe o al gerente de manto.</p>
----------------------	---

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Tabla XXIX. Mantenimiento mensual dispensor**

<b>MATERIALES</b>	<p>1. Llave de tuercas.</p> <p>2. Desarmadores.</p> <p>3. <i>Ratch</i> y copas.</p> <p>4. Aceite hidráulico.</p> <p>5. Grasa para alta temperatura.</p>
<b>HERRAMIENTAS Y EPP</b>	<p>1. Guantes de cuero.</p> <p>2. Gafas protectoras.</p> <p>3. Kit de llaves de tuercas.</p> <p>4. Engrasadora (pistola para grasa).</p>
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<p>1. Desenergizar el equipo.</p> <p>1.1. Bajar el contactor del equipo.</p> <p>2. Quitar la tapadera del sistema de tracción (poleas y fajas).</p> <p>3. Revisar el estado y la tensión de las fajas.</p>

Continuación de la tabla XXIX.

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<p>4. Usando grasa de alta temperatura, engrasar los rodamientos (chumaceras, cojinetes, buje y cuña-cuñero).</p> <p>4.1. Engrasar la polea.</p> <p>4.2. Engrasar el eje.</p> <p>4.3. Engrasar otros elementos de rodamiento.</p> <p>5. Colocar de nuevo la tapadera del dispersor.</p> <p>5.1. Revisar que los tornillos queden ajustados y estén completos.</p> <p>6. Realizar pruebas de funcionamiento.</p> <p>6.1. Reportar cualquier anomalía o ruido inusual.</p> <p>7. Entregar el equipo al encargado del área.</p>
----------------------	--

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXX. **Mantenimiento trimestral de equipo A/C**

<b>MATERIALES</b>	n/a
<b>HERRAMIENTAS Y EPP</b>	n/a
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<p>* El trabajo se subcontrata para facilitar el servicio al A/C.</p> <p>1. Limpiar el equipo.</p> <p>2. Revisar y nivelar el líquido refrigerante.</p> <p>3. Revisar el estado de los componentes eléctricos.</p> <p>4. Inspeccionar el estado de tubería y del compresor.</p> <p>5. Inspeccionar que no hallan fugas.</p> <p>6. Verificar el funcionamiento correcto del A/C.</p> <p>7. Entregar el equipo al área respectiva y reportar los hallazgos a la of. de mantenimiento.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Encima, se crearon las rutas de inspección para complementar los trabajos preventivos. En este sentido, las inspecciones permiten detectar problemas mecánicos, eléctricos o de otro tipo antes que empeoren y se transformen en averías. Además, las inspecciones ofrecen otros beneficios como:

- Prever mejor los repuestos o suministros necesarios para la reparación.
- Programar el paro del equipo en mutuo acuerdo con producción.
- Estimar los costos de reparación y presupuestarlos.
- Alimentar la base de datos del *CMMS*.
- Mejorar el indicador preventivos vs correctivos.
- Garantizar en bodega los materiales y herramientas necesarios.

En definitiva, las rutinas de inspección tienen el propósito de planear tareas de mantenimiento preventivo que se puedan realizar en pocos minutos, donde los resultados o problemas localizados en las inspecciones se convierten en tareas pendientes para la semana.


Para organizar las inspecciones se usó un formato a manera de lista de cotejo, especificando las tareas necesarias para cada activo industrial y organizándolas según la localización de estos. Cada tarea se basa en manuales, experiencia de los mecánicos y la intuición profesional, seleccionando las instrucciones más apropiadas, entendibles y prácticas en lo posible.

Además, las rutinas se clasificaron según la necesidad de paro o si es posible realizarlas con el equipo en funcionamiento. Aunado a lo anterior, se contemplan las instrucciones generales para que el mecánico, asignado por el supervisor de turno, pueda realizarlas de la mejor manera posible. Asimismo, se seleccionaron los activos más importantes para el proceso productivo para evitar rutinas de inspección demasiado largas y sobrecargadas para el fin de semana.



En las figuras de la 55 a la 62, se presenta un ejemplo de las tres rutinas creadas para los intereses de la empresa:

Figura 55. Rutina de inspección semanal para el área de resinas, p. 1

	<b>Rutina de inspección semanal para el área de resinas</b>	CÓDIGO <b>MAN-14-03</b>	
		VERSIÓN 3	Página: 1 de 3

*TODAS LAS PREGUNTAS DEBEN CONTESTARSE Y LLENARSE LOS ESPACIOS EN BLANCO*


Firma de inspector (a):	Semana num.:
Nombre del inspector (a):	
Firma del supervisor (a):	Iniciales del supervisor (a):
Fecha de inicio:	Hora de inicio:
Fecha de finalización:	Hora de finalización:

Tareas de inspección	
<b>Reactor num. 1</b>	<b>OK / Dato</b>
Revisar que no hallan ruidos extraños en la caja reductora	
Verificar que no hallan fugas en la prensa stopa	
Revisar el estado de los visores de reflujos y muestreo	
Revisar el estado y la lubricación de todas las unidades de mantenimiento	
Revisar la presión en las válvulas actuadas (debe ser 60psi)	
Revisar que la lámpara (reflector) funcione adecuadamente	
Verificar el estado de las juntas flexibles, sin fugas ni dobladas ni con agujeros	
Verificar que no hallan fugas en el tanque decantador	
Revisar el estado de la instalación eléctrica de los válvulas actuadas	
<b>Reactor num. 2</b>	<b>OK / Dato</b>
Revisar que no hallan ruidos extraños en la caja reductora	
Verificar que no hallan fugas en la prensa stopa	
Revisar el estado de los visores de reflujos y muestreo	
Revisar el estado y la lubricación de todas las unidades de mantenimiento	
Revisar la presión en las válvulas actuadas (debe ser 60psi)	
Revisar que la lámpara (reflector) funcione adecuadamente	
Verificar el estado de las juntas flexibles, sin fugas ni dobladas ni con agujeros	
Verificar que no hallan fugas en el tanque decantador	
Revisar el estado de la instalación eléctrica de los válvulas actuadas	

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia: 30 de enero de 2017	Departamento de mantenimiento
---------------------------------	---	--	-------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 56. Rutina de inspección semanal para el área de resinas, p. 2

	Rutina de inspección semanal para el área de resinas	CÓDIGO <b>MAN-14-03</b>	
		VERSIÓN 3	Página: 2 de 3

Reactor num. 3	OK / Dato
Revisar que no hallan ruidos extraños en la caja reductora	
Verificar que no hallan fugas en la prensa stopa	
Revisar el estado de los visores de reflujo y muestreo	
Revisar el estado y la lubricación de todas las unidades de mantenimiento	
Revisar la presión en las válvulas actuadas (debe ser 60psi)	
Revisar que la lámpara (reflector) funcione adecuadamente	
Verificar el estado de las juntas flexibles, sin fugas ni dobladas ni con agujeros	
Verificar que no hallan fugas en el tanque decantador	
Revisar el estado de la instalación eléctrica de los válvulas actuadas	

Reactor num. 4	OK / Dato
Revisar que no hallan ruidos extraños en la caja reductora	
Verificar que no hallan fugas en la prensa stopa	
Revisar el estado de los visores de reflujo y muestreo	
Revisar el estado y la lubricación de todas las unidades de mantenimiento	
Revisar la presión en las válvulas actuadas (debe ser 60psi)	
Revisar que la lámpara (reflector) funcione adecuadamente	
Verificar el estado de las juntas flexibles, sin fugas ni dobladas ni con agujeros	
Verificar que no hallan fugas en el tanque decantador	
Revisar el estado de la instalación eléctrica de los válvulas actuadas	


Reactor num. 5	OK / Dato
Revisar que no hallan ruidos extraños en la caja reductora	
Verificar que no hallan fugas en la prensa stopa	
Revisar el estado de los visores de reflujo y muestreo	
Revisar el estado y la lubricación de todas las unidades de mantenimiento	
Revisar la presión en las válvulas actuadas (debe ser 60psi)	
Revisar que la lámpara (reflector) funcione adecuadamente	
Verificar el estado de las juntas flexibles, sin fugas ni dobladas ni con agujeros	
Verificar que no hallan fugas en el tanque decantador	
Revisar el estado de la instalación eléctrica de los válvulas actuadas	

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia 30 de enero de 2017	Departamento de mantenimiento
---------------------------------	---	---	-------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 57. Rutina de inspección semanal para el área de resinas, p. 3

	Rutina de inspección semanal para el área de resinas	CÓDIGO MAN-14-03	
		VERSIÓN 3	Página: 3 de 3


<b>Caldera Ciclonik</b>	<b>OK / Dato</b>
Verificar que no hallan fugas en la bomba principal de caldera	
Revisar el estado de las manguera	
Limpia el panel de control con brocha	
Verificar que no hallan fugas en la bomba de tanque de combustible	
Verificar que no hallan fugas en la bomba de aceite térmico	
Revisar que no halla fugas en las válvulas, uniones y tubería de aceite térmico	
<b>Caldera Konus-Kessel</b>	<b>OK / Dato</b>
Revisar el estado de las manguera	
Limpia el panel de control con brocha	
Verificar que no hallan fugas en la bomba de combustible	
Verificar que no hallan fugas en la bomba de aceite térmico	
Revisar que no halla fugas en las válvulas, uniones y tubería de aceite térmico	
<b>Generador de emergencia Koller</b>	<b>OK / Dato</b>
Revisar el nivel de aceite del generador	
Revisar el nivel de diesel del generador	
<b>Motobomba de red de agua contra incendio</b>	<b>OK / Dato</b>
Revisar el nivel de agua	
Revisar el nivel de aceite y de diesel	
Apagar la bomba de enfriamiento principal, cerrar su válvula de paso y abrir válvula de alivio	
Conectar la motobomba a la red de enfriamiento y hacer pruebas, previo abrir 3 válvulas de paso	
Tomar la lectura de presión de aceite en la pantalla (display)	
Tomar la lectura de presión de agua en la pantalla (display)	
Tomar la lectura de las revoluciones por minuto (rpm) en la pantalla (display)	
Tomar la lectura del horómetro (horas de servicio) en la pantalla (display)	
Tomar la lectura de la temperatura del motor en la pantalla (display)	
Revisar que no halla fugas en las válvulas, uniones y tubería de la motobomba	
Apagar la motobomba usando su interruptor (switch)	
Regresar la configuración de válvulas para que funcione de nuevo la bomba de enfriamiento	
Encender la bomba de enfriamiento y revisar que estén las válvulas en su posición	

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia 30 de enero de 2017	Departamento de mantenimiento
---------------------------------	---	---	-------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 58. Rutina de inspección general para fin de semana, p. 1

	<b>Rutina de inspección general para fin de semana</b>	CÓDIGO <b>MAN-10-03</b>
		VERSIÓN      Página: 3                      1 de 3

TODAS LAS PREGUNTAS DEBEN CONTESTARSE Y LLENARSE LOS ESPACIOS EN BLANCO

Firma de inspector (a):	Semana núm.:
Nombre del inspector (a):	
Firma del supervisor (a):	Iniciales del supervisor (a):
Fecha de inicio:	Hora de inicio:
Fecha de finalización:	Hora de finalización:

Tareas de inspección - Domo 8	
Montacargas Xilin GLP en envase de LTX	OK / Dato
Apagar el montacargas Xilin Q86-01 si fuera necesario	
Revisar el nivel de aceite del motor	
Revisar el nivel de aceite hidráulico y de la caja automática	
Revisar el nivel del líquido de frenos	
Revisar el nivel de agua del radiador	
Arrancar el montacargas Xilin Q86-01	
Revisar el funcionamiento de las luces delanteras y traseras	
Revisar el estado y la presión de las llantas	
Tomar la lectura del horómetro (horas de servicio) digital	
Montacargas Xilin GLP en refinado de LTX	OK / Dato
Apagar el montacargas Xilin Q85-01 si fuera necesario	
Revisar el nivel de aceite del motor	
Revisar el nivel de aceite hidráulico y de la caja automática	
Revisar el nivel del líquido de frenos	
Revisar el nivel de agua del radiador	
Arrancar el montacargas Xilin Q85-01	
Revisar el funcionamiento de las luces delanteras y traseras	
Revisar el estado y la presión de las llantas	
Tomar la lectura del horómetro (horas de servicio) digital	

Elaborado por:	Revisado con:	Fecha de vigencia:	
Donal Estrada	Gerente de mantenimiento	30 de enero de 2017	Departamento de mantenimiento


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 59. Rutina de inspección general para fin de semana, p. 2

		<b>Rutina de inspección general para fin de semana</b>		CÓDIGO <b>MAN-10-03</b>	
		VERSIÓN 3	Página: 2 de 3		
<b>Envasadoras de LTX y Aceite</b>					<b>OK / Dato</b>
Revisar que no halla fugas de aire comprimido en mangueras, válvulas y émbolo					
Cargar con agua el tanque de la envasadora					
Energizar la envasadora					
Poner en funcionamiento la envasadora con el agua del tanque					
Revisar que válvula de escape rápido no tengan fugas (preste atención al ruido)					
Revisar que no halla fugas en boquilla y émbolo (normal escape de un poco de agua)					
Revisar que la válvula de aguja no funcione ni lento ni rápido (1 a 2 seg entre llenado)					
<b>Tareas de inspección - Domo 14</b>					
<b>Montacargas Xilin diésel en refinado de Industria</b>					<b>OK / Dato</b>
Apagar el montacargas Xilin Q85-01 si fuera necesario					
Revisar el nivel de aceite del motor					
Revisar el nivel de aceite hidráulico y de la caja automática					
Revisar el nivel del líquido de frenos					
Revisar el nivel de agua del radiador					
Arrancar el montacargas Xilin Q85-01					
Revisar el funcionamiento de las luces delanteras y traseras					
Revisar el estado y la presión de las llantas					
Tomar la lectura del horómetro (horas de servicio) digital					
<b>Molinos verticales (de vaso) y de canasta</b>					<b>OK / Dato</b>
El equipo debe estar energizado y funcionando para hacer la inspección					
Revisar que no hallan ruidos extraños en la canasta o en el vaso					
Revisar que el eje no tenga movimientos laterales o excéntricos al trabajar					
<b>Tareas de inspección - Resinas</b>					
<b>Compresor Kaesser</b>					<b>OK / Dato</b>
Revisar el nivel de aceite del compresor					
Abrir la válvula para liberar condensado del pulmón de aire (si hay conden. acumulado)					
Tomar la lectura del horómetro (horas de servicio con el núm. 2)					
<b>Bombas de agua de enfriamiento de reactores</b>					<b>OK / Dato</b>
Revisar que la tubería, válvulas y uniones no tengan fugas					
Elaborado por: Donal Estrada		Revisado con: Gerente de mantenimiento		Fecha de vigencia: 30 de enero de 2017	
Departamento de mantenimiento					

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 60. Rutina de inspección general para fin de semana, p. 3

	Rutina de inspección general para fin de semana	CÓDIGO MAN-10-03	
		VERSIÓN 3	Página: 3 de 3



Tareas de inspección - Taller	
<b>Sistema de agua contra incendios</b>	OK / Dato
Revisar y anotar la presión del agua en la tubería	
<b>Bombas de distribución de agua</b>	OK / Dato
Revisar que la tubería, válvulas y uniones no tengan fugas	
Tareas de inspección - Domo 10	
<b>Montacargas Xilin diésel en Despacho</b>	OK / Dato
Apagar el montacargas Xilin Q85-01 si fuera necesario	
Revisar el nivel de aceite del motor	
Revisar el nivel de aceite hidráulico y de la caja automática	
Revisar el nivel del líquido de frenos	
Revisar el nivel de agua del radiador	
Arrancar el montacargas Xilin Q85-01	
Revisar el funcionamiento de las luces delanteras y traseras	
Revisar el estado y la presión de las llantas	
Tomar la lectura del horómetro (horas de servicio) digital	
Tareas de inspección - Domo 1	
<b>Sistema de aire acondicionado (Chiller)</b>	OK / Dato
Revisar / encender el aire acondicionado	
Verificar que funcionen correctamente los 2 compresores	
Verificar el funcionamiento de las manejadoras	

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia: 30 de enero de 2017	Departamento de mantenimiento
---------------------------------	---	--	-------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 61. Rutina de inspección general para inicio de semana, p. 1

 	Rutina de inspección general para inicio de semana	CÓDIGO MAN-09-03	
		VERSIÓN 3	Página: 1 de 2

*TODAS LAS PREGUNTAS DEBEN CONTESTARSE Y LLENARSE LOS ESPACIOS EN BLANCO*

Firma de inspector (a): \_\_\_\_\_ Semana núm.: \_\_\_\_\_

Nombre del inspector (a): \_\_\_\_\_

Firma del supervisor (a): \_\_\_\_\_ Iniciales del supervisor (a): \_\_\_\_\_

Fecha de inicio: \_\_\_\_\_ Hora de inicio: \_\_\_\_\_


Fecha de finalización: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

Tareas de inspección - resinas	
<b>Compresor Kaeser</b>	<b>OK / Dato</b>
Revisar el nivel de aceite del compresor	
Arrancar el compresor (si estuviera apagado)	
Tomar la lectura del horómetro (horas de servicio)	
Tareas de inspección - domo 8	
<b>Motorreductores del área de tanques de LTX y aceite</b>	<b>OK / Dato</b>
Energizar los variadores del área de tanques de látex	
Verificar el funcionamiento de todos los motorreductores de látex	
Energizar los variadores del área de tanques de aceite	
Verificar el funcionamiento de todos los motorreductores de aceite	
<b>Compresor Kaeser</b>	<b>OK / Dato</b>
Tomar la lectura del horómetro (horas de servicio)	
Abrir la válvula para liberar condensado del pulmón de aire (si hay cond. acumulado)	
Apagar el compresor Kaesser	
Revisar el nivel de aceite del compresor Kaesser	
<b>Compresor AirHorse</b>	<b>OK / Dato</b>
Revisar el nivel de aceite del compresor AirHorse	
Abrir la válvula para liberar condensado del pulmón de aire (si hay cond. acumulado)	
Arrancar el compresor AirHorse 100 HP núm. 2	
Esperar un momento y verificar que cumpla la cantidad de 115 PSI (aprox. 0.78 Mpa)	
Tomar la lecturad del horómetro (horas de servicio)	

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia: 30 de enero de 2017	Departamento de mantenimiento
---------------------------------	---	--	-------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 62. Rutina de inspección general para inicio de semana, p. 2

	Rutina de inspección general para inicio de semana	CÓDIGO MAN-09-03	
		VERSIÓN 3	Página: 2 de 2

Tareas de inspección - domo 14	
<b>Motorreductores del área de tanques de LTX y aceite</b>	<b>OK / Dato</b>
Energizar los variadores del área de tanques de látex	
Verificar el funcionamiento de todos los motorreductores de látex	
Energizar los variadores del área de tanques de aceite	
Verificar el funcionamiento de todos los motorreductores de aceite	
<b>Molinos verticales (de vaso) y de canasta</b>	<b>OK / Dato</b>
Revisar el estado de la unidad de mantenimiento	
Desenergizar y parar el equipo, si estuviera funcionando	
Quitar la tapadera que cubre el sistema de tracción (fajas y poleas)	
Revisar que las fajas estén tensionadas y que estas no presenten desgaste	
Verificar que no hallan fugas de aire comprimido en tuberías mangueras y uniones	
<b>Dispersores / Cowles</b>	<b>OK / Dato</b>
Energizar el equipo, si estuviera apagado	
Revisar que no hallan fugas de aire comprimido	
Revisar que el eje suba y baje de forma suave sin pausas	
Verificar que el motor no produzca ningún ruido extraño o inusual	
Verificar que el eje no tenga movimiento excéntrico o se tambalee	
Revisar que el eje no haga ruido como de golpes	
Revisar el estado de los dientes del disco, que no halla desgaste o estén filosos	

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia: 30 de enero de 2017	Departamento de mantenimiento
---------------------------------	---	--	-------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.



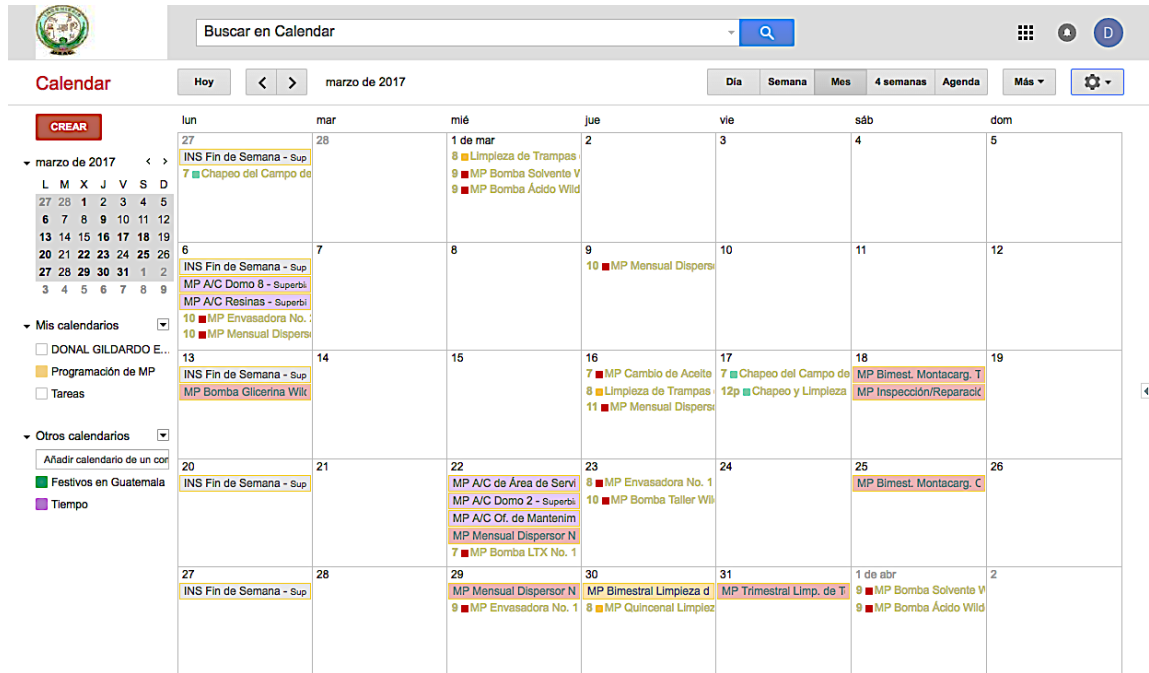
### **2.5.5. Definición de la metodología para la evaluación y el seguimiento del plan**

Así como se expresó en el inciso 2.3., la forma que se ha elegido para dar seguimiento y verificar la eficacia del plan de mantenimiento preventivo es: indicador clave de desempeño. Por tanto, se establece que se cumple el plan de mantenimiento al mantener el indicador preventivos vs correctivos dentro del semáforo.

La propuesta es reajustar el semáforo conforme se avance en los preventivos e inspecciones, tomando en cuenta las limitaciones de recursos humanos y materiales que cohiben la completa acción del departamento de mantenimiento.

Otra implementación que se usó es cargar las fechas de preventivos, rutinas de limpieza, trabajos tercerizados e inspecciones en un calendario de Google Calendar. Esto permite tener recordatorios de los trabajos pendientes, reprogramar trabajos, programar paros y provisionar recursos económicos, financieros, humanos y materiales, con las facilidades que ofrece dicha herramienta de la web 2.0: arrastrar y soltar eventos, identificación por etiquetas de colores, establecer periodicidades, adjuntar notas, visualizar sobrecarga de trabajos, traslapar calendario de asuetos oficiales, entre otros.

Figura 63. Calendarización de preventivos vía Google Calendar



Fuente: elaboración propia, empleando Google Calendar.

En el calendario se utilizan las siguientes siglas: MP por mantenimiento preventivo e INS por inspección. Además, se usan las etiquetas rojas para preventivos mecánico-eléctricos, amarillas para preventivos de obra civil, moradas para trabajos tercerizados y amarillas con letras negras para inspecciones.

## **2.5.6. Programas y proyectos para potenciar el plan de mantenimiento preventivo**


Como parte de las mejoras a implementar en el departamento de mantenimiento y potenciar los resultados del plan de mantenimiento preventivo, se proceden a diseñar programas y proyectos alineados a los objetivos de dicho plan.

### **2.5.6.1. Diseño de un programa SOL**

Para comenzar con la seguridad, el orden y la limpieza del taller, se tomó como punto de partida con la revisión de dichos aspectos dentro de la oficina del departamento de mantenimiento. Entre las oportunidades de mejora detectadas en la oficina, se estableció que la organización de los manuales de operación, catálogo de partes, planos y otro tipo de documentación necesitaba ser intervenida.

Primero, se clasificaron los manuales de los equipos funcionando y los manuales de equipos obsoletos, ya que los segundos pasarían a la bodega para simplificar la estantería de la oficina. Segundo, se agruparon los manuales según tipo de equipo; montacargas, bombas, tractores, compresores, calderas y otros. Tercero, se colocaron todos los documentos en cartapacios y se diseñaron los lomos en un *software* de diagramación e ilustración digital. Finalmente, se realizó una base de datos en una hoja de cálculo para inventariar los documentos, manuales y catálogos de repuestos en propiedad del departamento de mantenimiento.

Figura 64. Extracto de la base de datos de manuales de equipos

		<b>INVENTARIO DE MANUALES</b>		MAN-012	
		VER. 1	P. 1/5		

PROCESO	SUBPROCESO	LÍNEA DE ACCIÓN
Mantenimiento	Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional	Somos un departamento solidario, responsable y consciente con la sociedad y el ambiente.

No.	Nombre del Manual	Contenido	Palabras claves	Cantidad	Ubicación
1	Dispensor Schold	Catálogo de partes	Schold	5	Oficina
2	Proveedores	Aerosoles Catálogo de equipos Compras	Chino Aerosoles	1	Archivo
3	Chiller UCS-30A	Operación Montaje Problemas Frecuentes Configuración	Chiller Domo 1	1	Oficina
4	Reacciones químicas	Correos Proyecto Contratos	Reacción química	1	Archivo
5	Bomba Netzsch Nemo	Operación Mantenimiento Montaje Catálogo de partes	Bomba de tornillo Bomba de rotor Netzsch	1	Oficina
6	Compresor APM-100A	Operación Diagrama eléctrico IoT Configuración Montaje Mantenimiento	Compresor Chino 100 HP	1	Oficina
7	Montacargas Toyota	Catálogo de partes	Rojo Toyota Montacargas	1	Oficina
8	Montacargas Xilin 10S-16 CPD10S	Operación Mantenimiento Catálogo de partes	Xilin Chino 3-ruedas	1	Oficina
9	Tractor Luzhong serie 1000	Catálogo de partes	Tractor Papamóvil Rojo	1	Oficina
10	Compresor IngersollRand 200HP	Catálogo de partes Operación Mantenimiento	IR 200 HP	1	Oficina

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Siguiendo la metodología de la DIRPEN definida en incisos anteriores, se estableció el indicador para medir el cumplimiento del SOL en las instalaciones del taller y la bodega. Para lograr que la evaluación sea lo más objetiva posible, se diseñaron los metadatos aunándolos a la planificación estratégica del Departamento y se diseñó la evaluación usando 4 escalas de calificación, al 100, al 50, al 0 % y una exclusión por causas excepcionales. A continuación, se presentan los resultados de este aspecto:

Figura 65. Ficha técnica o metadatos de indicador de SOL

	<b>FICHA TÉCNICA DE INDICADORES (METADATOS)</b>	MAN-011-2	
		VER. 1	P. 1/1

PROCESO	SUBPROCESO	LÍNEA DE ACCIÓN
Mantenimiento	Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional	Somos un departamento solidario, responsable y consciente con la sociedad y el ambiente.


NOMBRE	INDICADOR DE ORDEN Y LIMPIEZA EN EL TALLER					
TIPO	Indicador de proceso	SIGLA	IOL			
OBJETIVO	Mantener las instalaciones del taller electromecánico ordenadas, limpias y conseguir así un ambiente de trabajo agradable que propicie un trabajo más eficiente y seguro, motivando al personal para que se involucre en las actividades de seguridad, orden y limpieza.					
DEFINICIONES Y CONCEPTOS	a. <u>Orden</u> : calidad de un ambiente laboral libre de materiales y herramientas fuera de lugar. b. <u>Limpieza</u> : calidad de un ambiente sin acumulación de material sobrante, espacios sin suciedad y lugares de paso despejados.					
MÉTODO DE MEDICIÓN	Se pasa una lista de cotejo (MAN-012) que contempla los aspectos más básicos de la limpieza y orden del taller electromecánico. Se compone de 4 opciones para cada ítem, SI cuando se cumple al 100%, A MEDIAS cuando se cumple menos del 100%, NO cuando no hay cumplimiento y NO APLICA cuando por condiciones extraordinarias no se puede definir si hay cumplimiento.					
UNIDAD	Porcentaje (%)	FRECUENCIA	Semanal			
FÓRMULA	$IOL = \{ [(2*SI)+AM] / [42-(2*NA)] \} * 100$					
VARIABLES	<b>SI</b> : No. de ítems que cumplen con el SI. <b>AM</b> : No. de ítems que califican como A MEDIAS. <b>NA</b> : No. de ítems que califican como NO APLICA.					
LIMITACIONES DEL INDICADOR	La evaluación del taller es generalizada, es decir, si una mesa de trabajo o pasillo no cumple el ítem, se penaliza la nota global. No hay medición del SOL de las oficinas de Mantenimiento por ahora, se recurre al automonitoreo.					
FUENTES	Departamento de Mantenimiento.					
ALCANCE	Domo 5: Taller electromecánico, Planta Superbia					
FECHA DE INFORMACIÓN DISPONIBLE	INICIAL		RESPONSABLE	Gerencia de Depto. de Mantto.		
	FINAL	No procede	VERSIÓN	1.0	FECHA	5-dic-16

SEMÁFORO	VERDE	>90%	VALOR IDEAL	100%
	ACEPTABLE	>50% & <90%	REVISIÓN	Donal Estrada
	ROJO	<50%	APROBADO	Paul Morales

MODIFICACIONES RESPECTO A VERSIÓN ANTERIOR	
No procede	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 66. Evaluación para medición y cálculo de indicador SOL

	<b>FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE ORDEN Y LIMPIEZA EN EL TALLER</b>	MAN-012			
		VER. 1	P. 1/1		

CÓDIGO

DOMO 5: TALLER ELECTROMECÁNICO

INSPECTOR:	FECHA:	
FIRMA:	HORA:	

	SI	A MEDIAS	NO	NO APLICA
<b>1. DOMO</b>				
1.1. Las gradas están limpias, libres de obstáculos y en buen estado				
1.2. Las paredes están limpias, libres de objetos innecesarios y en buen estado				
1.3. Las lámparas del techo funcionan correctamente y están limpias				
1.4. Los rótulos de seguridad están visibles y en buen estado				
1.5. Los extintores están en su lugar, visibles y señalizados				
1.6. Existen los medios de limpieza a disposición del personal del área				
<b>2. SUELOS Y PASILLOS</b>				
2.1. Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni material innecesario				
2.2. Las vías de circulación de personas y vehículos están diferenciadas y señalizadas				
2.3. Los pasillos y zonas de tránsito están libres de obstáculos				
2.4. Los carritos de golf están parqueados en su lugar				
<b>3. MESAS Y BANCOS DE TRABAJO</b>				
3.1. Las áreas de las mesas de trabajo están señalizadas				
3.2. Las mesas están libres de objetos personales y comida				
3.3. Las mesas están limpias, secas, sin desperdicios ni material innecesario				
3.4. Las herramientas están guardadas en su lugar y las gabetas están cerradas				
<b>4. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
4.1. Se encuentran limpias y libres en su entorno de todo material innecesario				
4.2. Se encuentran libres de fugas innecesarias de aceites y grasas				
4.3. Las áreas de los equipos están señalizadas				
<b>5. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL Y UNIFORME</b>				
5.1. El personal usa casco, uniforme y bota industrial de la manera adecuada				
<b>6. BODEGA DE REPUESTOS Y SUMINISTROS</b>				
6.1. Los pasillos y zonas de tránsito están libres de obstáculos				
6.2. El escritorio y su entorno se encuentran libres de basura y desperdicios				
6.3. Los repuestos se encuentran en su lugar y no hay objetos innecesarios en estantes				
<b>CONTEO DE CHEQUES POR COLUMNA</b>				

OBSERVACIONES:

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El taller del departamento de mantenimiento como cualquier taller de electromecánica, genera desechos que deben ser manejados siguiendo buenas prácticas ambientales y de salubridad, asimismo, se deben respetar normas de salud y seguridad ocupacional para salvaguardar la integridad física del capital humano.

El objetivo general del SOL es: garantizar la seguridad, el orden y la limpieza del taller electromecánico por medio de la mejora de la infraestructura, manejo de desechos, rutinas de limpieza, organización de herramientas, repuestos y consumibles, y compromiso del personal, usando mecanismos de vigilancia y control. Asimismo, está vinculado a la línea de acción siguiente: Somos un departamento solidario, responsable y consciente con la sociedad y el ambiente.

El actual programa afecta a todos los subprocesos del departamento de mantenimiento de la Planta Superbia y los destinatarios de las actividades, normas y políticas son los trabajadores de dicho departamento. El cumplimiento de este programa sólo se logrará con el compromiso de la gerencia, el compromiso del personal de mantenimiento y una estricta política de cero tolerancia.




Las normativas y legislación vigentes que regulan el programa son:

- Acuerdo Gubernativo 229-2014: Reglamento de Salud y Seguridad. Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala.
- Acuerdo Gubernativo 33-2016: Reformas al Reglamento de Salud y Seguridad. Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala.

- Norma NRD2: Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres.



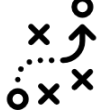
El esquema general de los proyectos se presenta en la tabla XXXI, donde actualmente se están cumpliendo los objetivos (1) y (2):

Tabla XXXI. **Planeación de programa para manejo de residuos**



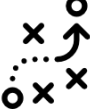
 <b>OBJETIVO</b>	 <b>PROYECTO</b>	 <b>ESTRATEGIAS</b>
<b>1. Manejar los desechos del taller usando áreas destinadas para su almacenaje y posterior deposición.</b>	Manejo de desechos del taller de electromecánica del departamento de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificar los desechos del taller según su peligrosidad y material que lo compone.</li> <li>• Crear de depósitos para cada tipo de desechos, usando identificación de color y pictogramas.</li> <li>• Definir de normas de actuación para el desecho de peligros concretos.</li> <li>• Desechar los elementos de la manera más apropiada considerando el impacto ambiental y la rentabilidad.</li> </ul>
<b>2. Acondicionar y señalar los pisos del taller para facilitar la limpieza y el orden.</b>	Remozamiento del piso del taller de electromecánica del departamento de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitar las tareas de limpieza del piso.</li> <li>• Delimitar las áreas de uso y riesgo usando pintura de tráfico, según los colores reglamentarios.</li> <li>• Asignar a cada trabajador un área de limpieza.</li> </ul>



Continuación de la tabla XXXI.

OBJETIVO	PROYECTO	ESTRATEGIAS
		
<p><b>3. Eliminar todos los elementos innecesarios del taller y clasificar lo útil por medio de frecuencia y cantidad requerida para determinado trabajo.</b></p>	<p>Selección, clasificación y eliminación de los elementos del taller de electromecánica del departamento de mantenimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la cantidad de espacio en el taller.</li> <li>• Eliminar herramientas dañadas y mejorar el lugar de trabajo.</li> <li>• Retirar del área de trabajo elementos innecesarios y reubicarlos en bodega o el almacén de chatarra.</li> <li>• Clasificar las herramientas y consumibles útiles según su grado de utilidad.</li> </ul>
<p><b>4. Acondicionar los medios necesarios para guardar y localizar el material fácilmente.</b></p>	<p>Creación de espacios para la deposición y almacenamiento de los materiales del taller de electromecánica del departamento de mantenimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordenar los materiales útiles cumpliendo el aforismo “cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa”.</li> <li>• Aumentar la productividad al reducir el tiempo perdido en búsqueda de elemento.</li> <li>• Mejorar la seguridad del taller al liberar vías de evacuación, localizar fácilmente EPP y evitar golpes por objetos fuera de lugar.</li> </ul>

Continuación de la tabla XXXI.

OBJETIVO	PROYECTO	ESTRATEGIAS
		
<p><b>5. Prevenir ensuciar el lugar de trabajo y si falla la prevención, limpiar lo antes posible.</b></p>	<p>Planificación de las operaciones de limpieza y definición de políticas de limpieza para el taller de electromecánica del departamento de mantenimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programar y calendarizar limpiezas profundas dentro de las instalaciones del taller.</li> <li>• Contar con los artículos y consumibles necesarios para realizar la limpieza.</li> <li>• Definir normas de actuación ante operaciones de limpieza sometidas a peligros concretos.</li> <li>• Establecer una política estricta e inflexible para la limpieza inmediata ante situaciones accidentales.</li> </ul>
<p><b>6. Crear y consolidar hábitos de trabajo encaminados a favorecer el orden y la limpieza.</b></p>	<p>Concientización y consolidación del programa SOL en los trabajadores del taller de electromecánica del departamento de mantenimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Involucrar visible y explícitamente al gerente del departamento de mantenimiento y a los supervisores.</li> <li>• Asignación clara de tareas de orden y limpieza.</li> <li>• Integrar las tareas orden y limpieza como acciones regulares y periódicas dentro del flujo de trabajo normal.</li> <li>• Responsabilizar a los supervisores del cumplimiento de los procedimientos sin admitir ni tolerar faltas a éstos.</li> <li>• Llevar verificación y control semanal con lista de cotejo e indicador asociado.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Como parte del programa SOL y cumpliendo con los objetivos (2) y (1) se realizaron dos proyectos: el reacondicionamiento de las instalaciones del taller electromecánico y el estudio de los desechos generados por el taller.

Para el proyecto número uno, en la primera fase se tomaron las medidas de los equipos industriales que se usan en el taller, como máquinas de soldar, taladro, esmeril de banco, torno, barreno y fresadora, así como las medidas de los bancos de trabajo de los técnicos. En esta fase se utilizó una cinta métrica y se tomaron las medidas en unidades de sistema internacional, es decir, en metros. Luego se almacenaron las medidas en una hoja de cálculo para su respectivo análisis espacial.

En la segunda fase se hicieron entrevistas no estructurales con los supervisores, los técnicos y el operario de las máquinas herramientas, con el objeto de diseñar los espacios que:

- Respondan a las necesidades específicas del personal.
- Respeten las zonas de circulación y áreas de uso.
- Se sigan las normas proxémicas de la cultura organizacional.

En la tercera fase siguiendo las recomendaciones sobre áreas de uso y espacios de circulación del autor Ernst Neufert, en su libro Arte de Proyectar en Arquitectura, más el criterio profesional y las entrevistas, se obtuvo:

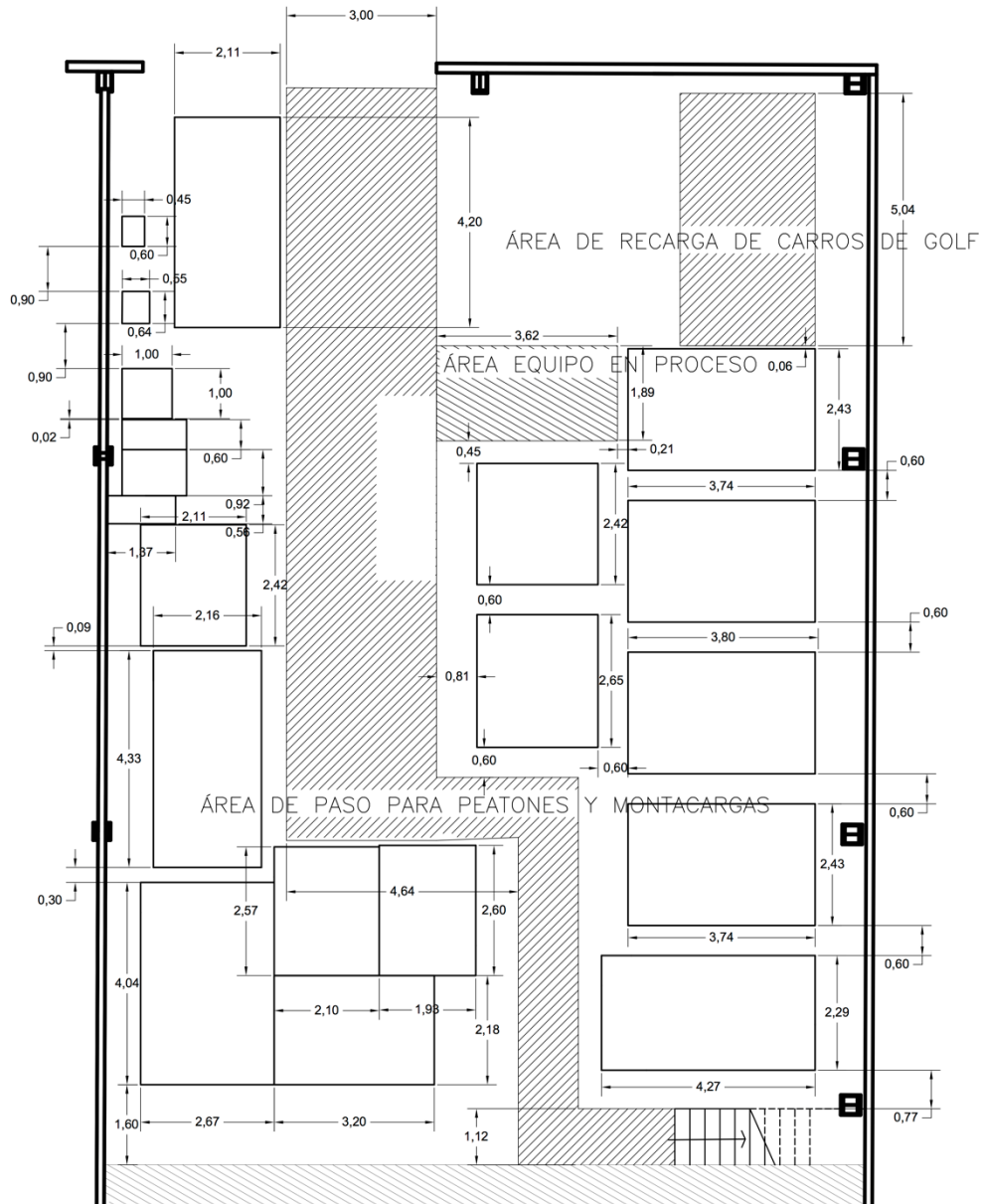
- Los espacios alrededor de los bancos de trabajo (0,60 a 0,90 m).
- Los espacios alrededor de los activos (0,90 a 1,20 m).
- Las medidas para la circulación peatonal (0,90 a 1,20).
- Las medidas para la circulación y el radio de giro en montacargas (3,00 m).

Todas estas medidas respetan la antropometría y ergonometría que se cuida en espacios arquitectónicos, asimismo se siguen las pautas de frecuencia y secuencia de uso. Algunos ejemplos puntuales de las premisas desarrolladas son:

- El área frente al torno se dejó despejada para poder colocar ejes usando un montacargas, sin provocar conflictos de espacio o riesgos de golpes.
- Los equipos eléctricos se dejaron cerca de tomas de poder que suplan el suficiente voltaje (220 V o 440 V) para que operen.
- Todos los equipos para soldadura están cercanos entre ellos, con el objeto de reducir el número de desplazamientos innecesarios al trabajar una pieza.
- Las máquinas herramientas ocupan un cuadrante del taller, siguiendo el objeto de la viñeta anterior.
- Delimitar un área específica para la recarga eléctrica y estacionamiento de los carros de golf, cumpliendo cercanía con el ingreso/egreso del taller y con un tomacorriente próximo.

En conclusión, luego de todas las premisas de diseño establecidas y el diagnóstico realizado, se tiene como resultado final el siguiente plano:

Figura 67. Plano de áreas para reubicación de taller electromecánico



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Por tanto, siguiendo el plano anterior se marcaron, con pintura de tráfico amarilla y resina antipolvo, las áreas de los equipos y los bancos de trabajo. Lo más complicado fue mover todos los elementos con montacargas y luego recolocarlos, además se aprovechó para recubrir el piso de concreto con pintura epóxica gris y sacar cualquier chatarra o elemento fuera de lugar. En la figura 68 se muestra el avance, hasta la redacción de este párrafo, del ordenamiento del taller:

**Figura 68. Remozamiento del piso y marcado de áreas de uso en el taller electromecánico**



Fuente: Planta Superbia, taller electromecánico.

Por otro lado se tiene el segundo proyecto sobre el estudio de desechos generados por el taller. Primero, se enlistaron todos los desechos generados por los técnicos, utilizando la observación directa sin intervención y entrevistas no estructuradas con los técnicos. Segundo, se compartió información con el

gerente de SHE de la planta, con el fin de establecer cómo manejan actualmente los desechos industriales y solicitar ayuda a su departamento. Tercero, se diseñó y relleno una matriz de clasificación de desechos (ver figura 69), entregándose al gerente de SHE y él se comprometió en coordinar con los proveedores la programación de la extracción de desechos.

Figura 69. Matriz de clasificación de desechos

TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS F.Q.B.					ESTADO FÍSICO			VOLUMEN MENSUAL (en libras)	FORMA DE MANEJO				
	Corrosivo	Reactivo	Explosivo	Tóxico	Inflamable	Sólido	Líquido	Gasoso		Tratamiento	Reuso	Reciclaje	Coprocesamiento	Incidación
<b>SUBPROCESO DE METAL MECÁNICA</b>														
Viruta de metal						X			5					X
Viruta de plástico						X			1					
Viruta de madera				X	X				2					X
Solvente suave				X			X		5	X				
Waípe impregnado por polvo				X	X				10					X
Buriles rotos						X			2		X			
Sierras quebradas						X			1		X			
Piedras (montadas) para rotalima						X			1		X			X
<b>SUPROCESO DE SOLDADURA</b>														
Escoria gruesa y fina						X			2					X
Trozos de electrodos						X			1					X
Waípe impregnado por grasa y aceite				X	X		X		10					X
<b>SUPROCESOS DE OFICINA</b>														
Papel y cartón				X	X		X		3		X			
Piezas dañadas (retenedores, cojinetes, etc.)						X			12					X
<b>SUPROCESO DE CORRECTIVOS Y PREVENTIVOS</b>														
Waípe impregnado por solvente	X				X	X			5					X
Waípe impregnado por pintura						X			5					X
Estopa grafitada				X	X				3					X
Estopa teflonada				X	X		X		3					X
Piezas dañadas de metal						X			15		X			
Tubería y válvulas HG						X			2		X			
Llantas y elementos de caucho y similares						X			10		X			
Belumoides					X	X			1		X			
Aceite usado				X			X		20	X				
Filtros de aceite y motor usados				X	X	X			5	X				
Recipientes vacíos (aerosol, liq. de frenos)	X			X	X	X			1		X			
Desechos electrónicos (PC, capacitores, lámparas)				X		X			1		X			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Para diseñar la matriz anterior se basó en el documento creado por la Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores (AMDA) sobre plan de manejo de residuos. Asimismo, la cantidad en libras de desechos generados es un aproximado, pues no hay registros históricos entonces se tomó una medida semanal y se proyectó *céteris páribus*.


Finalmente se formó al personal en una charla de concientización y socialización sobre la implementación del programa SOL, las responsabilidades, los beneficios y las penalizaciones que conlleva. Asimismo, se entregó a cada técnico y al bodeguero una infografía de los más relevante sobre el acuerdo gubernativo sobre SSO. En seguida se presenta la infografía diseñada:



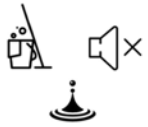








Figura 70. Infografía sobre normas de SSO en el taller electromecánico

## SALUD Y SEGURIDAD

Infografía del Acuerdo Gub. 229-2015, reformado con vigencia en 13/feb/17. Aplica en Taller, Áreas de Producción y Soporte.



 <p>Los trabajadores deben usar los equipos de protección personal y cuidarlos (Art. 9c)</p>	 <p>Usar manga corta y camisa dentro del pantalón. No usar anillos, relojes, cadenas, audífonos o partes sueltas (Art. 232 y 254)</p>
 <p>Mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo, sin derrames de lubricantes o agua. No se permite la música (Art. 274-281)</p>	 <p>A una altura mayor de 1.80 metros, usar arnés y anclaje cuando sea posible (Art. 264)</p>
 <p>Consumir alimentos en el área destinada. Usar los vestidores y evitar usar el teléfono mientras se trabaja (Art. 288, 289 y 9)</p>	 <p>Desenergizar, asegurar y bloquear equipos para su mantenimiento. Informar al personal (Art. 434-439)</p>
 <p>Colocar las herramientas en su lugar, evitar dejarlas en lugares donde puedan caer. Usar las herramienta únicamente para lo que fueron diseñadas. (Art. 461-465)</p>	<h3 style="text-align: center;">GUATEMALA CAMBIA RESPETANDO LAS LEYES</h3> 
 <p>Respetar las políticas internas, el código de principios comerciales y el reglamento interior de trabajo</p>	<p>Las sanciones por faltar a la Ley sobre Salud y Seguridad Ocupacional permiten despido con causa justa, en este orden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Llamada de atención verbal</li> <li>2. Llamada de atención escrita</li> <li>3. Reporte a Recursos Humanos</li> </ol>

Las normas fueron diseñadas para protegernos, llega a casa a salvo.

Documento revisado por: Donal Estrada  
Aprobado por: Paul Morales / Karina De La Cruz

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Para la implementación de las sanciones se entró en acuerdo con el gerente de mantenimiento y la coordinadora de recursos humanos de Planta Superbia. De tal forma, se estableció que se llamaría la atención usando cartas, con un máximo de tres cartas para proceder al despido con justa causa.

Las medidas descritas en el párrafo anterior se usarán como forma de presión con tal que todo colaborador use su equipo de protección personal, respeten el reglamento interior de trabajo del conglomerado y cumplan con el Acuerdo Gubernativo 229-2014 Reglamento de Salud y Seguridad del Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala.

#### **2.5.6.2. Diseño y propuesta de otros programas para mejorar los subprocesos prioritarios**

Al departamento de mantenimiento, la gerencia general le asigna cada ciclo un conjunto de proyectos para presentar a manera de perfil al ingeniero encargado. Los proyectos deben presentarse con sus respectivos análisis de costos, uso de mano de obra, asignación de recursos, programación de actividades y análisis de valor si aplica, con el fin de lograr la aprobación por la alta gerencia y obtener los recursos económicos, financieros y humanos para completarlos.

Actualmente, la gestión de proyectos se realiza de manera eficaz, pero sin usar herramientas de seguimiento y planificación apropiadas, lo que no permite hacer un análisis adecuado a los proyectos y verificar el cumplimiento de las fechas establecidas, el techo presupuestario y justificar atrasos imprevistos.

Usando un *software* de administración de proyectos se pretende mejorar la gestión de proyectos, obteniendo una planificación del tiempo, de los recursos materiales, del capital humano, de las herramientas y de los equipos. Asimismo, el programa permite calcular los costos para cada actividad y etapa del proyecto; además cuenta con un módulo para determinar la ruta crítica y estimar la probabilidad de terminar el proyecto a tiempo usando simulación Monte Carlo.

A continuación se presenta el perfil del proyecto extractor de polvos para el área de dispersión, domo 14 PBS, a cargo del departamento de mantenimiento. Cabe resaltar que este proyecto fue elaborado, cotizado y planificado por el epesista.

**Tabla XXXII. Ficha resumen del proyecto extractor de polvos**

NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño, montaje e instalación de extractor de polvos en el área de dispersión del domo 14: PBS, Planta Superbia.	
Ubicación:	Lugar: Planta Superbia.
	Domo: 14 PBS.
	Área: Dispersión (Cowles).
Organización responsable de la ejecución del proyecto:	Departamento de mantenimiento.
Principal problema que se pretende enfrentar:	En PBS se realizan mezclas de polvos-líquidos en las máquinas de dispersión, esto como parte de una operación del proceso de producción del domo. Al vaciar los sacos de materia prima en polvo dentro del tanque del dispersor, se liberan partículas contaminantes que pueden dañar las dispersiones paralelas, aumentar el tiempo dedicado a la limpieza del área de trabajo y perjudicar la salud de los operarios.
Resumen del proyecto:	El extractor de polvos pretende reducir la cantidad de partículas de pigmentos y talcos suspendidos en el aire del área de dispersión del domo 14.
Objetivo general del proyecto:	Reducir la contaminación local en el área de dispersión del domo PBS debido a talcos y pigmentos en suspensión.
Objetivos específicos del proyecto:	Disminuir las labores de limpieza asociadas a los polvos en suspensión debido a dosificación de dispersiones.
	Mejorar la calidad del aire en el área de dispersión al reducir la cantidad de polvos en suspensión.
	Minimizar la contaminación en las dispersiones debido a talcos y pigmentos en suspensión en el área de dispersión.

Continuación de la tabla XXXII.

Costo del proyecto	Monto solicitado (aprox.):	Q 2 2514,15
	Recursos de contraparte:	Q 2 486,19 en mano de obra y se va a aprovechar la instalación previa de contactor, guardamotor, protección térmica y mando de control del equipo anterior.
Datos responsable:	Nombre:	Paul A. Morales.
	Dirección:	Of. de mantto. Planta Superbia, km 63,5 carretera a Masagua, Escuintla.
	Teléfono convencional:	7955 3535 Ext. 3459
	Celular:	4299 4984
	Correo electrónico:	paul.morales@gruposolid.com

Fuente: elaboración propia, empleando OmniPlan.

Tabla XXXIII. **Recursos materiales del proyecto extractor de polvos**

CANT.	DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR			
		KMS	MULTIA.	DIGSA	PETAPA
13	Lámina	Q 6 435,00	Q 7 137,00	Q 5 772,00	Q 6 492,00
8	Pernos expansibles	Q 30,00	Q 30,40	Q 30,00	
2	Plancha grosor	Q 2,400,00	Q 2 060,00	Q 1,900.00	
100	Tornillos	Q 255,00	Q 93,00	Q175.00	
40	Manguera flexible		Q 8 480,00	Q 9 200,00	
9	Abrazaderas manguera Industrial		Q 1 035,00	Q 945,00	
12	Cartucho de Sikaflex	Q 624,00	Q 624,00	Q 780,00	Q 570,00
5	Electrodo 6011	Q 75,00	Q 82,50	Q 75,00	Q 61,75
1	Broca de cobalto para taladro	Q 45,00	Q 69,00	Q 63,00	
5	Tubos	Q 675,00	Q 575,00	Q 775,00	Q 612,00
4	Acoples para tubos		Q 22,40	Q 28,00	Q 26,00
1	Caja condulet tipo		Q 16,50	Q 20,00	
1	Manguera flexible		Q 14,80	Q 8,00	
1	Conector para manguera flexible		Q 22,50		

Continuación de la tabla XXXIII.

CANT.	DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR			
		KMS	MULTIA.	DIGSA	PETAPA
1	Conector para manguera flexible	Q 6,00	Q 19,80	Q 4,00	
30	Cable de cobre calibre 14blanco	Q 58,50	Q 59,40	Q 135,00	
30	Cable de cobre calibre 14 rojo	Q 58,50	Q 59,40	Q 135,00	
30	Cable de cobre calibre 14 negro	Q 58,50	Q 59,40	Q 135,00	
30	Cable de cobre calibre 14 verde	Q 58,50	Q 59,40	Q 135,00	
		<b>Q 10 779,00</b>	<b>Q 20 519,50</b>	<b>Q 20 315,00</b>	<b>Q 7 761,75</b>

Fuente: elaboración propia, empleando OmniPlan.

Tabla XXXIV. **Recursos humanos y trabajo tercerizado del proyecto extractor de polvos**

No.	MANO DE OBRA	COSTO
1	Propia (Costo de oportunidad)	Q 2 486,19
	<b>TERCERIZADO</b>	
2	Elaboración de tubo	Q 1 625,00
3	Elaboración de tubo	Q 200,00
		<b>Q 4 311,19</b>

Fuente: elaboración propia, empleando OmniPlan.

Tabla XXXV. **Resumen de costos del proyecto extractor de polvos**

No.	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Materiales (eligiendo los precios más cómodos)	Q 20 689,15
2	Trabajos tercerizados	Q 1 825,00
		<b>Q 22 514,15</b>

Fuente: elaboración propia, empleando OmniPlan.

Tabla XXXVI. **Análisis de valor del proyecto extractor de polvos**

Para verificar si conviene la inversión, se realiza una evaluación financiera usando valor presente neto. Se usa la tasa del Banguat (activa más pasiva) del último mes y se estima la vida útil del proyecto en 5 años. Asimismo, los costos por enfermedad ocupacional se basan únicamente en costos directos, por su parte los costos de mala calidad sólo se basan en el tiempo laboral dedicado a la labor del reproceso.

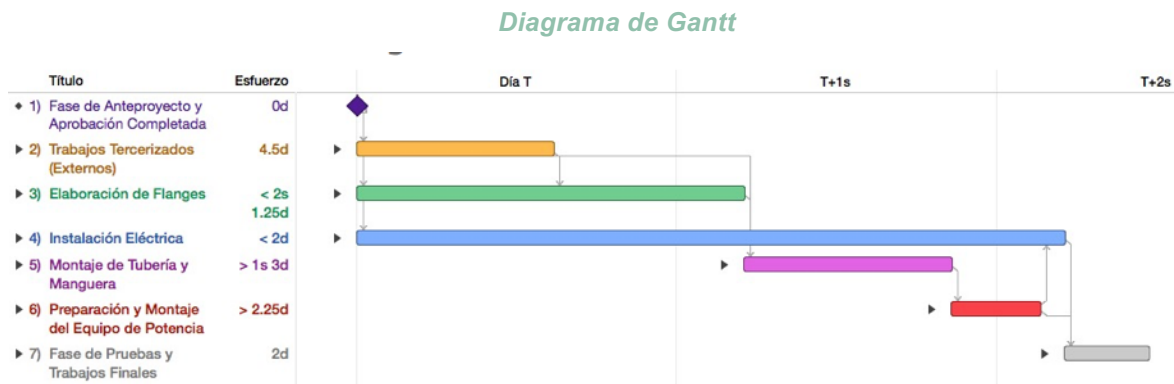
<b>Costos del Proyecto</b>	<b>Año</b>	<b>Costo</b>	<b>Tasa</b>	<b>VPN</b>
Inversión inicial	0	- Q 22 514,15	0,00 %	Q 22 514,15
Costo de operación y Mantto.	5	- Q 1 515,68	18,47 %	Q 4 689,77
Salvamento	5	Q1 373,43	18,47 %	- Q 588,52
			<b>VPN Total</b>	<b>Q 26 615,39</b>

<b>Costos de No Ejecutar el Proyecto</b>	<b>Año</b>	<b>Costo</b>	<b>Tasa</b>	<b>VPN</b>
Costo de limpieza por polvos	1	- Q15 638,40	18,47 %	Q 13 200,30
Costo por enfermedad ocupacional	5	- Q1 042,80	18,47 %	Q 3 226,60
Costo por mala calidad (reproceso)	5	- Q 9 383,04	18,47 %	Q 29 032,70
			<b>VPN Total</b>	<b>Q 45 459,61</b>

<b>Ahorros para 5 años</b>	<b>Q 18 844,21</b>
----------------------------	--------------------

Fuente: elaboración propia, empleando OmniPlan.

Figura 71. **Programación y planificación de ejecución del proyecto extractor de polvos**



*Premisas:*

- Se trabaja en jornada de 7:00 a 17:00 horas, sin horas extras, de lunes a viernes.
- La escala está en semanas donde: “día T” es el día de inicio de la ejecución, asimismo, “s” y “d” es abreviatura de semana y día respectivamente.
- El proyecto se completará en 12 días laborales, con una confianza del 79 % según una simulación Montecarlo (se considera la disponibilidad de mano de obra, herramienta y equipo).

Fuente: elaboración propia, empleando OmniPlan.

La información del proyecto fue cargada a la aplicación OmniPlan en MacOS, una alternativa a Microsoft Project de Windows. Dicho *software* permite una gestión de todos los recursos que necesita el proyecto y, asimismo, comparar lo planificado respecto lo ejecutado. En seguida se muestran unos ejemplos o extractos de los informes que genera OmniPlan:

Tabla XXXVII. Informe de resumen de recursos humanos del proyecto extractor de polvos

Nombre	Fecha de inicio	Fecha final	Duración	% completado	Coste de la asignación
<b>Trabajadores</b>					
Hugo R. Benito	Día T 07:00	T+12d 10:00	> 2s 0,5d	0	Q 1 011,40
Nelson O. Gil	Día T 07:00	T+11d 14:43	> 2s	0	Q 916,19
Edgar O. Morales	T+6d 07:19	T+7d 09:11	< 1d	0	Q 74,34
Ángel D. Ortiz	Día T 07:00	T+11d 10:51	> 3,75d	0	Q 484,26

Fuente: elaboración propia, empleando OmniPlan.

Tabla XXXVIII. Informe de un recurso humano del proyecto extractor de polvos

Nombre	Fecha de inicio	Fecha final	Duración	% completado	Coste de la asignación
<b>Trabajadores</b>					
<b>Hugo R. Benito</b>	<b>Día T 07:00</b>	<b>T+12d 10:00</b>	<b>&gt; 2s 0,5d</b>	<b>0</b>	<b>Q 1 011,40</b>
Diseñar el <i>flange</i> modelo	Día T 07:00	Día T 09:52	> 0,25d	0	Q 31,06
Marcar, cortar, pulir y perforar los 26 <i>flanges</i>	Día T 09:52	T+1d 12:48	> 1,25d	0	Q 129,30
Soldar los 26 <i>flanges</i> a los tubos	T+3d 07:00	T+6d 07:19	< 3d	0	Q 285,11



Continuación de la tabla XXXVIII.

Nombre	Fecha de inicio	Fecha final	Duración	% completado	Coste de la asignación
Posicionar la tubería para marcar la posición final	T+6d 07:19	T+6d 10:44	< 0,5d	0	Q 37,02
Alinear y perforar la tubería	T+6d 10:44	T+6d 14:40	> 0,25d	0	Q 31,66
Colocar y fijar la tubería en su posición final	T+6d 14:40	T+7d 09:11	> 0,5d	0	Q 49,00
Montar las 6 derivaciones (tubos)	T+7d 09:11	T+8d 07:51	> 0,75d	0	Q 83,07
Instalar las mangueras flexibles	T+8d 07:51	T+9d 08:47	> 1d	0	Q 107,50
Preparar la base principal	T+9d 08:47	T+9d 12:58	< 0,5d	0	Q 45,39
Alinear el motor y el ventilador (extractor mecánico)	T+9d 12:58	T+10d 08:57	< 0,5d	0	Q 43,00
Instalar y alinear las fajas y poleas de transmisión de potencia	T+10d 08:57	T+10d 12:55	< 0,5d	0	Q 43,00
Realizar pruebas de funcionamiento	T+11d 07:21	T+11d 10:51	< 0,5d	0	Q 37,89
Pintar las tuberías	T+11d 10:51	T+11d 14:43	> 0,25d	0	Q 31,06
Entregar el equipo al gerente y supervisor del área	T+11d 14:43	T+12d 10:00	> 0,5d	0	Q 57,34

Fuente: elaboración propia, empleando OmniPlan.

Tabla XXXIX. Informe de tareas del proyecto extractor de polvos

Tarea	Inicio	Fin	Duración	Completado	Dependencias	Coste total	Asignado
<b>0) Extractor de polvos PBS</b>	Día T 00:00	T+12d 10:00	> 2s 2 25d	0		Q 23 175,34	
1) Fase de anteproyecto y aprobación completada	Día T 00:00	Día T 00:00		0			
<b>2) Trabajos tercerizados (externos)</b>	Día T 07:00	T+2d 17:00	3d	0	1	Q 5 772,00	
2.1) Elaborar tubo de forma tercerizada	Día T 07:00	T+2d 17:00	3d	0	1	Q 5 772,00	Lámina
2.2) Tubo recibido	T+2d 17:00	T+2d 17:00		0	2.1		
2.3) Elaborar tubo de lámina galvanizada de forma tercerizada	Día T 07:00	T+1d 11:30	1.5d	0	1		
2.4) Tubo Lámina recibido	T+1d 11:30	T+1d 11:30		0	2.3		
<b>3) Elaboración de flanges</b>	Día T 07:00	T+6d 07:19	> 1s 1d	0	1	Q 2 879,99	
3.1) Diseñar el flange modelo	Día T 07:00	Día T 09:52	> 0,25d	0		Q 60,88	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil
3.2) Marcar, cortar, pulir y perforar los 26 flanges	Día T 09:52	T+1d 12:48	> 1,25d	0	3.1	Q 2 198,46	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil; Plancha; Broca de cobalto para taladro; Pulidora
3.3) Soldar los 26 flanges a los tubos	T+3d 07:00	T+6d 07:19	< 3d	0	2.2, 3.2	Q 620,65	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil; Electrodo 6011; Máquina de soldar
3.4) Elaboración de flanges completada	T+6d 07:19	T+6d 07:19		0	3.3		
<b>4) Instalación eléctrica</b>	Día T 07:00	T+11d 07:21	> 2s 1d	0	1	Q 1 203,66	

Continuación de la tabla XXXIX.

Tarea	Inicio	Fin	Duración	Completado	Dependencias	Coste total	Asignado
4.1) Reemplazar los cables conductores	Día T 07:00	Día T 14:22	< 0,75d	0		Q 324,79	Ángel D. Ortiz; Cable de cobre calibre 14 blanco; Cable de cobre calibre 14 rojo; Cable de cobre calibre 14 negro; Cable de cobre calibre 14 verde
4.2) Montar la tubería para protección de los conductores	Día T 14:22	T+1d 10:44	< 0,75d	0	4.1	Q 739,19	Ángel D. Ortiz; Tubos; Acoples para tubos galvanizado; Caja; Manguera flexible; Conector para manguera flexible; Conector para manguera flexible recto
4.3) Insertar los cables conductores en la tubería	T+1d 10:44	T+2d 08:07	< 0,75d	0	4.2	Q 90,79	Ángel D. Ortiz
4.4) Realizar la conexión con el motor	T+10d 12:55	T+11d 07:21	< 0,5d	0	6.4, 4.3	Q 48,89	Ángel D. Ortiz
4.5) Instalación Eléctrica Completada	T+11d 07:21	T+11d 07:21		0	4.4		
<b>5) Montaje de tubería y manguera</b>	<b>T+6d 07:19</b>	<b>T+9d 08:47</b>	<b>&lt; 3.25d</b>	<b>0</b>	<b>2.4, 3</b>	<b>Q 12 704,77</b>	
5.1) Posicionar la tubería para marcar la posición final	T+6d 07:19	T+6d 10:44	< 0,5d	0		Q 2 071,26	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil; Ángel D. Ortiz; Edgar O. Morales; Tubería; Tornillos completos; Tubo de lámina galvanizada; Montacargas
5.2) Alinear y perforar la tubería	T+6d 10:44	T+6d 14:40	> 0,25d	0	5.1	Q 62,07	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil; Montacargas; Máquina de soldar

Continuación de la tabla XXXIX.

Tarea	Inicio	Fin	Duración	Completado	Dependencias	Coste total	Asignado
5.3) Colocar y fijar la tubería en su posición final	T+6d 14:40	T+7d 09:11	> 0,5d	0	5.2	Q 202,85	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil; Montacargas; Edgar O. Morales; Ángel D. Ortiz
5.4) Montar las 6 derivaciones (tubos)	T+7d 09:11	T+8d 07:51	> 0,75d	0	5.3	Q 732,84	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil; Cartucho de Sikaflex; Montacargas
5.5) Instalar las mangueras flexibles	T+8d 07:51	T+9d 08:47	> 1d	0	5.4	Q 9 635,74	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil; Manguera flexible; Abrazaderas para manguera
5.6) Montaje de Tubería Completada	T+9d 08:47	T+9d 08:47		0	5.5		
<b>6) Preparación y montaje del equipo de potencia</b>	<b>T+9d 08:47</b>	<b>T+10d 12:55</b>	<b>&gt; 1,25d</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>Q 287,57</b>	
6.1) Preparar la base principal	T+9d 08:47	T+9d 12:58	< 0,5d	0		Q 118,98	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil; Pernos expansibles
6.2) Alinear el motor y el ventilador (extractor mecánico)	T+9d 12:58	T+10d 08:57	< 0,5d	0	6.1	Q 84,30	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil
6.3) Instalar y alinear las fajas y poleas de transmisión de potencia	T+10d 08:57	T+10d 12:55	< 0,5d	0	6.2	Q 84,30	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil
6.4) Montaje de Motor Completada	T+10d 12:55	T+10d 12:55		0	6.3		
<b>7) Fase de pruebas y trabajos finales</b>	<b>T+11d 07:21</b>	<b>T+12d 10:00</b>	<b>&gt; 1,25d</b>	<b>0</b>	<b>4.6</b>	<b>Q 327,35</b>	

Continuación de la tabla XXXIX.

Tarea	Inicio	Fin	Duración	Completado	Dependencias	Coste total	Asignado
7.1) Realizar pruebas de funcionamiento	T+11d 07:21	T+11d 10:51	< 0,5d	0		Q 124,13	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil; Ángel D. Ortiz
7.2) Pintar las tuberías	T+11d 10:51	T+11d 14:43	> 0,25d	0	7.1	Q 145,88	Hugo R. Benito; Nelson O. Gil; Pintura Aceite
7.3) Entregar el equipo al gerente y supervisor del área	T+11d 14:43	T+12d 10:00	> 0,5d	0	7.2	Q 57,34	Hugo R. Benito
7.4) Finalización de pruebas y entrega de proyecto	T+12d 10:00	T+12d 10:00		0	7.3		

Fuente: elaboración propia, empleando OmniPlan.

A continuación, de forma somera, se enlistan otros programas diseñados e implementados durante la ejecución del EPS:

- Protección de datos de los equipos de cómputo de la oficina de mantenimiento: respaldo de archivos usando la nube vía Google Drive, instalación de un programa anti *ransomware* y encriptación de archivos con datos sensibles
- Control de la dosificación de cloro al agua para producción: aprendizaje sobre medición de pH y ppm de cloro en agua usando un kit para piscinas, realización de muestreo de pH y ppm de cloro en agua, identificación de variables indeseadas, control de variables indeseadas y definición de dosificación exacta para lograr lo requerido (1 a 1,5 ppm de cloro).
- Redacción efectiva y correcta de correos en idioma inglés para contacto con proveedores estadounidenses y chinos.

## 2.6. Costos de implementación

Para el diseño del plan de mantenimiento preventivo y sus dependencias, se incurrieron en costos más técnicos que pudieron ser absorbidos (como *software* y asesorías) que costos materiales. En la tabla XL se presentan los costos estimados de la implementación de la fase tratada en este capítulo:

Tabla XL. **Costos de las actividades de formación**

HUMANO	CANTIDAD	COSTO
Ingeniero de planta	1	Q 72 000,00
Técnicos	14	Q 243 029,64
	<b>TOTAL</b>	<b>Q 315 029,64</b>

MATERIALES Y TÉCNICOS	CANTIDAD	COSTO
Hojas papel bond carta	2 000	Q 180,00
Impresiones	2 000	Q 500,00
Salón para conferencias	1	Q 0,00
Sillas	16	Q 0,00
Pizarrón de fórmica	1	Q 0,00
Marcadores para pizarrón	3	Q. 12,00
Computadora	1	Q 0,00
Escritorio	1	Q 0,00
Licencias de programas	9	Q 0,00
Refacción	120	Q 1 440,00
Pintura epóxica (gal)	50	Q 5 000,00
Pintura tráfico amarilla (gal)	5	Q 11,28
Resina antipolvo (gal)	2	Q 20,48
Kit de llaveros de colores	1	Q 12,00
Cartapacio	10	Q 150,00
Espuma laminada	2	Q 16,00

Continuación de la tabla XL.

MATERIALES Y TÉCNICOS	CANTIDAD	COSTO
Bloc de papel acuarela	1	Q 12,00
Proyecto extractor de polvos	1	Q 22 514,15
TOTAL		Q 30 573,91

**COSTO TOTAL**  
Q 345 603,55

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Con los costos estimados hay que tener varias consideraciones:

- Se incluye el costo de la mano de obra para fines de identificar el costo de oportunidad, porque al final los salarios son independientes de la cantidad de preventivos aplicados.
- Los costos asociados a pintura y resina van a la cuenta de consumo interno, pues son productos de la propia planta y no afectan el presupuesto del departamento.
- El extractor de polvos es un proyecto aprobado por la alta gerencia, por lo tanto, los fondos vienen de una cuenta especial para no tocar ni el presupuesto ni la caja chica del departamento de mantenimiento.
- Las licencias de programas tienen un costo cero, debido a que se aprovechó el uso de *software* gratuito (CWorks Basic); se usó la portátil personal con su *software* precargado (MacOS); y se usó una cuenta educativa, otorgada por la facultad de ingeniería, para obtener Office 365 sin costo.

### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN. MODELO PARA EL MANEJO DEL INVENTARIO**

#### **3.1. Diagnóstico de la bodega**

Como en todo proceso para la resolución de problemas se inicia con el diagnóstico de la situación actual de la bodega de repuestos, suministros y materiales de la Planta Superbia. El objetivo es lograr un acercamiento a la realidad de la bodega, familiarizarse con conceptos de almacenamiento y ubicarse en contexto.

##### **3.1.1. Análisis de actividades y responsabilidades de la bodega**

En primer lugar se debe tener consenso en conceptos y definiciones relativos a manejo de bodega:

- Consumo: es la cuantía de unidades de un artículo determinado que son retiradas de un almacén o bodega dentro de un intervalo de tiempo dado.
- Demanda: es la cantidad de un bien o servicio que las personas desean adquirir y se relaciona con el precio del mismo. La diferencia entre consumo y demanda se basa en el hecho de que: el primero se refiere a las unidades despachadas y el segundo a las unidades solicitadas.
- Tiempo de reposición: es el período comprendido entre la detección de la necesidad de comprar determinada cantidad de un repuesto, material o suministro, hasta el momento en que este llega físicamente a la bodega de almacenamiento. Es una magnitud que varía multifactorialmente, donde



estos factores pueden ser: localización del proveedor, tiempos de entrega, trámite administrativo, desde requisición hasta generación de orden de compra, gestión de importaciones y aduanas, disponibilidad de crédito y criticidad del repuesto.

- Curva fundamental de inventarios: es el modelo matemático que relaciona consumo, tiempo de reposición y de pedido.
- Inventario: es la provisión de materiales, repuestos o suministros que tiene como objetivo satisfacer la demanda de los clientes internos de la empresa. Un inventario recopila información histórica de la rotación de cada artículo y permite tomar mejores decisiones.
- Repuesto: es todo componente o subcomponente que necesitan las máquinas o equipos para funcionar a punto.
- Suministro: es todo artículo utilizado por los procesos y subprocesos de la empresa para realizar sus actividades diarias, sin que se requiera un proceso de transformación para su uso.
- Material: es todo artículo que necesita ser transformado o combinado con otros para cumplir su propósito.

Con estos conceptos claros se puede describir de forma general las actividades y responsabilidades de la bodega de almacenamiento. En la tabla XLI, se muestra el análisis del puesto de bodeguero usando la metodología de ROP (responsabilidades, objetivos y puntos críticos) para la descripción y valoración ocupacional.

La información de la tabla XLI se obtuvo mediante la técnica de observación de carácter no científica, directa, participante y semiestructurada. Es decir, la observación se realizó de forma espontánea, estudiando la bodega de forma personal, interactuando con las actividades de la bodega y utilizando una lista de cotejo de los aspectos a evaluar del puesto de trabajo.

Tabla XLI. ROP de puesto de bodeguero

**DATOS GENERALES**

<b>Grupo:</b>	Administrativo	<b>Puesto genérico:</b>	Bodeguero
<b>Departamento:</b>	Mantenimiento	<b>Reporta a:</b>	Paul Morales
<b>Fecha:</b>	Febrero de 2008	<b>Ubicación física:</b>	Domo 5

**MISIÓN DEL PUESTO**

Organizar, coordinar y dirigir las actividades de la bodega de repuestos, suministros y materiales de la Planta Superbia, siendo responsable por el recibimiento, almacenamiento y suministro a los diferentes domos de la empresa.

**FUNCIONES**

Tipo	Responsabilidad	Objetivos	Puntos críticos
<b>Planificación</b>	Organiza y coordina las actividades de la bodega.	<p>Programar las actividades para recepción, despacho de bienes equipos y materiales.</p> <p>Diseñar procedimientos para el préstamo y uso de herramientas.</p> <p>Diseñar hojas de cálculo para el control de entradas y salidas de inventario.</p>	<p>Documentación virtual bien organizada.</p> <p>Administración del tiempo.</p>
<b>Ejecución</b>	Custodia los artículos adquiridos por la empresa en la bodega.	<p>Llevar el control del inventario.</p> <p>Revisar el almacenamiento del equipo, repuestos suministros y materiales.</p> <p>Registrar los movimientos de entradas y salidas.</p> <p>Levantar inventarios físicos de acuerdo a las normas establecidas en su área de adscripción.</p> <p>Comprar repuestos críticos con presupuesto de la caja chica de la unidad.</p> <p>Realizar otras tareas relacionadas con las funciones de la unidad.</p>	<p>Registro histórico de las entradas y salidas.</p> <p>Conocimiento básico sobre elementos mecánicos.</p> <p>Comunicación efectiva con el jefe inmediato.</p> <p>Reportes transversales y longitudinales de inventario.</p>
	Distribuye el espacio físico de la bodega y garantiza la seguridad, orden y limpieza de su área de trabajo.	<p>Realizar tareas de aseo en su área de adscripción.</p> <p>Establecer instrucciones para la disposición física de la bodega según repuesto o materiales.</p>	<p>Cumplimiento de normas de SSO.</p> <p>Codificación de anaqueles y estantes.</p>

Continuación de la tabla XLI.

<b>Tipo Control</b>	<b>Responsabilidad</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Puntos críticos</b>
	Evalúa constantemente la situación de la bodega y las necesidades de materiales de la empresa.	Verificar las órdenes de compra. Reportar a su jefe inmediato los requerimientos de material para su abastecimiento. Dar seguimiento a las herramientas prestadas. Cargar y descargar al sistema BPCS los repuestos críticos.	Dominio de los módulos del programa BPCS relativos a manejo de inventario de mantenimiento. Niveles adecuados de inventario.

### **CÓDIGO DE ÉTICA**

<b>Por materiales</b>	Sí aplica	<b>Por herramientas</b>	Sí aplica
<b>Por dinero</b>	No aplica	<b>Por asuntos confidenciales</b>	No aplica
<b>Por contactos</b>	Sí aplica		

### **CONDICIONES AMBIENTALES Y RIESGOS DE TRABAJO**

<b>Riesgos</b>	El puesto está expuesto a accidente y enfermedad con magnitud de riesgo leve, con posibilidad de ocurrencia media.
<b>Esfuerzo</b>	Demanda un esfuerzo físico de estar parado o sentado constantemente, caminando periódicamente y además, requiere de un grado de precisión manual y visual bajo.
<b>Ambiente</b>	Sitio cerrado bajo techo, generalmente agradable y mantiene contacto con agentes contaminantes tales como polvo, químicos y lubricantes.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

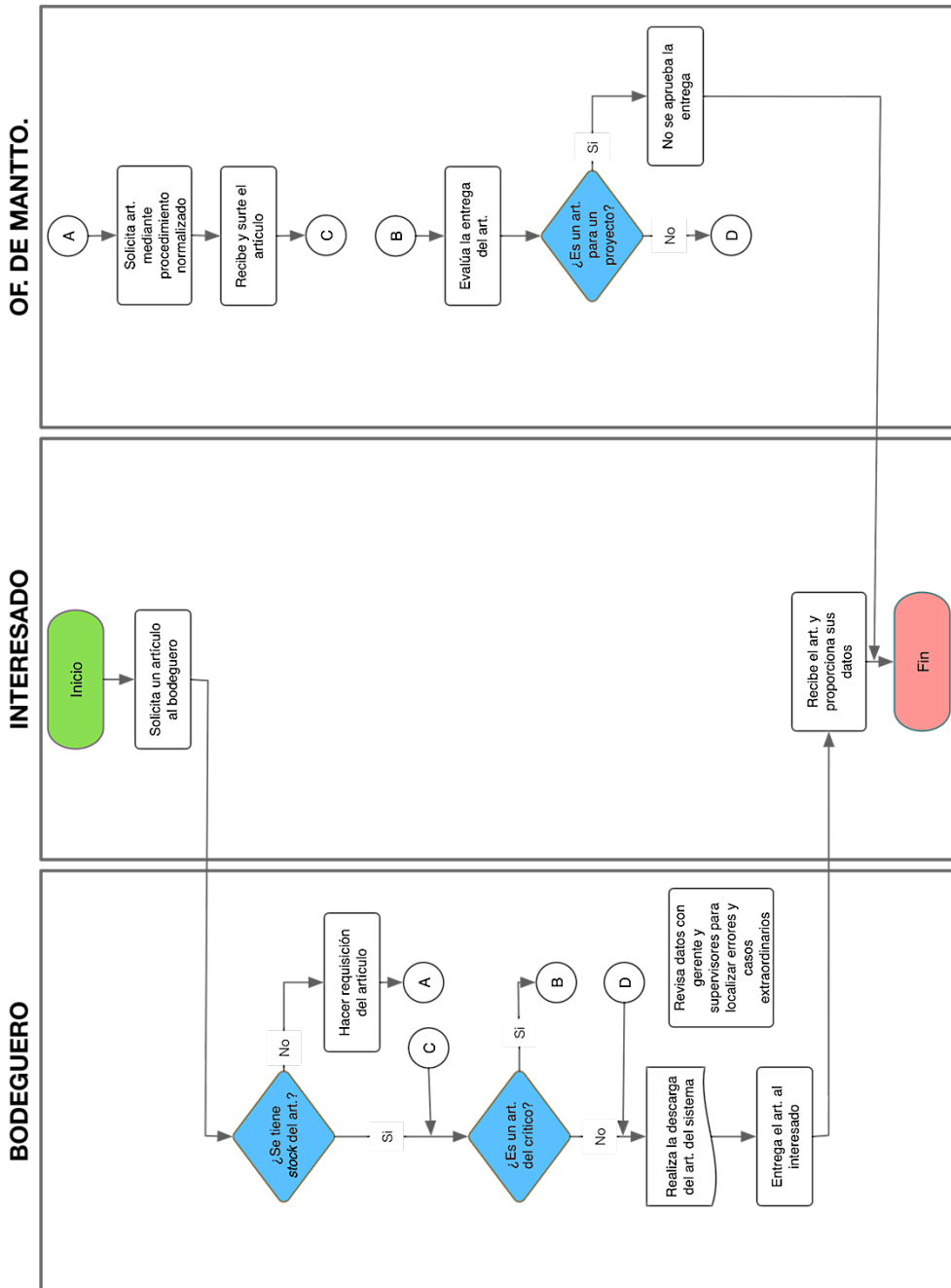
### **3.1.2. Descripción de la metodología actual**

La bodega de repuestos, suministros y materiales de la Planta Superbia se ha adaptado a los cambios administrativos, de personal y de capacidad instalada de la empresa de forma desfasada, provocando acumulación de partes dañadas, desorganización de materiales, pérdida de historial de inventario y falta de *stock* de repuestos críticos.

Desde hace cierto tiempo se retomó el puesto de bodeguero, porque antes se carecía de esta y no hubo encargado de la bodega por un tiempo. Lo anterior ocasionaba que la bodega funcionara de manera incorrecta; un autoservicio de repuestos, sin registro de ingresos y egresos, y latrocinio esporádico de materiales. Actualmente, se cuenta con bodeguero con dominio de informática, pero con poca experticia en áreas como mecánica, neumática, oleoneumática, instalaciones sanitarias y obras civil; por tanto, se le facilita llevar el control de ingresos y egresos, pero se le dificulta localizar repuestos y suministros por especificaciones técnicas.

En el siguiente flujograma de bloque se presenta una aproximación genérica al subproceso de entrega y despacho de artículos de la bodega de la Planta Superbia. Se trabajó bajo la simbología del Instituto Nacional de Normalización Estadounidense, *ANSI* por sus siglas en inglés, y se organizó por bloques para distinguir los agentes que intervienen, en este caso: bodeguero, interesado y oficina de mantenimiento.

Figura 72. Flujograma de entrega y despacho de la bodega



Fuente: elaboración propia, empleando OmniGraffle.

En la figura 72 se denomina interesado a la persona o departamento que solicita un suministro, repuesto o material. Asimismo, cuando se habla de un artículo que pertenece al crítico se refiere a un inventario especial que mantiene el departamento de mantenimiento, bajo requisición en BPCS con el departamento de compras.

El registro de ingresos y egresos se lleva actualmente en una hoja de cálculo, bajo una aproximación tosca al sistema de base de datos ABC: altas, bajas y cambios. En la captura de pantalla luego de este párrafo, se observa la tabla que se usa actualmente para llevar el historial de salidas (bajas) de artículos de la bodega.

Figura 73. Hoja de cálculo para registro de bajas del inventario

FECHA	PERSONA QUE SOLICITA	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O MATERIAL	MEDIDA	CANTIDAD	EN DONDE LA USARA	DEPARTAMENTO / DOMO
14-02-17	ARNOLDO ALVARES	ACEITE HIDRAULICO 10W30	GALON	2-ene	YALE DE PBS	DOMO 14
	NELSON GIL	VALVULA PARA LLANTA	UNIDAD	2	USO EN CARRETONES	GENERAL
	BRAYAN PINEDA	ELECTRODO 6013 1/8	LIBRA	2	TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	GENERAL
14/07/15	MAURICIO GARCIA	CLAVOS 2 1/2	LIBRA	6	REPARACION TARIMAS	GENERAL
14/07/15	ABIMAEEL RUIZ	Guates de cuero rojos	par	1	Para Hornos	DOMO 14
14/07/15	Juan Carlos Figuero	1 Bobina de papel craf	Bobina	1	Planta de Tratamiento	DOMO 11
14/07/15	Juan Carlos Figuero	cepillos de alambre	UNIDAD	2	Planta de Tratamiento	DOMO 11
14/02/2017	MACO GOMEZ	Electrovalvula	UNIDAD	1	Llenadora de cubeta	DOMO 8
14/2/2017	CARLOS YANTUCHE	FLEJE	ROLLO	4	PRODUCCION	DOMO 14
15-02-17	ANGEL ORTIZ	CABLE NO. 14	ROLLO	1	iluminacion cuarto de bombas	GENERAL
15-02-17	ANGEL ORTIZ	CABLE NO. 12	ROLLO	1	iluminacion cuarto de bombas	GENERAL
15-02-17	ANGEL ORTIZ	FLIPON 125 AMPERIOS	UNIDAD	1	FLIPON PARA COMPRESOR CHINO	DOMO 8
15-02-17	LUIS LOPEZ	DISCO DE CORTE DE 9"	UNIDAD	1	CARRETLILLAS DE MATERIA PRIMA	DOMO 10
15-02-17	LUIS LOPEZ	ELECTRODO 6013 1/8	LIBRA	3	CARRETLILLAS DE MATERIA PRIMA	DOMO 10
15-02-17	CARLOS ARDON	MANGUERA 1/4	METRO	7	PLANTA TRAMIENTO	DOMO 11
	EDGAR MORALES	NIPLE DE 4*4	UNIDAD	1	MODIFICACION EN TANQUE DE ESCOLT 3	DOMO 8
	EDGAR MORALES	SILICONE TRANSPARENTE	UNIDAD	1	MODIFICACION EN TANQUE DE ESCOLT 3	DOMO 8
16-02-17	LUIS LOPEZ	ELECTRODO 6013 1/8	LIBRA	2	CAZLAR UN EJE DEL TANQUE DE LATEX	DOMO 8

Fuente: Planta Superbia, bodega de repuestos, suministros y materiales.

Este control del inventario recién se lleva implementando desde septiembre de 2016. Además, recientemente se está introduciendo a la bodega el control ABC por medio de BPCS, un complejo de aplicaciones modulares utilizadas por el departamento de materia prima.

Un Sistema de Planeación de Negocio y Control, BPCS por sus siglas en inglés, es un conjunto aplicaciones que fueron diseñadas para funcionar por sí mismas o como módulos para ayudar a una empresa, industria o manufacturera en la gestión de operaciones y administración. BPCS se usa en conjunto por el departamento de mantenimiento y de compras para la requisición de artículos, generación de órdenes de compra (OC), recepción física, carga y descarga de artículos de la bodega virtual por despacho físicos. Este *software* está diseñado para entornos de escritorio Windows para trabajar con cliente/servidor.

Aunque BPCS es un *software* potente para la gestión de una empresa, no es útil para la proyección de demanda de la bodega, manejo de niveles óptimos de inventario y estimación de tiempos de reabastecimiento. Además, su arquitectura es un poco tosca, presenta dificultad para usar y maneja una interfaz retro al puro estilo Windows 98; estos son puntos negativos muy evidentes.

### **3.1.3. Estudio de las instalaciones físicas de la bodega**

En cuanto a la ubicación física de la bodega, esta se localiza dentro de las instalaciones del domo 5, taller electromecánico, ocupa aproximadamente 40 metros cuadrados, distribuidos entre la planta baja y el entrepiso. Respecto al suelo, este es de concreto fundido con recubrimiento de pintura epóxica. Además, la bodega se encuentra cercada por malla para protección de los materiales, suministros y herramientas que se almacenan.

En cuanto a la infraestructura, la bodega comparte el techo y paredes con el domo 5, por tanto, todo sigue una línea de nave industrial: levantado de mampostería de 1,30 metros aproximadamente, cerramientos horizontales de lámina troquelada de sección trapezoidal, tipología de marcos estructurales con vigas I y techo a dos aguas con caballete de ventilación.

En relación a la distribución del espacio físico, los artículos se almacenan en estanterías de metal, divididas vertical y horizontalmente. Además, para la ubicación rápida de los artículos, cada estante se identifica con un numeral y cada módulo de igual forma; este sistema está en fase muy prematura. Por ejemplo, los cojinetes 6200 se ubican en la estantería 5, módulo 3. Por su lado, los pasillos entre estanterías son mínimos, aproximadamente de 0,60 metros, con iluminación insuficiente que genera sombras indeseadas. Finalmente, el bodeguero cuenta con un escritorio amplio y una computadora que cuenta con Windows XP, BPCS, Zimbra Mail para correo corporativo y conexión a la red corporativa.

En las figuras 74, 75 y 76, se presentan unas fotografías de la situación actual de las instalaciones de la bodega. Se pueden observar las estanterías, calidad del suelo, de las luminarias fluorescentes y del mobiliario.



Figura 74. **Estanterías de planta baja de la bodega de Planta Superbia**



Fuente: Planta Superbia, bodega de repuestos, suministros y materiales.

Figura 75. **Estanterías del entepiso de la bodega de Planta Superbia**



Fuente: Planta Superbia, bodega de repuestos, suministros y materiales.

Figura 76. **Detalle de estanterías, pasillo y luminarias de la bodega de Planta Superbia**



Fuente: Planta Superbia, bodega de repuestos, suministros y materiales.

#### **3.1.4. Listado y descripción general de suministros, herramientas y repuestos**

Debido a la cantidad de equipos que dan potencia a los procesos claves y, asimismo, los subprocesos que los conforman, se manejan varios tipos de repuestos, suministros y materiales. Recalcando, cada domo tiene sus propias necesidades inherentes a sus subprocesos misionales y de soporte, lo que resulta en *inputs* personalizados que deben satisfacer materia prima, proveedores directos y, quien compete en este caso, la bodega.

Con base en principios de simplicidad, experticia del ingeniero de mantenimiento y del asistente de mantenimiento, priorización y lluvia de ideas estructurada, se seleccionaron los repuestos de mayor rotación, suministros de mayor consumo y las herramientas de mayor uso. En la tabla XLII, se presentan los resultados de este ejercicio:

**Tabla XLII. Descripción general de artículos prioritarios de la bodega**

Nombre	Descripción genérica	Magnitud	Lugar de uso	Costo	Cantidad demandada
<b>Suministros</b>					
Plástico estirable ( <i>stretch film</i> o fleje)	Plástico de embalaje para proteger los depósitos de pintura de la suciedad y la intemperie.	Caja (cuatro rollos por caja)	Domo 8 Domo 14	Q 220,00	20 cada mes
Cuerda de polietileno (pita)	Cordón de plástico compuesto de monofilamentos trenzados de polietileno de alta densidad, usado para amarrar los polines y asegurar las cajas a las tarimas.	Rollos	Domo 8 Domo 14	Q 65,00	10 cada 3 meses
Organdí (organdil)	Tejido ligero de material sintético, transparente y semirrígido, se usa como tamiz para reproceso de pintura.	Yarda	Domo 14 Domo 8	Q 12,00	9 cada 2 meses

Continuación de la tabla XLII.

Nombre	Descripción genérica	Magnitud	Lugar de uso	Costo	Cantidad demandada
Hilo cruceta para desbrozadora (pita para desbrozadora)	Cordel plástico para cortar grama, pasto y hierbas.	Rollo	Taller	Q. 50,00	1 cada 6 meses
Clavos de 2,5 in	Clavos metálicos para reparación de tarimas dañadas.	Libra	Domo 8 Domo 14	Q 3,65	50 cada 2 meses
Boletas de traslado de producto de operaciones	Documentos para autorizar u controlar el traslado de producto físico de alto volumen a operaciones.	Paquete (diez mil unidades)	Domo 8	Q 850,00	1 cada mes
Electrodos para soldadura	Dispositivos que conducen la electricidad y actúan como metal de aporte. Aquí se clasifican los electrodos para arco eléctrico más comunes.	Libra	Taller	Q 11,65 a Q 15,00	Variable
Juego de brocas	Pieza metálica de corte para hacer perforaciones circulares.	Set	Taller	Q 150,00 a Q 1 000,00	Variable
Aceite VG 220	Lubricante para cajas reductoras.	Tonel	Taller Domo 8 Domo 14 Domo 12	Q 850,00	1 cada 2 meses
Aceite 15W40	Lubricante para cajas de transmisión	Tonel	Taller	Q 550,00	1 cada 2 meses

Continuación de la tabla XLII.

Nombre	Descripción genérica	Magnitud	Lugar de uso	Costo	Cantidad demandada
Grasa EP 2	Lubricante multipropósito para cojinetes, bujes, chumaceras, torres de montacargas, entre otros.	Cubeta	Taller Domo 8 Domo 14 Domo 12	Q 330,00	1 cada 3 meses
Refrigerante Glicol	Aditivo anticongelante que reduce el punto de solidificación del agua, se usa en radiadores y en tanques de <i>chiller</i> .	Galón	Taller Domo 14	Q 35,00	5 galones cada 3 meses
<b>Herramientas</b>					
Machuelos	Pieza metálica dentada para hacer roscas hembra.	Unidad	Taller	Q 65,00 a Q 350,00	Variable
Pulidora disco	Herramienta de corte.	Unidad	Taller	Q 2 500,00	Variable
Dados de roscadora	Pieza metálica dentada para hacer roscas en tubos.	Unidad	Taller	Q 450,00	Variable
Llaves de tuercas	Herramienta para quitar y apretar tuercas hexagonales.	Juego	Taller	Q 750,00	Variable
Copas 3/8 a 1-1/4	Complemento de <i>ratch</i> para aplicar torsión sobre tornillos.	Juego	Taller	Q 800,00	Variable

Continuación de la tabla XLII.

Nombre	Descripción genérica	Magnitud	Lugar de uso	Costo	Cantidad demandada
<b>Repuestos</b>					
Cojinetes	Elementos mecánicos que sirven como puntos de apoyo de ejes y árboles, permitiendo sostener su peso, guiarlos en su rotación y evitar deslizamientos.	Unidad	Taller Domo 8 Domo 14 Domo 12 Domo 11	Q 65,00 a Q 3 000,00	Variable
Chumaceras	Cojinetes ensamblados en una jaula protectora.	Unidad	Taller Domo 8 Domo 14 Domo 12 Domo 11	Q 100,00 a Q 3 000,00	Variable
Retenedores	Elementos para mantener los fluidos contenidos.	Unidad	Taller Domo 8 Domo 14 Domo 12 Domo 11	Q 10,00 a Q 200,00	Variable
Filtros	Elemento que limpia la suciedad y partículas contaminantes del aire y aceite.	Unidad	Taller Domo 8 Domo 14 Domo 12 Domo 11	Q 65,00 a Q 250,00	Variable
Neumáticos	Llantas para montacargas y vehículos de la planta.	Unidad	Taller Domo 8 Domo 14 Domo 12 Domo 11	Q 300,00 a Q 850,00	Variable

### Continuación de la tabla XLII.

Nombre	Descripción genérica	Magnitud	Lugar de uso	Costo	Cantidad demandada
Fajas	Elementos para la transmisión de potencia entre poleas.	Unidad	Taller Domo 8 Domo 14 Domo 12 Domo 11	Q 40,00 a Q 4 500,00	Variable

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Nótese lo siguiente de la tabla XLII; en la primera columna se denota el nombre técnico del elemento, incluyendo en paréntesis ya sea el barbarismo o el término del sociolecto electromecánico. Asimismo, en lugares de uso se seleccionaron los domos en donde el empleo del artículo es más común, con el fin de simplificar la información. Además, el listado anterior es un resumen del listado basal con el que se trabajó para el análisis de la bodega con el propósito de: reducir el tamaño de la tabla, no sobrecargar con información este documento y, también, no se considera necesario detallar artículos de dominio común (como tornillos, roldanas, roscas, pernos de anclaje y accesorios para tubería PVC).

#### **3.1.5. Jerarquización actual de los elementos de la bodega**

Actualmente no existe jerarquización de los artículos en la bodega, se trabaja únicamente revisando que falta o que artículos están prontos a terminarse. En otras palabras, no hay metodología que oriente sobre los elementos que deben siempre estar con niveles excelentes en almacén.

### 3.1.6. Listado y clasificación de elementos considerados de inventario *pull* o inventario *push*

Primero es conveniente definir los dos modelos más usuales para la gestión de inventarios en un almacén. En el inventario *push* tiene como objeto mantener siempre existencias el artículo, por el contrario, en caso del inventario *pull* el artículo solo se requisiona hasta que el cliente (técnico, operario o ingeniero) lo demanda. Con los conceptos en mente, sin ir más lejos se presenta la tabla de clasificación:

Tabla XLIII. Clasificación de artículos del almacén en *pull/push*

núm.	ARTÍCULO	PUSH	PULL	OBSERVACIONES
1	Cojinetes para motor eléctrico	✓		Su costo es bajo y se cuenta con varios equipos que dependen de motores AC.
2	Cojinetes para dispersor		✓	Su costo es muy elevado y fallan por falta de engrase.
3	Fajas para dispersor	✓		Son económicas y tienden a fallar rara vez.
4	Fajas para dispersor de polea variable		✓	Son costosas y rara vez fallan.
5	Aceite para motor diésel	✓		Forma parte del presupuesto mensual y su uso es constante por los montacargas.
6	Aceite para caja automática	✓		Ídem.
7	Aceite hidráulico	✓		Ídem.
8	Aceite para motor gasolina	✓		Ídem.
9	Filtros para aceite de motor	✓		Tienen una demanda periódica y son más económicos en pedidos voluminosos.
10	Filtros para aire	✓		Ídem.
11	Filtros para aceite hidráulico	✓		Ídem.
12	Filtros para aceite de caja	✓		Ídem.



Continuación de la tabla XLIII.

núm.	ARTÍCULO	PUSH	PULL	OBSERVACIONES
13	Trapo industrial	✓		Su consumo es elevando, especialmente para labores de limpieza y preventivos.
14	Cojinetes para cajas reductoras		✓	Su costo no es elevado pero su probabilidad de avería es baja.
15	Retenedores blandos	✓		Son muy utilizados y su costo es bajo, aunque por la diversidad de tamaños es difícil mantener <i>stock</i> .
16	Retenedores rígidos		✓	Son sólo algunos equipos que los utilizan y existen de diversas medidas; todavía no se cuenta con catálogo de los requeridos por los equipos.
17	Sellos mecánicos monoresorte		✓	Su probabilidad de avería es baja, con el respectivo cuidado de operación y los proveedores lo tiene en <i>stock</i> .
18	Sellos mecánicos especiales de fuelle	✓		Su costo es muy elevado y es más conveniente repararlos que remplazarlos por su alto tiempo de entrega.
19	Espárragos de HN		✓	Su costo es bajo y su uso es para equipos específicos; cuando se demanda se compra una cantidad adicional para mantenerla en bodega.
20	Grasa EP 2 multipropósito	✓		Forma parte del presupuesto mensual asignado y su uso es variado; tiene un costo bajo porque se compra de marca barata.
21	Grasa EP 2 alta temperatura y alta velocidad	✓		Su costo es elevado pero es utilizada en preventivos bimestrales de dispersores y trimestrales de molinos horizontales.
22	Refrigerante al 5 % con aditivos	✓		Se utiliza para nivelar el fluido de los radiadores en montacargas y tractores; se usa en pocas cantidades, pero se debe comprar por mayor para conseguir buen precio.

Continuación de la tabla XLIII.

No.	ARTÍCULO	PUSH	PULL	OBSERVACIONES
23	Lija de agua	✓		Se utiliza para pulir piezas y es muy inconveniente comprar por trozos pequeños.
24	Lija de madera	✓		Ídem.
25	Juntas de expansión o manguera metálica de inox		✓	Es poco común que presenten fugas y además, su precio es elevado.
26	Manguera para aire comprimido de 10 mm	✓		Muy usada para reparaciones de envasadoras y para garantizar que no haya paros prolongados, por este repuesto, se mantiene un <i>stock</i> .
27	Cable conductor		✓	Se mantiene en almacén para varios calibres, la mayoría por sobrante de proyectos de lo contrario se compra por solicitud de los técnicos.
28	Kit húmedo para bombas de diafragma	✓		Su costo es elevado pero se requiere para el servicio mensual de las bombas de las cuales se posee más de cinco en la planta.
29	Kit seco para bombas de diafragma		✓	Tiene un costo muy elevado y probabilidad de falla es baja, siempre y cuando se limpie el equipo periódicamente.
30	Aceite para caja reductora	✓		Forma parte del presupuesto mensual asignado y su uso es variado; se compra por cantidad por las condiciones de entrega del proveedor.
31	Cemento		✓	Se compra para ser usado en proyectos de obra civil.
32	Mortero para pegado de pisos		✓	Ídem.
33	Cal hidratada	✓		Se usa para proyectos de obra civil, marcado del campo de futbol y tratamiento de aguas residuales; costo bajo y es mejor por pedidos grandes.

Continuación de la tabla XLIII.

No.	ARTÍCULO	PUSH	PULL	OBSERVACIONES
34	Agregados finos		✓	Incluye arena, grava y piedrín; bajo pedido para proyectos de obra civil porque no hay lugar especial para su almacenaje.
35	Chumaceras		✓	Su uso es muy puntual y generalmente son costosas.
36	Estopa teflonada	✓		Funciona como sello para bombas y émbolos; se debe remplazar periódicamente y por el tiempo de entrega es mejor comprar varias libras manteniendo <i>stock</i> .
37	O-rings		✓	Se compran kit de diversas medidas y cuando no hay uno en especial, se manda a comprar.

Fuente: Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En la tabla XLIII se nombran los artículos de forma genérica por simplicidad. Además, son una selección de los artículos considerados más importantes por la gerencia de mantenimiento, asimismo, debe ajustarse por las limitaciones de tiempo del EPS. También en la tabla se incluye una columna (observaciones) donde se detalla la razón del porqué el artículo se considera *push* o *pull*.

Por otro lado, la información se obtuvo por medio de observación directa del subproceso, entrevista con el gerente de mantenimiento, con el encargado de compras y con los técnicos del taller electromecánico. Las entrevistas y las observaciones se anotaron en un cuaderno de notas, para posteriormente procesar la información en la computadora.

### **3.1.7. Niveles actuales y registros históricos del inventario**

En el apéndice 1 se presentan los datos proveídos por el bodeguero, aunque para un buen estudio se requieren 18 meses de datos ininterrumpidos, solo se cuenta con información desde septiembre a diciembre 2016. Además, los datos fueron entregados en bruto en hojas de cálculo y se procesó la información para resumirla, analizarla y simplificarla.

Primero, para aclarar las abreviaturas usadas: est. es por estantería y mód. por módulo. Segundo, la escritura y la descripción de repuestos viene dada por el encargado de bodega. Tercero, en este informe solo se incluye la tabla del inventario de diciembre por razones obvias de espacio.

### **3.2. Propuesta de plan para el manejo del inventario**

Después de ver toda la información lograda con el diagnóstico, se procedió a plantear la propuesta para la mejora de las condiciones de la bodega de repuestos, suministros y materiales. El plan se basa en la información conseguida hasta la fecha y se tienen muchas limitaciones que no permiten un análisis completo:

- No hay registros históricos suficientes del almacén, porque se requiere mínimo 18 meses.
- Aún no hay una limpieza intensiva de la bodega, aunque ha habido muchos progresos desde que se inició el EPS.
- No hay un *software* apropiado para manejo de bodegas.
- El tiempo dedicado del EPS se enfocó más en la primera fase.

Con lo anterior establecido se desarrolla la propuesta en los siguientes incisos.

### 3.2.1. Diseño del método para clasificación de reparable / consumible de los elementos de la bodega

Según muchos autores, es la clasificación más importante para la gestión de materiales de mantenimiento y operación dentro de una empresa. Esta clasificación describe los artículos que se pueden reparar y volver a usar, en cambio los consumibles son aquellos que pierden su valor desde el primer uso.

Se propone la siguiente lista de cotejo para definir que artículos son reparables o consumibles. Si todas las respuestas son positivas, el artículo se considera como reparable, por tanto, no debe haber inventario de este elemento y, en contraparte, debe tenerse contacto con los proveedores de la reparación, remozamiento y los procedimientos definidos para agilizar el servicio.

Tabla XLIV. Lista de cotejo para determinar clasificación de artículo

Factores a evaluar	SI	NO
¿Es posible reparar el artículo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Es más barato repararlo que comprar uno nuevo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Los tiempos de espera para reparación son viables?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Puede servir el artículo dañado como repuesto a futuro?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Un ejemplo es un sello mecánico de fuelle metálico. Con un costo de adquisición de Q 8 000,00 y que cuesta repararlo Q 350,00, la decisión es bastante trivial. Además, el proveedor no cuenta con estos sellos en *stock*, lo que

alarga más los períodos de paro forzado por avería. Por tanto, un sello mecánico de fuelle, para la bomba de resina, es clasificado como reparable.

Otro ejemplo es una bomba de aceite hidráulico para montacargas. Tiene un costo aproximada de Q 14 000,00 y la reparación alrededor de Q 500,00 más el gasto en empaques. Pero hay riesgo de que la reparación no funcione y los montacargas son equipos críticos, por lo tanto, es un artículo consumible *push*.

### **3.2.2. Diseño de modelo para la jerarquización de los elementos de acuerdo a su demanda y criticidad**

Para este modelo se recomienda usar la clasificación ABC, no confundir con altas, bajas y cambios, y complementarlo con el método de grupos de criticidad. El primer modelo se basa en el principio de Pareto y en la tabla XLV se expresa el significado de ABC:

Tabla XLV. **Clasificación ABC para jerarquizar elementos de almacén**

TIPO	NIVEL DE INVENTARIO	DIFICULTAD DE ADQUISICIÓN	STOCK RESPECTO A DEMANDA
<b>A</b>	Excelente 75 % del inventario 10 % de la demanda	Difícil	1,25 veces
<b>B</b>	Medio 20 % del inventario 35 % de la demanda	Baja	0,75 veces
<b>C</b>	Mínimo 5 % del inventario 55 % de la demanda	Fácil	0,35 veces

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El modelo ABC para jerarquizar tiene dos bases: cantidad demandada y el costo del artículo. Debido a lo variable que pueden ser los costos, se usan precios fijos en un período de tiempo y se desprecian otros factores (*ceteris paribus*). Para este modelo el monto económico es el concepto más importante para definir la categoría A, B o C de cada elemento del almacén.

Como se expresó anteriormente se necesita el dato de por lo menos 18 meses de inventario para obtener resultados significativos, confiables y válidos. Por tanto, se presenta un ejemplo para que después sea replicable; este se basa

en los repuestos y suministros para un montacargas diésel, debido a que los mismos pueden ser proyectados por las horas de servicio ajustadas a meses.

Tabla XLVI. **Cálculo de clasificación ABC**

ARTÍCULO	N	COSTO	Y	X	W	V	Z	TIPO
Llantas neumáticas	2	Q 850,00	<b>Q1 700,00</b>	11,11 %	31,47 %	<b>11,11 %</b>	<b>31,47 %</b>	<b>A</b>
Filtro de aceite para motor	6	Q 252,31	<b>Q1 513,86</b>	11,11 %	28,03 %	<b>22,22 %</b>	<b>59,50 %</b>	
Filtro de aceite para caja	4	Q 145,00	<b>Q 580,00</b>	11,11 %	10,74 %	<b>33,33 %</b>	<b>70,24 %</b>	<b>B</b>
Filtro de aceite hidráulico	4	Q 120,00	<b>Q 480,00</b>	11,11 %	8,89 %	<b>44,44 %</b>	<b>79,13 %</b>	
Aceite para caja automática	4	Q 84,66	<b>Q 338,64</b>	11,11 %	6,27 %	<b>55,55 %</b>	<b>85,40 %</b>	
Aceite para motor	6	Q 55,00	<b>Q 330,00</b>	11,11 %	6,11 %	<b>66,67 %</b>	<b>91,51 %</b>	
Refrigerante	4	Q 55,27	<b>Q 221,08</b>	11,11 %	4,09 %	<b>77,78 %</b>	<b>95,60 %</b>	<b>C</b>
Filtro de aire	4	Q 51,94	<b>Q 207,76</b>	11,11 %	3,85 %	<b>88,89 %</b>	<b>99,44 %</b>	
Luces	2	Q 15,00	<b>Q 30,00</b>	11,11 %	0,56 %	<b>100,00 %</b>	<b>100,00 %</b>	
<b>Total</b>	<b>36</b>		<b>Q5 401,34</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

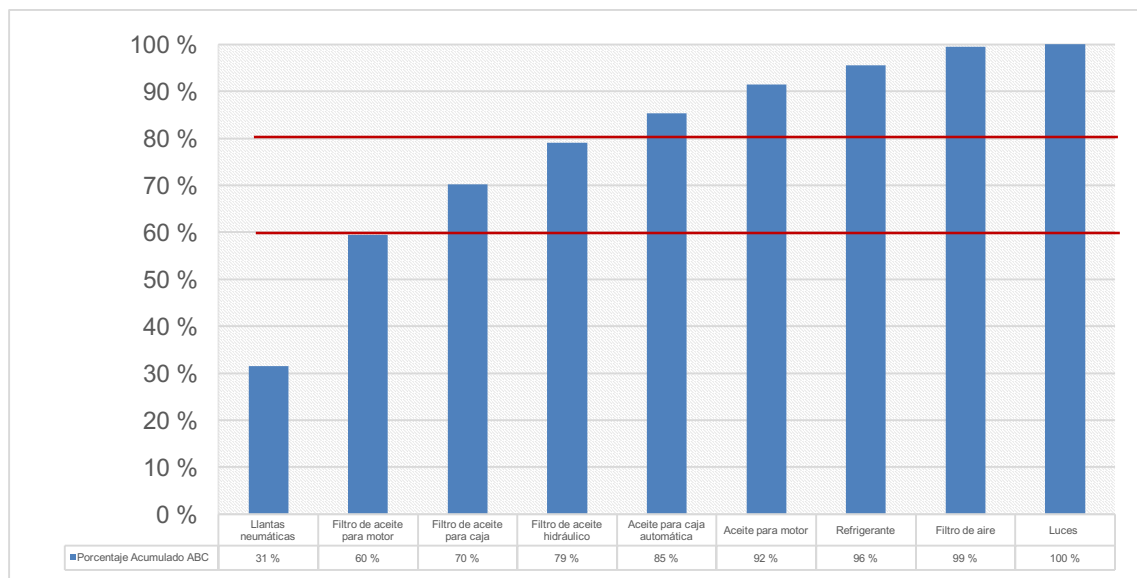
Las letras usadas en las columnas de la tabla, se explican a continuación:

- N: cantidad de artículos demandados anualmente.
- Y: monto monetario económico que representa ( $Y=N \times \text{COSTO}$ ).
- X: porcentaje de participación de cada artículo ( $X=1/\text{núm. de ítems}$ ).
- W: porcentaje de participación monetaria de cada artículo ( $W=\text{COSTO}/\text{Total columna Y}$ ).
- V: porcentaje acumulado de X.
- Z: porcentaje acumulado de W.



El siguiente paso es hacer la clasificación usando los criterios siguientes: el porcentaje acumulado hasta el 60 % son tipo A, hasta el 80 % son tipo B y el resto es tipo C. Además, con estos resultados es posible graficarlos para visualizarlos mejor.

Figura 77. **Gráfico de barras con los resultados de la clasificación ABC**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Como se observa en el gráfico estadístico de barras, bajo la línea roja del 60 %, se encuentran los repuestos que deben mantenerse con un nivel de inventario excelente; para los repuestos entre las líneas del 60 y el 80 %, se debe controlar el *stock* de manera menos estricta y bajo criterio profesional; y el resto, no deben controlarse estrictamente y pueden manejarse con *stock* mínimo, una unidad es lo recomendable.

Las conclusiones del párrafo anterior no son definitivas o completas, pues aún no se considera la criticidad de los repuestos o tiempos de reabastecimiento de los mismos. Para esto, se recurre a elaborar la matriz de criticidad y contraponerlo a la clasificación ABC.

Tabla XLVII. **Matriz de clasificación de artículos por criticidad-ABC**

	1	2	3
A	Filtro de aceite para motor Llantas neumáticas		
B		Filtro de aceite para caja automática	Filtro de aceite hidráulico
C	Aceite para motor	Filtro de aire	Luces Refrigerante Aceite para caja automática

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En la tabla XLVII se desarrolla el ejemplo para los datos del montacargas. Para este método de criticidad se asignan grupos del 1 al 3, donde 1 es el más crítico y 3 el menos crítico. Consecuentemente se deben generar los criterios para definir los grupos, en este ejemplo, se consideran más críticos los repuestos que son difíciles de abastecer por los proveedores. Un ejemplo puntual, los filtros

de aire solo se pueden comprar con un proveedor de China y la entrega lleva más de dos meses desde la requisición.

Con base en estos ejemplos se deben seguir los lineamientos y aplicarlo a todos los repuestos, suministros y materiales de la bodega de Planta Superbia. Para lograr esto, se capacitó al encargado de bodega para que almacene todos los datos necesarios, para que él mismo realice el ejercicio al contar con registros histórico de 18 meses.

### **3.2.3. Propuesta para la distribución de estanterías**

Para llevar la distribución de la estantería se respetará el paradigma actual que lleva el encargado de bodega, es decir, cada estante se representa con un número y cada módulo con numeración siguiendo la dirección: arriba-abajo e izquierda-derecha. Solo se propone mejorar lo siguiente:

- Agregar numeraciones e identificaciones visibles con acrílicos. Actualmente se señalizan los módulos con cinta adhesiva blanca.
- Crear una base de datos que agrupe los repuestos similares en documentación accesible para todos, en caso no esté presente el bodeguero.
- Diagramar en forma de bosquejo en planta, las estanterías para visualizar la ubicación de repuestos, suministros y materiales.
- Para mejorar las condiciones de iluminación en los estantes, se debe usar bombillas de led para que la visualización de los módulos sea apropiada.

#### **3.2.4. Propuesta para la codificación alfanumérica de los elementos**

Se implementó el control por medio de BPCS y se van creando códigos numéricos para cada artículo, por tanto, se propone adoptar estas identificaciones y combinarlas con su ubicación en la estantería. Por ejemplo: Un cojinete 6200 2Z C3, tiene código BPCS 106200 y se ubica en el estante 5 y módulo 3, por consiguiente, la codificación sería: 106200-5-3.

#### **3.2.5. Propuesta para la métrica y seguimiento del plan**

Para medir lo efectivo del plan se puede utilizar contar los días de paros asociados a un equipo por la falta de repuestos. Es decir, usando los datos de las OT para determinar el retraso en preventivos y correctivos debido a falta de repuestos, suministros o materiales.

Para determinar los estándares para comparar, se recomendó tomar la medición durante un mes de los retrasos por falta de existencias en horas. Además, calcular el promedio por tipo de activo y establecer una meta razonable.

Por ejemplo, para un filtro de aceite de montacargas se tarda dos semanas en obtenerlo, mientras se retrasa el preventivo por dicho tiempo más los días que se necesitan para programar el paro (generalmente un montacargas solo es asequible un fin de semana) y ejecutarlo. Por tanto, si el retraso es menor de una semana se puede considerar un éxito.

### 3.3. Costos de propuesta

Los costos de la propuesta son más de oportunidad que de materiales, por tanto, se considera un proyecto factible pero que absorbe tiempo y recursos técnicos. En la tabla XLVIII se muestran los costos asociados a la ejecución de la propuesta:

Tabla XLVIII. **Costos de las actividades de formación**

HUMANO	CANTIDAD	COSTO
Bodeguero	1	Q 2 893,21
	TOTAL	Q 2 893,21

MATERIALES Y TÉCNICOS	CANTIDAD	COSTO
Acrílico (metros cuadrados)	300	Q 7 500,00
Impresiones	100	Q 25,00
Luces LED	8	Q 550,00
	TOTAL	Q 8 075,00

**COSTO TOTAL**

Q 10 968,21

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## **4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN**

### **4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación**

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado se consideró el área formativa y de capacitación durante la ejecución de todas las actividades, tanto para los trabajadores como para el epesista. Como expresó Immanuel Kant: “Tan solo por la educación puede el hombre llegar a ser hombre. El hombre no es más que lo que la educación hace de él”, por tanto, es necesario generar procesos educativos que desarrollen competencias declarativas, procedimentales y actitudinales en los involucrados del EPS.

#### **4.1.1. Selección del grupo objetivo**

Primero se procedió a seleccionar el personal que iba a ser sujeto de la capacitación con el fin de delimitar a los potenciales educandos y diseñar de mejor manera los elementos de evaluación diagnóstica, planificación educativa y técnicas de enseñanza-aprendizaje.

Por recomendación del ingeniero gerente de mantenimiento, se trabajó con el grupo de trabajadores con plaza fija del taller electromecánico. Aunado a lo anterior y debido a la implementación del programa computacional *CMMS CWorks*, como parte de la primera fase del EPS, se requirió capacitar al personal del taller para que se familiarizaran con llenado de OT; por tanto, el personal del departamento de mantenimiento fue la opción más evidente.

#### **4.1.2. Diseño de la evaluación diagnóstica**

En todo proceso educativo y de formación se requiere de una evaluación diagnóstica para tener una línea basal y lograr identificar los conocimientos previos con los que cuentan los educandos. Además, una prueba diagnóstica bien diseñada permite detectar áreas que necesitan reforzamiento y, según las dimensiones que abarque aspectos más afectivos de los educandos.

Basado en los principios del constructivismo por autores como David Paul Ausubel y la teoría de las inteligencias múltiples por Howard Gardner, se diseña una evaluación para detectar necesidades de capacitación orientada a competencias. Para estar en un mismo contexto, es conveniente definir qué es competencia: un saber hacer en el contexto, es decir, el conjunto de procesos cognitivos, valores, actitudes y motivaciones que un individuo pone a prueba en una aplicación o resolución de problemas.

Las competencias según la taxonomía propuesta por el Mineduc, pueden clasificarse como declarativas (saber), procedimentales (saber hacer) y actitudinales (saber ser). Asimismo, debido a la gran cantidad de competencias demandadas en un puesto operativo para el taller de mantenimiento, se recurre a agruparlas por perfiles. Por tanto, los perfiles seleccionados quedarían de la siguiente manera:

Tabla XLIX. **Perfiles de puestos laborales para el taller electromecánico**

PERFIL	COMPETENCIA	DEFINICIÓN	IMPORTANCIA
 <b>Soldador</b>	Soldadura	Realizar actividades de soldadura mediante el uso de tecnologías y equipos, como oxigas, arco voltáico, TIG y MIG, organizando las tareas previas para el proceso de soldadura y corte de materiales, es decir, identificar materiales, dimensiones de cordones y tipo de soldadura.	Alta.
 <b>Albañil</b>	Albañilería	Realizar obras civiles, desde la cimentación, obra gris, obra blanca y acabados finales, con conocimientos básicos de cálculos de dosificaciones, morteros, tiempos de fraguado y estructuras.	Media.
 <b>Electricista</b>	Electricidad (residencial e industrial)	Cablear conductores, instalar y conectar aparatos, según procedimientos de la empresa y normas de seguridad, trabajando en condiciones de baja tensión hasta 10 kW de potencia total instalada, sin alimentadores.	Alta.
 <b>Fontanero</b>	Fontanería (instalaciones hidráulicas y sanitarias)	Instalar artefactos sanitarios verificando presiones y realizando pruebas de funcionamiento, asimismo, es capaz de instalar y reparar cañerías y tuberías para la correcta circulación de agua, según procedimientos de la empresa y normas de seguridad.	Alta.



Continuación de la tabla XLIX.

PERFIL	COMPETENCIA	DEFINICIÓN	IMPORTANCIA
 <b>Mecánico de motores</b>	Mecánica de motores	Ejecutar actividades de mantenimiento en motores de equipos e instalaciones de acuerdo a procedimientos establecidos y empleando el equipamiento, las herramientas, repuestos y materiales disponibles para mantenimiento.	Alta.
 <b>Mecánico general</b>	Mecánica general	Ejecutar actividades de mantenimiento correctivo y preventivo de equipos e instalaciones de acuerdo a procedimientos establecidos y empleando el equipamiento, las herramientas, repuestos y materiales disponibles para mantenimiento.	Alta.
 <b>Informático</b>	Informática y manejo básico de computadoras	Entregar servicios de soporte tecnológico básico a elementos de <i>software</i> , de acuerdo a instrucciones de atención de requerimientos.	Baja.
 <b>Técnico en electrónica</b>	Electrónica	Diseñar, materializar y realizar la puesta a punto de equipos electrónicos elementales, cumpliendo los requerimientos técnicos, económicos, de calidad y de seguridad establecidos en las especificaciones.	Baja.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En la tabla XLIX los perfiles detallados fueron seleccionados basados en los puestos de trabajo que actualmente hay en el taller electromecánico; se excluyen los puestos de bodeguero, operario de metalmecánica y asistente de mantenimiento, ya que estos no serán sujetos directos del plan de formación.

Además, se realizaron entrevistas no estructuradas con el supervisor de mantenimiento, los mecánicos con mayor pericia y con el gerente de mantenimiento para definir las características ideales de los perfiles seleccionados. Asimismo, debido a la inminente revolución industrial 4.0 y a la demanda de competencias TIC, se hizo necesario incluir un perfil que contemplara el uso, manejo y soporte de computadoras.

Con los perfiles ya seleccionados se procedió a determinar las competencias a evaluar en cada uno de ellos. Por tanto, para analizar los perfiles en las dimensiones de competencias declarativas y procedimentales, se utilizaron los modelos de perfil por competencia de la Institución ChileValora.

ChileValora es un análogo del Intecap en Guatemala entre sus proyectos cuenta con un área que se dedica a certificar oficios por medio de evaluación de competencias, mayormente declarativas y procedimentales. Usando la técnica del *benchmarking* se compararon los perfiles propuestos con los sugeridos por ChileValora, para contrastar, modificar y ajustar los mismos a las necesidades propias del departamento y a las características únicas del contexto local (terminología, semiótica y jerga técnica).

A partir de toda la información analizada el siguiente paso fue el diseño de la evaluación diagnóstica para la detección de necesidades de formación e identificación de competencias. Se utilizó un modelo basado en rúbrica de ponderación por competencias, calificando si se cumple o no las competencias fijadas para cada perfil. Además, se agrega un factor de corrección para ajustar la nota si el evaluado cuenta con educación formal del perfil en cuestión.

La evaluación basada en rúbricas o conocida también como matrices ponderadas es sumamente útil cuando se miden aspectos cualitativos, se quiere reducir la subjetividad en la evaluación y establecer la brecha entre lo actual y lo deseado. Dicha metodología permite calificar cada perfil de 0 a 100 %, con un factor de corrección de 1,0 si se cuenta con formación técnica y 0,8 si se carece de ella. Asimismo, facilita la tarea de procesar los datos y da una perspectiva general de varias competencias a la vez.

En las figuras de la 78 a la 85, se presentan las rúbricas elaboradas para la evaluación de cada perfil. Considérese que el uso de mayúsculas, minúsculas, puntuación y abreviaturas se hizo con fines de facilitar la lectura y ajustarse a páginas imprimibles; omítanse las erratas.

Figura 78. **Rúbrica para perfil de soldador**

**Competencia:** Soldadura      **Acreditado S/N:**

**Definición:** Realizar actividades de soldadura mediante el uso de tecnologías y equipos, como Oxigas, Arco Voltaico, TIG y MIG, organizando las tareas previas para el proceso de soldadura y corte de materiales, es decir, identificar materiales, dimensiones de cordones y tipo de soldadura.

<input type="checkbox"/>	Aplica soldadura MIG/TIG	<input type="checkbox"/>	Emplea soldadura en posición plana, horiz. y sobre cabeza
<input type="checkbox"/>	Aplica normas de soldadura AWS	<input type="checkbox"/>	Interpreta nomenclatura planos de piezas mecánicas
<input type="checkbox"/>	Identifica el EPP en atmósfera natural	<input type="checkbox"/>	Usa Sistema Internacional e Inglés
<input type="checkbox"/>	Identifica el EPP en atmósfera protegida	<input type="checkbox"/>	Realiza operaciones básicas de cálculo
<input type="checkbox"/>	Aplica soldadura Oxigas	<input type="checkbox"/>	Realiza conversiones básicas de medidas
<input type="checkbox"/>	Aplica soldadura Arco Eléctrico	<input type="checkbox"/>	Aplica geometría básica
<input type="checkbox"/>	Utiliza la técnica de Oxicorte	<input type="checkbox"/>	Identifica peligros de los equipos
<input type="checkbox"/>	Utiliza Plasma para realizar corte	<input type="checkbox"/>	Reconoce los materiales más comunes en soldaduras
<input type="checkbox"/>	Nombra los equipos según nombre técnico		
<input type="checkbox"/>	Identifica tipos de electrodos y sus usos		
<input type="checkbox"/>	Reconoce norma ISO 14001		
<input type="checkbox"/>	Reconoce legislación sobre SSO nacional		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 79. Rúbrica para perfil de albañil

**Competencia:** Albañilería **Acreditado S/N:**

**Definición:** Realizar obras civiles, desde la cimentación, obra gris, obra blanca y acabados finales, con conocimientos básicos de cálculos de dosificaciones, morteros, tiempos de fraguado y estructuras.

<input type="checkbox"/>	Aplica normas de SSO en construcción	<input type="checkbox"/>	Usa los tiempos adecuados de fraguado en concreto
<input type="checkbox"/>	Nombra las herramientas del oficio	<input type="checkbox"/>	Realiza operaciones básicas de cálculo
<input type="checkbox"/>	Cubica materiales y avance	<input type="checkbox"/>	Realiza pedido de materiales
<input type="checkbox"/>	Calcula las hiladas necesarias	<input type="checkbox"/>	Estuca paredes usando diferentes métodos
<input type="checkbox"/>	Aplica dosificación de mortero	<input type="checkbox"/>	Predimensiona cimientos y estructuras
<input type="checkbox"/>	Describe diferentes morteros y sus propiedades	<input type="checkbox"/>	Aplica métodos para instalar cerámicos
<input type="checkbox"/>	Interpreta planos constructivos	<input type="checkbox"/>	Nombra los trabajos previos de construcción
<input type="checkbox"/>	Identifica señalética en obras	<input type="checkbox"/>	Interpreta legislación Mpal. y nacional sobre construcción
<input type="checkbox"/>	Nombra los equipos según nombre técnico		
<input type="checkbox"/>	Nivela usando manguera		
<input type="checkbox"/>	Realiza paredes aplomadas		
<input type="checkbox"/>	Usa técnica constructiva con mampostes		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 80. Rúbrica para perfil de electricista

**Competencia:** Electricidad **Acreditado S/N:**

**Definición:** Cablear conductores, instalar y conectar aparatos, según procedimientos de la empresa y normas de seguridad, trabajando en condiciones de baja tensión hasta 10kW de potencia total instalada, sin alimentadores.

<input type="checkbox"/>	Nombra los equipos para corrientes débiles y fuertes	<input type="checkbox"/>	Realiza empalmes según necesidades
<input type="checkbox"/>	Maneja equipos para medición de EE	<input type="checkbox"/>	Aplica conocimientos básicos de AC y DC
<input type="checkbox"/>	Identifica el EPP necesario	<input type="checkbox"/>	Realiza Sist. de arranque de motores AC y DC
<input type="checkbox"/>	Instala tuberías, bandejas, ductos y mangueras	<input type="checkbox"/>	Calcula diámetro de ductos y tuberías
<input type="checkbox"/>	Realiza cableado de corrientes débiles y fuertes	<input type="checkbox"/>	Explica conceptos de potencia activa, React. y aparente
<input type="checkbox"/>	Estima materiales para instalaciones	<input type="checkbox"/>	Dibuja croquis eléctrico unilineal con simbología adecuada
<input type="checkbox"/>	Selecciona el tipo de cable para cada conexión	<input type="checkbox"/>	Calcula pérdidas de voltaje y cargas asociadas a protección
<input type="checkbox"/>	Interpreta planos de instalaciones eléctricas	<input type="checkbox"/>	Cálculo de fusibles, interruptores Automát. y relé diferenc.
<input type="checkbox"/>	Realiza conversiones de unidades electrónicas	<input type="checkbox"/>	Ejecuta puestas a tierra
<input type="checkbox"/>	Nombra tipos de protecciones eléctricas y de Sist.	<input type="checkbox"/>	Realiza medición elemental de resistencia de terreno
<input type="checkbox"/>	Interpreta legislación sobre SSO en cuanto a EE	<input type="checkbox"/>	Arma y monta tableros según normativa
<input type="checkbox"/>	Identifica señalética en obras	<input type="checkbox"/>	Instala artefactos, equipos y accesorios
<input type="checkbox"/>	Usa códigos de colores en conductores	<input type="checkbox"/>	Explica conceptos de contacto directo e indirecto
<input type="checkbox"/>	Calcula iluminación en locales habitables	<input type="checkbox"/>	Realiza acometidas residenciales e industriales
<input type="checkbox"/>	Realiza mantenimiento a motores AC y DC		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 81. Rúbrica para perfil de fontanero

**Competencia:** Fontanería **Acreditado S/N:**

**Definición:** Instalar artefactos sanitarios verificando presiones y realizando pruebas de funcionamiento, asimismo es capaz de instalar y reparar cañerías y tuberías para la correcta circulación de agua, según procedimientos de la empresa y normas de seguridad.

<input type="checkbox"/>	Usa correctamente todas las herramientas	<input type="checkbox"/>	Instala y diseña cajas de registro y trampas de grasa
<input type="checkbox"/>	Identifica señalética en obras	<input type="checkbox"/>	Calcula diámetro para tubería pluvial, drenaje y fluvial
<input type="checkbox"/>	Interpreta planos de instalaciones hidráulicas	<input type="checkbox"/>	Calcula pendientes para tuberías
<input type="checkbox"/>	Arma e instala griferías	<input type="checkbox"/>	Prepara morteros especiales para fontanería
<input type="checkbox"/>	Nombra diferentes materiales para tubería	<input type="checkbox"/>	Repara fugas en materiales plásticos y metálicos
<input type="checkbox"/>	Cubica materiales para instalaciones	<input type="checkbox"/>	Describe el proceso para instalación de válvulas
<input type="checkbox"/>	Instala aparatos sanitarios comunes	<input type="checkbox"/>	Cálcula demanda de agua según aparatos sanitarios
<input type="checkbox"/>	Instala codos, Tees, coplas y reducciones	<input type="checkbox"/>	Instala aparatos sanitarios más sofisticados
<input type="checkbox"/>	Une y fija los extremos de la tubería según diseño	<input type="checkbox"/>	Realiza ensayos de presión y filtración
<input type="checkbox"/>	Utiliza elementos de sujeción para tuberías aéreas	<input type="checkbox"/>	Utiliza revestimientos de protección y acústicos

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 82. Rúbrica para perfil de mecánico de motores

**Competencia:** Mecánica Motores **Acreditado S/N:**

**Definición:** Ejecutar de actividades de mantenimiento en motores de equipos e instalaciones, de acuerdo a procedimientos establecidos y empleando el equipamiento, las herramientas, repuestos y materiales disponibles para mantenimiento.

*Motor de combustión interna / Diesel*

<input type="checkbox"/>	Limpiamos y desarmamos un motor de Comb. Int.
<input type="checkbox"/>	Revisamos los componentes de un motor Comb. Int.
<input type="checkbox"/>	Realizamos pruebas a los Sist. de lubricación y Refrig.
<input type="checkbox"/>	Alineamos el motor al alternador Ppal. en diesel
<input type="checkbox"/>	Montamos radiador, ventilador y motor diesel al subchasis
<input type="checkbox"/>	Domina jerga técnica y anglicismos comunes
<input type="checkbox"/>	Ejecuta actividades de Mantto. programadas

*Motor eléctrico*

<input type="checkbox"/>	Realiza la limpieza y/o lavado del motor EE
<input type="checkbox"/>	Reemplaza componentes dañados de motor EE
<input type="checkbox"/>	Conecta motores EE con protección y control de mando
<input type="checkbox"/>	Realiza pruebas estacionarias y dinámicas
<input type="checkbox"/>	Interpreta planos mecánicos y eléctricos de motores
<input type="checkbox"/>	Aísla, bloquea, y desacopla o desinstala el motor EE
<input type="checkbox"/>	Inspecciona los componentes del motor EE
<input type="checkbox"/>	Mide variables eléctricas del moto EE

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 83. Rúbrica para perfil de mecánico general

**Competencia:** Mecánica Gral. **Acreditado S/N:**

**Definición:** Ejecutar de actividades de mantenimiento correctivo y preventivo de equipos e instalaciones, de acuerdo a procedimientos establecidos y empleando el equipamiento, las herramientas, repuestos y materiales disponibles para mantenimiento.

<input type="checkbox"/>	Desarma y arma los componentes y partes del equipo	<input type="checkbox"/>	Inspecciona visualmente anomalías en instalaciones
<input type="checkbox"/>	Limpia el equipo, utilizando insumos apropiados	<input type="checkbox"/>	Realiza mantenimiento Sist. de red de agua
<input type="checkbox"/>	Inspecciona para determinar desgaste evidente	<input type="checkbox"/>	Realiza mantenimiento Sist. de red contra incendios
<input type="checkbox"/>	Reporta repuestos usando nomenclatura	<input type="checkbox"/>	Realiza mantenimiento Sist. de red de aire comprimido
<input type="checkbox"/>	Monta y desmonta el equipo utilizando herramientas	<input type="checkbox"/>	Domina jerga técnica y anglicismos comunes
<input type="checkbox"/>	Identifica diversos tipos de lubricantes	<input type="checkbox"/>	Explica normas de bloqueo y desbloqueo de equipos
<input type="checkbox"/>	Realiza las pruebas preoperacionales	<input type="checkbox"/>	Montando y desmontando Comp. hidráulicos y neumáticos
<input type="checkbox"/>	Regula y calibra parámetros de funcionamiento	<input type="checkbox"/>	Trabajar en condiciones inhóspitas, de altura y riesgo
<input type="checkbox"/>	Usa el EPP necesario para cada situación	<input type="checkbox"/>	Reconoce legislación nacional sobre SSO
<input type="checkbox"/>	Interpreta plano mecánicos y manuales		
<input type="checkbox"/>	Reconoce normas ISO 9001 y 14001		
<input type="checkbox"/>	Interpreta avisos o señales de advertencia en equipos		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 84. Rúbrica para perfil de informático

**Competencia:** Informática **Acreditado S/N:**

**Definición:** Entregar servicios de soporte tecnológico básico a elementos de software, de acuerdo a instrucciones de atención de requerimientos

<input type="checkbox"/>	Instala, actualiza y retira software	<input type="checkbox"/>	Utiliza herramientas de copia de seguridad
<input type="checkbox"/>	Identifica las partes de una computadora	<input type="checkbox"/>	Explica términos computacionales y anglicismos comunes
<input type="checkbox"/>	Domina Windows XP y versiones más recientes	<input type="checkbox"/>	Navega adecuadamente usando un explorador de internet
<input type="checkbox"/>	Domina otros OS a parte de Windows	<input type="checkbox"/>	Reconoce amenazas de malware
<input type="checkbox"/>	Maneja Word, Excel y Powerpoint	<input type="checkbox"/>	Usa cuentas de correo y redes sociales
<input type="checkbox"/>	Realiza trabajos de mantenimiento al OS	<input type="checkbox"/>	Maneja un OS móvil (Android o iOS)
<input type="checkbox"/>	Realiza instalaciones limpias de OS	<input type="checkbox"/>	Administra carpetas y explora archivos

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 85. Rúbrica para perfil de técnico en electrónica

<b>Competencia:</b>	Electrónica	<b>Acreditado S/N:</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Definición:</b>	Diseñar, materializar y realizar la puesta a punto de equipos electrónicos elementales, cumpliendo los requerimientos técnicos, económicos, de calidad y de seguridad establecidos en las especificaciones.		
<input type="checkbox"/>	Interpreta planos de electrónica	<input type="checkbox"/>	Conecta equipos a redes informáticas
<input type="checkbox"/>	Interpreta información técnica en componentes	<input type="checkbox"/>	Configura un PLC
<input type="checkbox"/>	Monta sensores y transmisores	<input type="checkbox"/>	Ejecuta mantenimiento a componentes electrónicos
<input type="checkbox"/>	Monta control electrónico automatizado	<input type="checkbox"/>	Realiza tareas de testeo de componentes
<input type="checkbox"/>	Monta circuitos de potencia, convertidores y fuentes	<input type="checkbox"/>	Aplica métodos y técnicas de eliminación del ruido eléctrico
<input type="checkbox"/>	Mide características de componentes	<input type="checkbox"/>	Aplica métodos para protecciones y puesta a tierra
<input type="checkbox"/>	Dibuja diagramas esquemáticos	<input type="checkbox"/>	Establece las características técnicas de compra de Comp.
<input type="checkbox"/>	Aplica principios de la termoelectrónica	<input type="checkbox"/>	Simula circuitos por medio de "protoboards"
<input type="checkbox"/>	Implementa técnicas de Config. de lógica para PAL		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

#### 4.1.3. Aplicación de la prueba diagnóstica

Después de diseñada la rúbrica de identificación de competencias y contar con el aval del gerente de mantenimiento, se procedió a establecer la forma de aplicarla. En la prueba se aunaron todos los perfiles analizados por lo que impresa quedó en cuatro páginas; esto es importante en cuestiones de percepción pues muchas hojas pueden agobiar a los evaluados.

Por tanto, se decidió pasar la prueba de forma oral con participación activa del epesista. Asimismo, otros factores promueven que la aplicación sea de esta forma: diferencias en terminología, conceptos que requieren ser explicados, evaluación actitudinal del examinado, reducción al mínimo de horas hombre absorbidas por la evaluación y verificación de veracidad de respuestas.

La rúbrica se pasó de forma individual a cada trabajador, aprovechando mientras ellos realizaban tareas repetitivas, de banco o donde la atención requerida no fuera demasiada. Con lo anterior, se evitó entorpecer sus

actividades de reparación en temporada alta de producción. Además, se explicó a cada trabajador en qué consistía la evaluación y la definición clara de un diagnóstico: no se gana ni se pierde, sólo sirve para conocer sus capacidades; así se evitó el estrés generado por un proceso de evaluación que el sistema tradicional ha inculcado.

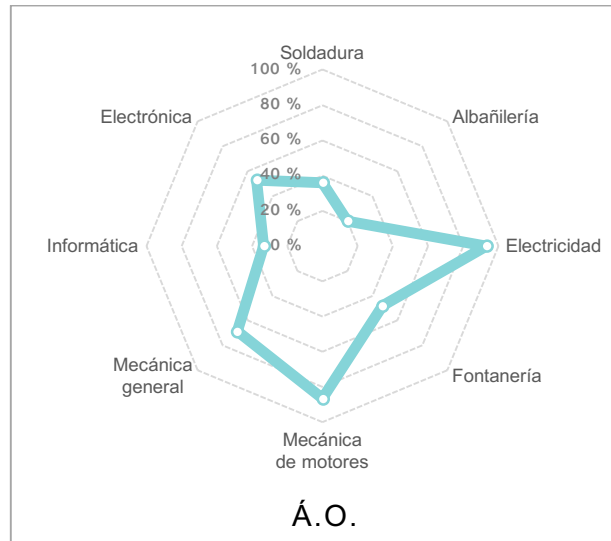
#### **4.1.4. Resultados de la prueba diagnóstica**

Los resultados obtenidos en las rúbricas de identificación de competencias, fueron digitalizados y procesados en una hoja de cálculo. Se analizaron los resultados individualmente y posteriormente se generó una matriz síntesis donde los porcentajes pueden considerarse como indicador clave de desempeño del trabajador.

En los gráficos radial siguientes también llamados diagramas de araña se presenta el detalle de algunos trabajadores del taller electromecánico. Para proteger la privacidad de los mecánicos y electricistas, se usa únicamente las iniciales del primer nombre y del primer apellido.

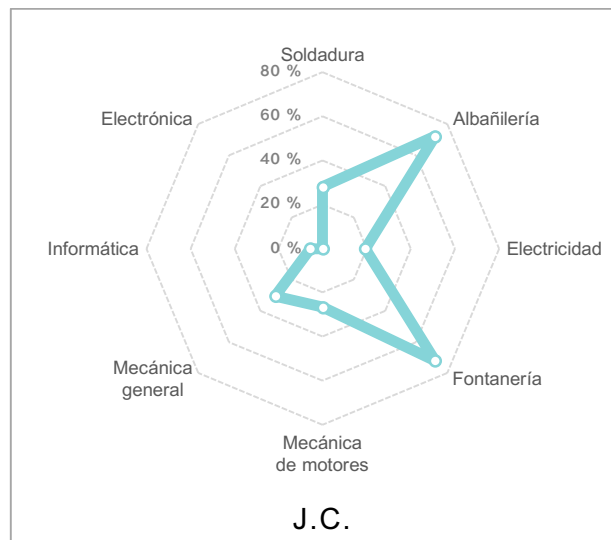


Figura 86. **Gráfico radial de las competencias de Á.O.**



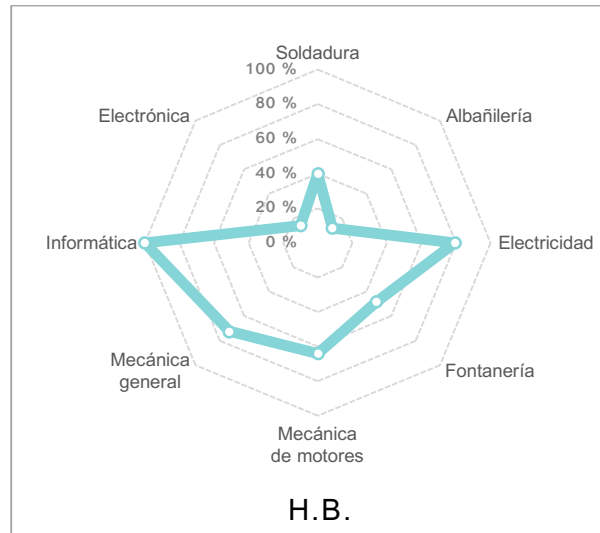
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 87. **Gráfico radial de las competencias de J.C.**



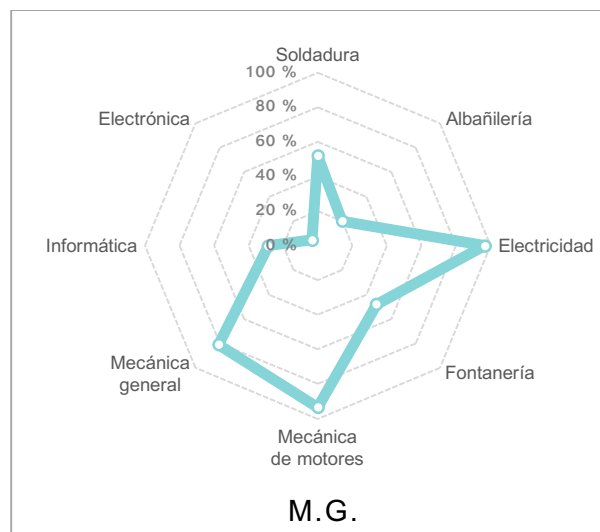
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 88. **Gráfico radial de las competencias de H.B.**



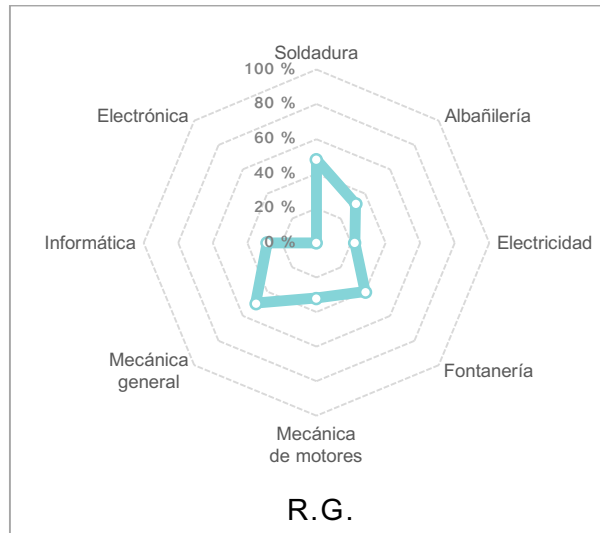
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 89. **Gráfico radial de las competencias de M.G.**



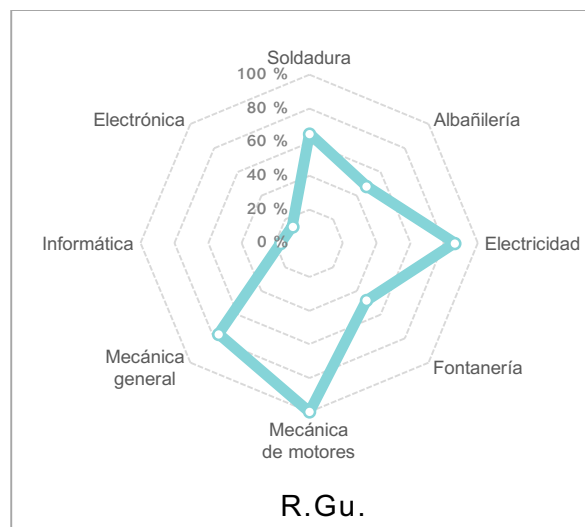
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 90. **Gráfico radial de las competencias de R.G.**



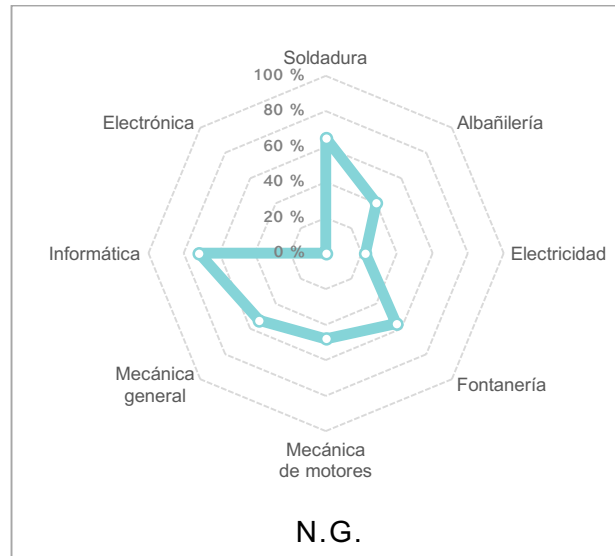
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 91. **Gráfico radial de las competencias de R.Gu.**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 92. **Gráfico radial de las competencias de N.G.**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En la tabla L se muestra la matriz síntesis con la información de algunos de los trabajadores sometidos a la rúbrica.

Tabla L. **Matriz síntesis de valoración de competencias en el taller electromecánico**

	<b>Á.O.</b>	<b>J.C.</b>	<b>H.B.</b>	<b>M.G.</b>	<b>R.G.</b>	<b>R.Gu.</b>	<b>N.G.</b>
Soldadura	36,0 %	28,0 %	40,0 %	52,0 %	48,0 %	65,0 %	65,0 %
Albañilería	20,0 %	72,0 %	12,0 %	20,0 %	32,0 %	48,0 %	40,0 %
Electricidad	<b>93,1 %</b>	19,3 %	79,3 %	<b>96,6 %</b>	22,1 %	<b>86,2 %</b>	22,1 %
Fontanería	48,0 %	72,0 %	48,0 %	48,0 %	40,0 %	48,0 %	56,0 %
Mecánica de motores	<b>86,7 %</b>	26,7 %	64,0 %	<b>93,3 %</b>	32,0 %	<b>100,0 %</b>	48,0 %
Mecánica general	68,6 %	30,5 %	72,4 %	81,0 %	49,5 %	76,2 %	53,3 %
Informática	33,3 %	5,7 %	<b>100,0 %</b>	28,6 %	28,6 %	17,1 %	71,4 %
Electrónica	52,9 %	0,0 %	14,1 %	4,7 %	0,0 %	14,1 %	0,0 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

#### **4.1.5. Análisis de los resultados y conclusiones**

Con base en los descubrimientos realizados en la etapa de diagnóstico se seleccionan los temas a cubrir con la propuesta del plan anual de capacitación. Dicha selección se condiciona en los siguientes aspectos:

- Factibilidad económica
- Disponibilidad de tiempo
- Impacto en la productividad
- Impacto en el salario emocional
- Disponibilidad de educadores y facilitadores
- Disponibilidad de infraestructura
- Compromiso de los educandos

En la tabla LI se presentan tanto los temas preseleccionados como el porqué de la selección o rechazo.

Tabla LI. **Preselección y selección de temas para el plan anual de capacitación**

COMPETENCIA	NECESIDAD DETECTADA	ACEPTADO/ RECHAZADO	FUNDAMENTO DE SELECCIÓN
1. Albañilería	Preparación de morteros	Rechazado	No se cuenta con materiales y el tiempo suficiente.
	Predimensionamiento estructural	Aceptado	En un cursillo se pueden dar generalidades sobre lógica estructural de una vivienda
2. Soldadura	Nomenclatura y normas de la AWS	Aceptado	Se puede cubrir el material en una conferencia.
	Simbología básica de planos	Aceptado	Se puede cubrir el material en un cursillo.
3. Informática	Uso general de una computadora	Rechazado	No se cuenta con un laboratorio de PC en Superbia.
	Navegación por internet	Rechazado	No se cuenta con un laboratorio de PC en Superbia.
	Manejo de ofimática de Microsoft	Rechazado	No se cuenta con un laboratorio de PC en Superbia.
4. Fontanería	Ensayos de presión y filtración	Rechazado	No se cuenta con espacio para un taller sobre pruebas para verificar fugas en sistemas de tubería.
5. Electrónica	Programación orientada a objetos	Rechazado	No se cuenta con un laboratorio de PC en Superbia.
6. General	Normas ISO 9001 y 14001	Aceptado	En un cursillo se pueden dar las bases generales de las Normas ISO de gestión de la calidad y del ambiente.
	Legislación nacional de SSO	Aceptado	Coordinar un cursillo sobre SSO enfocado a mecánica, EPP y electricidad, con apoyo del Gerente de SHE.
	Aplicaciones móviles para la productividad	Aceptado	Taller sobre uso de apps para Android enfocadas en el trabajo.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## 4.2. Plan de capacitación

El plan de capacitación propuesto para el personal del taller electromecánico de la Planta Superbia se compone de temas, programación y evaluación. Estas partes se presentan en los siguientes incisos.

### 4.2.1. Temas de capacitación

En la tabla LII, se desarrolla la planificación de los temas para la capacitación del personal del taller electromecánico, dicho ejercicio pedagógico y didáctico se desarrolló con base en la metodología del Currículo Nacional Base (CNB) del Mineduc, la taxonomía de Bloom y el modelo para la capacitación laboral del Departamento de Administración y Desarrollo de Personal de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos de México. Es importante resaltar dos puntos sobre el método usado: el CNB para redactar las competencias y el modelo mexicano porque no hay una guía nacional tan completa como esta.

Tabla LII. Planificación para la capacitación

PLAN DE CAPACITACIÓN		
Datos de identificación		
<b>Lugar:</b> Planta Superbia	<b>Población:</b> taller electromecánico, depto. de mantenimiento	
<b>I. Tema:</b> Fundamentos del predimensionamiento estructural de concreto armado en una vivienda social		
<b>a. Objetivo:</b> Calcular el predimensionamiento de vigas, columnas, zapatas y losas de concreto armado para viviendas sociales		
<b>b. Contenidos:</b> Conceptos básicos de concreto armado Introducción a la tipología y lógica estructural en concreto armado Predimensionamiento de vigas de concreto armado Predimensionamiento de columnas de concreto armado Predimensionamiento de zapatas de concreto armado Predimensionamiento de losas de concreto armado		
<b>c. Tipo de acción:</b> Cursillo	<b>d. Modalidad:</b> Presencial	<b>e. Participantes:</b> 10

Continuación de la tabla LII.

<b>f. Indicador de logro:</b> Realiza el predimensionamiento estructural de un dormitorio de una vivienda social, con soporte de suelo dado y bajo condiciones normales.		
<b>g. Calidad del instructor:</b> Estudiante de Ing. civil o arquitectura	<b>h. Instrumento de evaluación:</b> Hoja de trabajo	<b>i. Certificado:</b> Diploma de participación
<b>II. Tema:</b> Introducción a la norma de la AWS sobre la clasificación de electrodos		
<b>a. Objetivo:</b> Identificar un electrodo basado en la normativa de la AWS para los tipos de electrodos más usados en el taller de mantenimiento		
<b>b. Contenidos:</b> Generalidades sobre la Norma AWS de clasificación de electrodos Clasificación de electrodos para aceros al carbono Clasificación de electrodos para aceros de baja aleación Clasificación de electrodos para aceros inoxidables Clasificación de electrodos para metales no ferrosos		
<b>c. Tipo de acción:</b> Conferencia	<b>d. Modalidad:</b> Presencial y material de lectura	<b>e. Participantes:</b> 10
<b>f. Indicador de logro:</b> Lee un electrodo e identifica sus características generales según nomenclatura normalizada de la AWS		
<b>g. Calidad del instructor:</b> Soldador acreditado o proveedor especializado en electrodos	<b>h. Instrumento de evaluación:</b> Oral	<b>i. Certificado:</b> Diploma de participación
<b>III. Tema:</b> Introducción a la lectura e interpretación de planos mecánicos para máquinas simples		
<b>a. Objetivo:</b> Reconocer los elementos más elementales de un plano mecánico, según Normas ISO para el dibujo técnico de máquinas simples		
<b>b. Contenidos:</b> Introducción al lenguaje de líneas Tamaños de formatos y lectura de cajetín Lectura de acotados y escalas Definiciones de vistas Simbología para elementos básicos de mecánica Simbología para equipos básicos de mecánica		
<b>c. Tipo de acción:</b> Cursillo	<b>d. Modalidad:</b> Presencial y material de lectura	<b>e. Participantes:</b> 10
<b>f. Indicador de logro:</b> Lee un plano mecánico de una máquina simple y realiza un bosquejo de una maquinaria		
<b>g. Calidad del instructor:</b> Dibujante técnico mecánico	<b>h. Instrumento de evaluación:</b> Hoja de trabajo	<b>i. Certificado:</b> Diploma de participación
<b>IV. Tema:</b> Aproximación y sensibilización sobre la importancia de las Normas ISO 9001 y 14001 para la industria manufacturera		
<b>a. Objetivo:</b> Definir el alcance las Normas ISO 9001 y 14001, y relatar los beneficios que conlleva implementarlas en una empresa		
<b>b. Contenidos:</b> Conceptos generales de los sistemas de gestión de la calidad y del ambiente Desarrollo de la mentalidad de proceso y sistema Requisitos básicos de las Normas ISO 9001 y 14001 Beneficios de la implementación de las Normas ISO 9001 y 14001		



Continuación de la tabla LII.

<b>c. Tipo de acción:</b> Cursillo	<b>d. Modalidad:</b> Presencial y material de lectura	<b>e. Participantes:</b> 10
<b>f. Indicador de logro:</b> Describe y diagrama una actividad diaria utilizando el enfoque de procesos		
<b>g. Calidad del instructor:</b> Estudiante o graduado de ingeniería industrial	<b>h. Instrumento de evaluación:</b> Hoja de trabajo	<b>i. Certificado:</b> Diploma de participación
<b>V. Tema:</b> Sensibilización sobre el Reglamento de Salud y Seguridad ocupacional, Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas		
<b>a. Objetivo:</b> Distinguir las normativas que regulan el trabajo en materia de SSO en la Planta Superbia, con base en Acuerdo Gubernativo 229-2014 del Mintrab		
<b>b. Contenidos:</b> Generalidades sobre salud y seguridad ocupacional Importancia y alcances del reglamento sobre salud y seguridad ocupacional en materia de mecánica y electricidad Beneficios de implementar la legislación nacional sobre SSO Obligaciones del trabajador y del patrono en cuanto a SSO Consecuencias del incumplimiento del Acuerdo Gubernativo 229-2014		
<b>c. Tipo de acción:</b> Cursillo	<b>d. Modalidad:</b> Presencial	<b>e. Participantes:</b> 10
<b>f. Indicador de logro:</b> Nombra las normas principales que regulan su trabajo y el EPP que requiere usar en sus actividades laborales diarias		
<b>g. Calidad del instructor:</b> Gerente de seguridad, salud y ambiente (SHE)	<b>h. Instrumento de evaluación:</b> Oral	<b>i. Certificado:</b> Diploma de participación
<b>VI. Tema:</b> Uso de aplicaciones móviles en teléfonos inteligentes Android para aumentar la productividad en el trabajo		
<b>a. Objetivo:</b> Instalar y ejecutar correctamente aplicaciones que agilicen tareas diarias en materia de medición y cálculos básicos de eléctrica, mecánica y electrónica		
<b>b. Contenidos:</b> Conceptos básicos de aplicaciones en Android Instalación de aplicaciones en la tienda y con archivo de aplicación empaquetada de Android Uso de aplicación para conversiones Uso de aplicación para cálculo de conductores Uso de aplicación para cubicación de materiales de construcción Uso de aplicación para identificación de resistencias eléctricas		
<b>c. Tipo de acción:</b> Conferencia	<b>d. Modalidad:</b> Presencial	<b>e. Participantes:</b> 10
<b>f. Indicador de logro:</b> Calcula el conductor para un motor eléctrico dado y realiza conversiones de diferentes magnitudes		
<b>g. Calidad del instructor:</b> Ingeniero con conocimientos de tecnologías móviles o técnicos en informática	<b>h. Instrumento de evaluación:</b> Hoja de trabajo	<b>i. Certificado:</b> Diploma de participación

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

#### 4.2.2. Programación de capacitación

Luego de la planificación de los temas de capacitación seleccionados, se procedió a dosificar y programar los cursillos y conferencias planeadas. Además, se utilizó la misma metodología de la planificación educativa y se tomó las siguientes consideraciones: no programar capacitaciones durante la temporada alta de producción, respetar los asuetos oficiales y no programar más de dos capacitaciones por semana. En la tabla LIII se presenta la programación de las actividades de formación:

Tabla LIII. Programación de las actividades de capacitaciones del taller electromecánico

COMPETENCIA	TEMA	FECHA PROPUESTA	DOSIFICACIÓN
1. Albañilería	Predimensionamiento estructural	2ª y 3ª semana de enero	2 sesiones de 3 horas
2. Soldadura	Nomenclatura y normas de la AWS	1ª semana de febrero	1 conferencia de 4 horas
	Simbología básica de planos	3ª y 4ª semana de febrero, y 1ª semana de marzo	3 sesiones de 3 horas
6. General	Normas ISO 9001 y 14001	3ª semana de marzo	1 sesión de 3 horas
	Legislación nacional de SSO	3ª semana de abril	2 sesiones de 2 horas
	Aplicaciones móviles para la productividad	1ª y 2ª semana de mayo	2 sesiones de 2 horas

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.


### **4.3. Evaluación del plan**

Para evaluar la calidad del plan de capacitación propuesto, se recurre a los siguientes instrumentos:

#### **4.3.1. Evaluación de reacción**

Su propósito es conocer la percepción de los participantes sobre los diferentes elementos que componen la formación. Para diseñar este instrumento se tomó como guía la evaluación creada por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, el resultado se muestra a continuación:

Figura 93. Instrumento para la evaluación de reacción

	Instrumento para la evaluación de capacitaciones	CÓDIGO <b>MAN-22-01</b>	
		VERSIÓN 1	Página: 1 de 1

TODAS LAS PREGUNTAS DEBEN CONTESTARSE Y LLENARSE LOS ESPACIOS EN BLANCO

Con el objetivo de mejorar la calidad de las capacitaciones brindadas por el Depto. de RRHH y Mannto., se solicita su valiosa colaboración calificando los conceptos con MB= Muy Bien; B= Bien; R= Regular; D= deficiente; y MM= Muy Mal

Nombre del curso:	Fecha:
Nombre del instructor (a):	

Instructor

Factores a evaluar	MB	B	R	D	MM
Mostró dominio del tema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Preparó sus sesiones con anterioridad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inició y concluyó puntualmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dio a conocer los objetivos del curso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resolvió las dudas de los participantes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilustró el tema con casos prácticos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizó lenguaje claro, sencillo y adecuado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Evento

Factores a evaluar	MB	B	R	D	MM
El curso cumplió sus expectativas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los temas cubrieron aspectos teóricos y prácticos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El conocimiento adquirido le sirve para su trabajo diario	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El material de apoyo fue suficiente y de calidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La actitud de los organizadores fue adecuada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se prestó el suficiente apoyo de la empresa al instructor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Todo se realizó puntual y ordenadamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Comentarios y sugerencias

Elaborado por: Donal Estrada	Revisado con: Gerente de mantenimiento	Fecha de vigencia 11 de noviembre de 2017	Departamento de mantenimiento
---------------------------------	---	--	-------------------------------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Un fin primordial de la evaluación de reacción es retroalimentar al subproceso de formación de personal logrando establecer fortalezas y puntos de mejora. De tal modo los resultados de este instrumento permiten conocer la

calidad percibida por los participantes y contrastarla con los objetivos fijados por la capacitación, porque si hay algo peor que no recibir formación, es recibir una ineficaz capacitación que cree en los participantes la sensación de perder el tiempo.

#### **4.3.2. Evaluación de aprendizaje**

Su propósito es valorar las competencias adquiridas, ya sean declarativas, procedimentales y actitudinales que se aprehendieron al finalizar el curso. Además, permite determinar si se alcanzó el objetivo planificado, se cubrieron los contenidos del curso y si es demostrable el indicador de logro.

A diferencia de la evaluación de reacción por la naturaleza pedagógica de este instrumento, el mismo debe ser diseñado por cada instructor; sin embargo, se puede tomar como base la metodología de evaluación propuesta en el plan de capacitación.

#### **4.3.3. Capacitación impartida**

Como parte de la labor del EPS y las actividades asociadas al mismo, se hizo necesario formar al personal del taller de mantenimiento sobre temas relacionados con las fases del Ejercicio Profesional Supervisado.

Lo más destacado fue la capacitación sobre OT. Se formó a los técnicos sobre: forma correcta de llenar una OT, beneficios del uso de un programa *CMMS*, necesidad de la medición del mantenimiento y ventajas de incrementar el número de preventivos en detrimento de correctivos.

Figura 94. **Capacitación sobre OT, colaborador Á. Ortiz**



Fuente: Planta Superbia, taller electromecánico.

Figura 95. **Capacitación sobre OT, colaboradores N. Gil y H. Benito**



Fuente: Planta Superbia, , taller electromecánico.

#### 4.4. Costos del plan

Una parte importante en las capacitaciones desde una perspectiva empresarial, son los costos asociados a las actividades de formación, pues con base en esto, usualmente, se determinan si son viables. Por tanto, en la tabla LIV se detallan los costos estimados para las capacitaciones propuestas, donde el costo cubre la totalidad del proyecto y a los instructores se les paga por curso, no por tiempo:

Tabla LIV. **Costos de las actividades de formación**

HUMANO	CANTIDAD	COSTO
Instructores	4	Q 6 000,00
	TOTAL	Q. 6 000,00

MATERIALES Y TÉCNICOS	CANTIDAD	COSTO
Hojas papel bond carta	100	Q 9,00
Transporte	8	Q 0,00
Impresiones	100	Q 25,00
Salón para conferencias	1	Q 0,00
Sillas	11	Q 0,00
Pizarrón de fórmica	1	Q 0,00
Marcadores para pizarrón	3	Q 12,00
Computadora	1	Q 0,00
Cañonera	1	Q 0,00
Licencias de programas	5	Q 0,00
Refacción	44	Q 660,00
	TOTAL	Q 706,00

Continuación de la tabla LIV.

	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>Q</b>	<b><u>6 706,00</u></b>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.





## CONCLUSIONES

1. Usando el análisis FODA, el análisis de confiabilidad y el basado en procesos, se realizó el diagnóstico del departamento de mantenimiento. De tal forma, se logró un acercamiento a la realidad del departamento y se identificó la necesidad de implementar un *CMMS* y aumentar la cantidad de preventivos en detrimento de correctivos.
2. Usando el análisis basado en procesos se lograron describir de mejor manera los subprocesos del departamento de mantenimiento. Lo anterior, facilitó desarrollar el indicador de preventivos vs. correctivos y priorizar las acciones correctivas, por ejemplo, diseñar rutinas de inspección.
3. Se desarrolló la estructura y el metadato del indicador de preventivos vs. correctivos, estableciendo la fórmula de cálculo y el diseño de los reportes. Con el indicador siendo medido y controlando las desviaciones, se mejoró el control de los preventivos que permitió programar paros y aprovechar los fines de semana para realizar trabajos a activos como: montacargas, dispersores, bombas de diafragma y motores eléctricos.
4. Al implementar el *CMMS*, programar los preventivos y diseñar las rutas de inspección, se logró aumentar en 55 puntos porcentuales el indicador de preventivos vs. correctivos, pasando de un 12 % en octubre 2016 a 67 % en febrero 2017.

5. Todos los montacargas de la planta tienen sus preventivos al día, lo que generó una actitud diferente hacia el mantenimiento preventivo y la imagen del departamento de mantenimiento.
6. En la base de datos se puede comprobar los repuestos más usados por los equipos críticos, lo que redujó los tiempos de requisición y compra de repuestos. Asimismo, la programación de los preventivos usando Google Calendario mejoró la ejecución de los trabajos con una ejecución que va desde el 75 al 100 %.
7. Se propuso un modelo de manejo de inventario basado en criticidad, impacto de costos en el presupuesto y el historial de la demanda. Además, se propuso la organización de los repuestos y las estanterías siguiendo códigos alfanuméricos.
8. Se propuso un plan de capacitación anual orientado al personal del taller de mantenimiento, formando en competencias como tecnologías móviles, SSO, cálculo estructural e interpretación de planos. Asimismo, se programó en temporada baja para no afectar la producción y siguiendo el modelo constructivista que conforma planificación, ejecución y evaluación del proceso formativo.

## RECOMENDACIONES

1. Aunque CWorks Basic es un programa con bastantes funcionalidades, se recomienda la compra de un *software* más completo, que facilite la generación de reportes, conexión con almacén de repuestos y sincronización por medio de servidor.
2. Se recomienda capacitar al encargado de bodega sobre el manejo apropiado de BPCS, nomenclatura técnica de repuestos y la implementación de protocolos de servicio al cliente. Lo anterior mejorará las condiciones intangibles de la bodega y agilizará los procedimientos.
3. Muchos trabajos de mantenimiento se retrasan por falta de repuestos o recursos, por tanto, debe orientarse para que la alta gerencia, el departamento de compras y el departamento de mantenimiento se entiendan, compartan y conecten para mejorar sus relaciones mutuamente benéficas.
4. Es apropiado generar más rutinas de inspección, sobre todo de equipos contra incendio, compresores de aire, paneles eléctricos y de la infraestructura de los edificios (techos, luces, sanitarios, entre otros). Lo anterior, logrará mejorar el indicador de preventivos vs. correctivos y reducirá los paros por falla al detectar desviaciones con tiempo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Animación. *Plan, programa, proyecto.* [en línea]. <<https://goo.gl/66q1QZ>>. [Consulta: 23 de octubre de 2016].
2. Área de Prevención de Riesgos Laborales. *Procedimiento 003: orden y limpieza de los lugares de trabajo.* [en línea]. <<https://goo.gl/RbAMXI>>. [Consulta: 11 de noviembre de 2016].
3. Asamblea Legislativa del D.F. *Descripción de puestos: asistente de inventarios y almacén.* [en línea]. <<https://goo.gl/MZml7M>>. [Consulta: 26 de febrero de 2017].
4. Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores, A. C. *Plan de manejo de residuos.* [en línea]. <<https://goo.gl/BhiWOX>>. [Consulta: 11 de noviembre de 2016].
5. AZ Revista de Educación y Cultura. *Claves y herramientas para utilizar las rúbricas en clase.* [en línea]. <<https://goo.gl/cPR58E>>. [Consulta: 22 de diciembre de 2016].
6. BERMÚDEZ, Edgar. *Nueva gerencia, enfoque basado en procesos.* [en línea]. <<https://goo.gl/i4PmVC>>. [Consulta: 23 octubre 2016].
7. CALDERÓN, Silvia y ORTEGA, Jorge. *Guía para la elaboración de diagramas de flujo.* [en línea]. <<https://goo.gl/yp1rhn>>. [Consulta: 11 de marzo de 2017].

8. COLLINGNON, Joffrey y VERMOREL, Joannès. *Análisis ABC (inventario)*. [en línea]. <<https://goo.gl/wGsj6n>>. [Consulta: 30 de enero de 2016].
9. Comisión Sistema Nacional de Certificación de Competencias Laborales. *Catálogo de competencias laborales*. [en línea]. <<https://goo.gl/x3xvHu>>. [Consulta: 22 de diciembre de 2016].
10. COY CATÚ, Julio César. *Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y mejora del sistema de extracción de vapores inflamables, en la empresa Transproductos, S.A.* Trabajo de graduación de Ingeniería Mecánica Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala. [en línea]. <<https://goo.gl/AAH7CB>>. [Consulta: 23 de octubre de 2016].
11. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. *Metodología línea base de indicadores*. [en línea]. <<https://goo.gl/GTU7IP>>. [Consulta: 23 de octubre de 2016].
12. Departamento de Administración y Desarrollo de Personal. *Programa anual de capacitación 2016*. [en línea]. <<https://goo.gl/l7cn6l>>. [Consulta: 12 de marzo de 2017].
13. Dirección de Recursos Humano UC. *Descripción de asistente de almacén*. [en línea]. <<https://goo.gl/ziAqnz>>. [Consulta: 26 de febrero de 2017].

14. Dirección de Recursos Humanos de la UP. *Manual de cargos: jefe de almacén*. [en línea]. <<https://goo.gl/5lOUc3>>. [Consulta: 26 de febrero de 2017].
15. Eduteka. *La taxonomía de Bloom y sus actualizaciones*. [en línea]. <<https://goo.gl/zKz3CD>>. [Consulta: 12 de marzo de 2017].
16. ELÓSEGUI, Tristán. *¿Qué es y para qué sirve un dashboard?* [en línea]. <<https://goo.gl/mCOFR7>>. [Consulta: 23 de abril de 2017].
17. ESPINOZA FUENTES, Fernando. *Modelos para la gestión del inventario de mantenimiento*. [en línea]. <<https://goo.gl/b34Rn>>. [Consulta: 23 de octubre de 2016].
18. JIMÉNEZ, Mayte. *Planificación: plan, programa y proyecto*. [en línea]. <<https://goo.gl/t3vWns>>. [Consulta: 23 de octubre de 2016].
19. MARTÍN CASTILLO, Juan Ignacio. *Guías de apoyo a la calidad en la gestión pública*. [en línea]. <<https://goo.gl/ipcOCw>>. [Consulta: 23 de octubre de 2016].
20. MENCOS DE MARTÍN-HIDALGO, Leonora. *Manual de diagnóstico de necesidades de capacitación y planificación formativa*. [en línea]. <<https://goo.gl/UeEbCu>>. [Consulta: 27 de octubre de 2016].
21. MÉRIDA BOLAÑOS, Miriam Ester. *Diagnóstico de necesidades de capacitación del personal de la dirección de área de salud de la cabecera departamental de Huehuetenango*.



- <<https://goo.gl/ZrFoaq>>. [en línea]. [Consulta: 27 de octubre de 2016].
22. Ministerio de Educación de Guatemala. *Currículo Nacional Base (CNB)*. [en línea]. <<https://goo.gl/NKBqz4>>. [Consulta: 12 de marzo de 2017].
  23. NAVAS CASTILLA, Alex Enrique. *Guía de gestión de inventarios, repuestos y pronóstico de demandas en pequeñas empresas de manufactura*. [en línea]. <<https://goo.gl/t8xhWc>>. [Consulta: 23 de octubre de 2016].
  24. NEUFERT, Ernst. *Arte de proyectar en arquitectura*. 16a ed. España: Gustavo Gili, 2013. ISBN 84-252-2474-8.
  25. PARRA CASTRILLÓN, Eucario. *Formación por competencias: una decisión para tomar dentro de posturas encontradas*. [en línea]. <<https://goo.gl/zWRoQI>>. [Consulta: 5 de marzo de 2017].
  26. PAURO, Ricardo. *Indicadores de mantenimiento: qué se debe medir y por qué*. [en línea]. <<https://goo.gl/cR1pl>>. [Consulta: 23 de octubre de 2016].
  27. PIQUÉ, Tomás. NTP 481: *orden y limpieza de lugares de trabajo*. [en línea]. <<https://goo.gl/X1tQu4>>. [Consulta: 11 de noviembre de 2016].
  28. Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española*. [en línea]. <<http://dle.rae.es/>>. [Consulta: 28 de febrero de 2017].

29. ROUSE, Margaret. *Business Planning and Control System (BPCS)*. [en línea]. <<https://goo.gl/NBCtuA>>. [Consulta: 11 de marzo de 2017].
30. RUIZ, Melissa y VALERO, Angélica. *Análisis de la cultura organizacional en una empresa del sector servicios*. [en línea]. <<https://goo.gl/HAJgB7>>. [Consulta: 28 de enero de 2017].
31. Taller de Producción de Mensajes. *Cultura organizacional*. [en línea]. <<https://goo.gl/x3rg>>. [Consulta: 28 de enero de 2017].



## APÉNDICES

### Apéndice 1. Resumen de niveles actuales del inventario en diciembre

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
6200-2ZC3	COJINETE 6200	5	3	2		0	2
6201ZZ	COJINETE 6201	5	3	2		0	2
6202-2RSR.C3.L38	COJINETE 6202	5	3	9		0	9
6202 2RSH/C3	COJINETE 6202	5	3	3		0	3
6202-2RSH/C3GJN	COJINETE 6202	5	3	12		0	12
6203 LLU	COJINETE 6203	5	3	11		0	11
6203.2RSRC3.L38	COJINETE 6203	5	3	1		0	1
6204.2RSRC3.L38	COJINETE 6204	5	3	3		0	3
6204.2ZR C3L38	COJINETE 6204	5	3	4		0	4
6204-2Z/C3	COJINETE 6204	5	3	1		0	1
6204DDUC3	COJINETE 6204	5	3	1		0	1
6205DDUC3	COJINETE 6205	5	3	2		0	2
6205 2RS.C3	COJINETE 6205	5	3	2		0	2
6206DDUC3	COJINETE 6206	5	3	3		0	3
6207ZZ	COJINETE 6207	5	3	5		0	5
6207ZZC3	COJINETE 6207	5	3	2		0	2
6208BOLA	COJINETE 6208	5	3	1		0	1
6208C3E	COJINETE 6208	5	3	3		0	3
6209DDUCM	COJINETE 6209	5	3	2		0	2
6210DDUC3E	COJINETE 6210	5	3	1		0	1
62102RSC3	COJINETE 6210	5	3	2		0	2
6211ZNR	COJINETE 6211	5	3	4		0	4
6212DDUCM	COJINETE 6212	5	3	2		0	2
6213DDUC3E	COJINETE 6213	5	3	3		0	3
6215-2Z	COJINETE 6215	5	3	2		0	2
6217-2ZR	COJINETE 6217	5	3	1		0	1
6004 2RSC3	COJINETE 6004	5	3	1		0	1

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
6300 2Z	COJINETE 6300	5	3	3		0	3
6302 2ZRC3	COJINETE 6302	5	3	4		0	4
6302 2RSR C3 L38	COJINETE 6302	5	3	3		0	3
6303 2RS C3	COJINETE 6303	5	3	3		0	3
6303 2ZR.C3 L38	COJINETE 6303	5	3	2		0	2
6304, 2ZRC3 L38	COJINETE 6304	5	3	2		0	2
6305 DDUC3	COJINETE 6305	5	3	1		0	1
6305 2RSCM	COJINETE 6305	5	3	2		0	2
6305-2RS1/C3	COJINETE 6305	5	3	1		0	1
6306 ZRN	COJINETE 6306	5	3	1		0	1
6306 2RSR.C3	COJINETE 6306	5	3	3		0	3
6306 2RSR	COJINETE 6306	5	3	1		0	1
6306-2RSI	COJINETE 6306	5	3	1		0	1
6306-2ZC3	COJINETE 6306	5	4	2		0	2
6307 2RS1/C3	COJINETE 6307	5	4	1		0	1
6307-ZZC3	COJINETE6307	5	4	1		0	1
6308 CRS-C3	COJINETE 6308	5	4	2		0	2
6309 DDUC3E	COJINETE 6309	5	4	0		0	0
6310 2RSC3	COJINETE 6310	5	4	1		0	1
6310 2ZC3	COJINETE 6310	5	4	1		0	1
6311DDUC3E	COJINETE 6311	5	4	2		2	0
6312 ZZC3E	COJINETE 6312	5	4	4		1	3
6312 2ZRC3	COJINETE 6312	5	4	4		0	4
6312-2RS1	COJINETE 6312	5	4	1		0	1
6313-2RS	COJINETE 6313	5	4	1		0	1
6316 2ZR.C3	COJINETE 6316	5	4	1		0	1
6317	COJINETE 6317	5	4	1		0	1
3204 2RS	COJINETE 3204	5	5	1		0	1
HR30206 JL	COJINETE 3020	5	5	1		0	1
HR30207JL	COJINETE 3020	5	5	1		0	1
HR30209 JA	COJINETE 3020	5	5	1		0	1
HI30306JR	COJINETE 3030	5	5	8		0	8
HR30307JA	COJINETE 3030	5	5	4		0	4
HR30308JR	COJINETE 3030	5	5	3		0	3

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
30213U	COJINETE 3021	5	5	1		0	1
3212ATN9	COJINETE 3212	5	5	1		0	1
6014. 2ZR.C3.L38	COJINETE 6014	5	5	7		0	7
6018 2ZR C3	COJINETE 6018	5	5	3		0	3
6018-2Z C3	COJINETE 6018	5	5	3		0	3
6020 2RSI	COJINETE 6020	5	5	1		0	1
6021 LLUC3	COJINETE 6021	5	5	0		0	0
596/592A	COJINETE 596	5	5	2		0	2
6405	COJINETE 6405	5	5	1		0	1
3311 B2ZR	COJINETE3311	5	5	1		0	1
5310 207	COJINETE 5310	5	5	1		0	1
NU310EWC3	COJINETE 310E	5	5	1		0	1
6580	COJINETE 6580	5	5	1		0	1
EJM511946	COJINETE 5119	5	5	1		0	1
HICAP32206JR	COJINETE 3220	5	9	3		0	3
32208-A	COJINETE 3220	5	9	4		0	4
HM803146	COJINEE 8031	5	9	6		0	6
3230692KAL	COJINETE 3230	5	9	4		0	4
43131	COJINETE 4313	5	9	6		0	6
30207-90KA	COJINETE 3020	5	9	2		0	2
JLM506849	COJINETE 5068	5	9	6		0	6
3982/20	COJINETE 3982	5	9	5		0	5
JLM506810	COJINETE 5068	5	9	4		0	4
5210808	COJINETE 5210	5	9	1		0	1
LM603011	COJINETE 6030	5	9	1		0	1
1208TV	COJINETE 1208	5	9	2		0	2
640522	COJINETE 6405	5	9	2		0	2
7307B	COJINETE 7307	5	9	2		0	2
350A	COJINETE 350A	5	9	1		0	1
7308BEA	COJINETE 7308	5	9	1		0	1
41126	COJINETE 4112	5	9	1		0	1
NU211EWC3	COJINETE NU211	5	9	2		0	2
33012JRRS	COJINETE 3301	5	9	1		0	1
41126	COJINETE4112	5	9	1		0	1

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
368A-362 <sup>a</sup>	COJINETE 368A	5	9	1		0	1
JM511946	COJINETE 5119	5	9	1		0	1
2958	COJINETE 2958	5	9	2		0	2
55200C	COJINETE 5520	5	9	3		0	3
623	COJINETE 623	5	9	1		0	1
612	COJINETE 612	5	9	1		0	1
HM803110	COJINETE CUNA 8031	5	10	6		0	6
41286	COJINETE CUNA 4128	5	10	2		0	2
27820	COJINETE CUNA 2782	5	10	2		0	2
26822	COJINETE CUNA 2682	5	10	1		0	1
354A	COJINETE CUNA 354A	5	10	2		0	2
43312	COJINETE CUNA 4331	5	10	8		0	8
29520	COJINETE CUNA 2952	5	10	4		0	4
532A	COJINETE CUNA 532	5	10	5		0	5
23144	COJINETE CUNA 2314	5	10	2		0	2
LM300849/11	COJINETE CUNA 3008	5	10	2		0	2
26822R	COJINETE CUNA 2682	5	10	2		0	2
59412	COJINETE CUNA 5941	5	10	1		0	1
592A	COJINETE CUNA 592A	5	10	4		0	4
6535	COJINETE CUNA 6535	5	10	1		0	1
27820	COJINETE CUNA2782	5	10	1		0	1

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
6420	COJINETE CUNA 6420	5	10	1		0	1
32299262	COJINETE CUNA 3229	5	10	1		0	1
72487	COJINETE CUNA 7248	5	10	1		0	1
55200C	COJINETE CUNA 5520	5	10	1		0	1
563BF-25	COJINETE CUNA 563	5	10	1		0	1
3120	COJINETE CUNA 3120	5	10	1		0	1
7406MB	COJINETE 7406	5	11	2		0	2
208K	COJINETE 208K	5	11	1		0	1
6207 BOLA	COJINETE 6207	5	11	6		0	6
35297134	COJINETE 3529	5	11	6		0	6
3912A/193	COJINETE 3912	5	11	6		0	6
39124920	COJINETE 3912	5	11	2		0	2
RMS14	COJINETE RMS14	5	11	1		0	1
CRM14	COJINETE CRM14	5	11	1		0	1
33093-2RSWCC3	COJINETE 3309	5	11	0		0	0
HM807046PX100	COJINETE 8070	5	11	1		0	1
3202RTUH	COJINETE 3202	5	15	1		0	1
3203A-2ZW9	COJINETE 3203	5	15	2		0	2
3204B-2RSRW6C3	COJINETE 3204	5	15	1		0	1
3205BTUH	COJINETE 3205	5	15	1		0	1
32206CZ	COJINETE 3220	5	15	1		0	1
3305BTUH	COJINETE 3305	5	15	1		0	1
L-44649	COJINETE 4464	5	15	3		0	3
6404	COJINETE 6404	5	15	2		0	2
6405	COJINETE 6405	5	15	3		0	3
5307	COJINETE 5307	5	15	1		0	1
362A	COJINETE 362	5	15	1		0	1
33012JRRS	COJINETE 3301	5	15	1		0	1
4305ATN9	COJINETE 4305	5	15	1		0	1



Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
1053062RS	COJINETE 5306	5	15	1		0	1
26881	COJINETE 2688	5	15	2		0	2
14138A	COJINETE 1413	5	15	1		0	1
6228C3	COJINETE 6228	5	15	1		0	1
3305B-2RSRTNG	COJINETE 3305B	5	15	1		0	1
32011X	COJINETE 3201	5	15	1		0	1
RMS12	COJINETE RMS12	5	15	1		0	1
1311EKTN9/C3	COJINETE 1311	5	15	1		0	1
32212A	COJINETE 3221	5	15	2		0	2
212E	COJINETE 212	5	15	2		0	2
53375	COJINETE 5337	5	15	1		0	1
32011JR	COJINETE 3201	5	15	1		0	1
3307B2ZRTVH	COJINETE 3307	5	15	1		0	1
3207B2RSR	COJINETE 3207	5	15	0		0	0
62305	COJINETE 6230	5	15	1		0	1
4307	COJINETE 4307	5	15	1		0	1
3308BTVHC3	COJINETE 3308	5	15	1		0	1
72188C	COJINETE 7218	5	16	1		0	1
47522	COJINETE 475	5	16	1		0	1
72187C	COJINETE 7218	5	16	1		0	1
74850	COJINETE 74850	5	16	2		0	2
L4322349	COJINETE 4323	5	16	2		0	2
44150LONE	COJINETE 4415	5	16	1		0	1
65383	COJINETE 6538	5	16	1		0	1
32010X90KA1	COJINETE 3201	5	16	1		0	1
3880	COJINETE 3880	5	16	1		0	1
641/632	COJINETE 641	5	16	1		0	1
537XET212	COJINETE 537	5	16	1		0	1
10406A6010	COJINETE 406A	5	16	2		0	2
CBF	COJINETE SIN CAJA CBF	5	17	11		0	11
6311C3	COJINETE SIN CAJA 6311	5	17	1		0	1

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
6306Z	COJINETE SIN CAJA 6306	5	17	1		0	1
5306Z	COJINETE SIN CAJA 5306	5	17	1		0	1
6304Z	COJINETE SIN CAJA 6304	5	17	1		0	1
6306ARJR	COJINETE SIN CAJA 6306	5	17	2		0	2
6307DU	COJINETE SIN CAJA 6307	5	17	1		0	1
3204BTVHC3	COJINETE SIN CAJA 3204	5	17	1		0	1
HRC5205C	COJINETE SIN CAJA 5205	5	17	1		0	1
6001Z	COJINETE SIN CAJA 6001Z	5	17	1		0	1
6311-2R/R	COJINETE SIN CAJA 6311	5	17	1		0	1
32210A	COJINETE SIN CAJA 3221	5	17	1		0	1
LM603049	COJINETE SIN CAJA 6030	5	17	1		0	1
43131	COJINETE SIN CAJA 4313	5	17	1		0	1
2107S	COJINETE SIN CAJA 2107	5	17	3		0	3
MJ1RHP	COJINETE SIN CAJA MJ1RHP	5	17	1			
6205	COJINETE SIN CAJA 6205	5	17	1			
NU318	COJINETE SIN CAJA NU318	5	17	1			
LM11719	COJINETE SIN CAJA 1171	5	17	1		0	1

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
HR6208	COJINETE SIN CAJA 6208	5	17	1		0	1
2934TK3	COJINETE KIT COMPRESOR 2934	5	18	1		0	1
2940TK3	COJINETE KIT COMPRESOR 2940	5	18	2		0	2
2945-TK2	COJINETE KIT COMPRESOR 2945	5	18	2		0	2
913811	COJINETE 9138	5	22	2		0	2
6559C	COJINETE 6559	5	22	1		0	1
6420	COJINETE 6420	5	22	1		0	1
6316-2RS1	COJINETE 6316	5	22	1		0	1
6020-2RS1/C3	COJINETE 6020	5	22	1		0	1
594	COJINETE 594	5	23	3		0	3
596	COJINETE 596	5	23	2		0	2
537	COJINETE 537	5	23	2		0	2
1311SKC3	COJINETE 1311	5	23	1		0	1
63305LLU	COJINETE 6330	5	23	1		0	1
3209A-2RS/TN9	COJINETE 3209	5	23	1		0	1
9073093	COJINETE AGUJA 9073	5	23	1		0	1
RMS14	COJINETE RMS14	5	23	1		0	1
RHPMRJ1	COJINETE RHPMRJ1 3/4	5	23	1			
6014-2RS/C3	COJINETE 6014	5	23	1		0	1
27881	COJINETE 2788	5	23	2		0	2
30213JR	COJINETE 3021	5	23	1		0	1
432310	COJINETE 4323	5	24	2		0	2
JLM568	COJINETE CUNA 5068	5	24	4		0	4
32011X	COJINETE 3201	5	24	1		0	1
HM71814470	COJINETE 7181	5	5	1		0	1
3208	COJINETE 3208	5	5	1			
6305 LLU C3	COJINETE 6305 LLU	5	5	1			
3208B-2RSRT	COJINETE 3208 B	5	5	1			

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
UCF-21236	CHUMACERAS UCF21236	5	29	2		0	2
FC350	CHUMACERA FC350 4 HOYOS	5	29	1		0	1
454735 9233001	CHUMACERA 454735	5	29	1		0	1
UC21548U	CHUMACERA UC215 48U	5	29	4		0	4
UCX 15-215	CHUMACERA UCX 15-215DL	5	29	2		0	2
MFC-35	CHUMACERA MFC-35 4 HOYOS	5	29	3		0	3
ER55	CHUMACERA ER55 SEA MASTER	5	30	1		0	1
UCF 21548V	CHUMACERA UCF 215-484 4 HOYOS	5	30	1		0	1
H311 IN200803	CHUMACERA H311	5	30	3		0	3
UC211-200	CHUMACERA 211-200 4 HOYOS	5	30	1		0	1
56212207	CHUMACERA 56122207	5	30	1		0	1
UC205-100DI	CHUMACERA UC205100D1	5	30	1		0	1
UCF 211-320	CHUMACERA UCF 211-320	5	30	1			
MFC 32	CHUMACERA MFC32	5	31	3		0	3
FX507M	CHUMACERA FY507M	5	31	4		0	4
UC208-108	CHUMACERA UC208- 108	5	31	1		0	1
UC214-211	CHUMACERA UC214- 211	5	31	1		0	1
UC206	CHUMACERA UC206	5	31	1		0	1
ET206	CHUMACERA ET206	5	31	1		0	1
450083	RETENEDOR 450083	5	37	4		0	4
473215	RETENEDOR 473215	5	37	8		0	8
473228	RETENEDOR 473228	5	37	2		0	2

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
473231	RETENEDOR 473231	5	37	1		0	1
473467	RETENEDOR 473467	5	37	2		0	2
455364	RETENEDOR 455364	5	37	3		0	3
450494	RETENEDOR 450494	5	37	3		0	3
472439	RETENEDOR 472439	5	37	3		0	3
473239	RETENEDOR 473239	5	37	1		0	1
410520	RETENEDOR 410520	5	37	1		0	1
473428	RETENEDOR 473438	5	37	3		0	3
470380	RETENEDOR 470380	5	37	5		0	5
455079	RETENEDOR 455079	5	37	4		0	4
415147	RETENEDOR 415147	5	37	1		0	1
472826	RETENEDOR 472826	5	37	1		0	1
470351	RETENEDOR 450351	5	37	1		0	1
471785	RETENEDOR 471785	5	37	1		0	1
7188S	RETENEDOR 7188S	5	37	5		0	5
473243	RETENEDOR 473243	5	38	1		0	1
473203	RETENEDOR 473203	5	38	2		0	2
471466	RETENEDOR 471466	5	38	8		0	8
3894V	RETENEDOR 3894V	5	38	1		0	1
28X52X7	RETENEDOR 28X52X7	5	38	1		0	1
330663	RETENEDOR 330663	5	38	1		0	1
473205	RETENEDOR 473205	5	38	1		0	1
30X62X7	RETENEDOR 30X62X7	5	38	1		0	1
472179	RETENEDOR 472179	5	38	1		0	1
470059	RETENEDOR 470059	5	38	1		0	1
470347	RETENEDOR 470347	5	38	1		0	1
471141	RETENEDOR 471141	5	38	2		0	2
472572	RETENEDOR 472572	5	38	1		0	1
470680	RETENEDOR 470680	5	38	1		0	1
470163	RETENEDOR 470163	5	38	1		0	1
8121S	RETENEDOR 8121S	5	38	1		0	1
7934S	RETENEDOR 7934S	5	38	2		0	2

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
472164	RETENEDOR 472164	5	38	1		0	1
	RETENEDOR 473228	5	38	2			
	RETENEDOR 473450	5	38	1			
	RETENEDOR 450083	5	38	1			
	RETENEDOR 472041	5	38	1			
	RETENEDOR 473215	5	38	8			
	RETENEDOR 416888	5	39	2		0	2
10049S	RETENEDOR 10049S	5	39	2		0	2
120X145X12	RETENEDOR 120X145X12	5	39	1		0	1
412920	RETENEDOR 412920	5	39	1		0	1
25091	RETENEDOR 25091	5	39	1		0	1
455013	RETENEDOR SIN CAJA 455013	5	45	3		0	3
29951	RETENEDOR SIN CAJA 29951	5	45	5		0	5
89X63X11	RETENEDOR SIN CAJA 89X63X11	5	45	7		0	7
76X54X10	RETENEDOR SIN CAJA 76X54X10	5	45	5		0	5
7073	RETENEDOR SIN CAJA 7073	5	45	3		0	3
35X55X8	RETENEDOR SIN CAJA 35X55X8	5	45	3		0	3
472015	RETENEDOR SIN CAJA 472015	5	45	3		0	3
473226	RETENEDOR SIN CAJA 473226	5	45	1		0	1
470625	RETENEDOR SIN CAJA 470625	5	45	2		0	2
472826	RETENEDOR SIN CAJA 472826	5	45	2		0	2
13650	RETENEDOR SIN CAJA 13650	5	45	2		0	2

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
73296	RETENEDOR SIN CAJA 73296	5	45	1		0	1
13739	RETENEDOR SIN CAJA 13739	5	45	1			
32X47X7	RETENEDOR SIN CAJA 32X47X7	5	45	1			
7073	RETENEDOR SIN CAJA 7073	5	45	3			
35X55X8	RETENEDOR SIN CAJA 35X55X8	5	45	3			
472015	RETENEDOR SIN CAJA 472015	5	45	3			
473226	RETENEDOR SIN CAJA 473226	5	45	1			
470625	RETENEDOR SIN CAJA 470625	5	45	2			
472826	RETENEDOR SIN CAJA 472826	5	45	1			
13650	RETENEDOR SIN CAJA 13650	5	45	2			
73296	RETENEDOR SIN CAJA 73296	5	45	1			
63739	RETENEDOR SIN CAJA 63739	5	45	1			
32X47X7	RETENEDOR SIN CAJA 32X47X7	5	45	1			
30X47X7	RETENEDOR SIN CAJA 30X47X7	5	45	1			
7073	RETENEDOR SIN CAJA 7073	5	45	3			
401163	RETENEDOR SIN CAJA 401163	5	45	2			
5106223	RETENEDOR SIN CAJA 5106223	5	45	1			

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
16046	RETENEDOR SIN CAJA 16046	5	45	1			
470163	RETENEDOR SIN CAJA 470163	5	45	1			
47215	RETENEDOR SIN CAJA 47215	5	45	1			
471958	RETENEDOR SIN CAJA 471958	5	45	1			
4383	RETENEDOR SIN CAJA 14383	5	45	1			
13042	RETENEDOR SIN CAJA 13042	5	45	1			
13650	RETENEDOR SIN CAJA 13650	5	45	2			
4504	RETENEDOR SIN CAJA 450403	5	45	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 2621	5	45	1		0	1
	RETENEDOR SIN CAJA 13049	5	45	1		0	1
	RETENEDOR SIN CAJA 62X7X2	5	45	1		0	1
	RETENEDOR SIN CAJA 482126	5	45	1		0	1
	RETENEDOR SIN CAJA 106339	5	45	1		0	1
	RETENEDOR SIN CAJA 48X70X10	5	45	1		0	1
	RETENEDOR SIN CAJA 55X76X8	5	45	3		0	3
	RETENEDOR SIN CAJA 72X76X8	5	45	1		0	1
	RETENEDOR SIN CAJA 65X100X10	5	45	1		0	1



Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
	RETENEDOR SIN CAJA 7374	5	45	1		0	1
	RETENEDOR SIN CAJA 455583	5	46	2		0	2
	RETENEDOR SIN CAJA 5115454	5	46	2			
	RETENEDOR SIN CAJA 450329	5	46	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 90X125X13	5	46	2			
	RETENEDOR SIN CAJA CR 39923	5	46	2			
	RETENEDOR SIN CAJA 10085	5	46	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 416664	5	46	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 608510	5	46	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 92X07X97	5	46	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 27268	5	46	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 3206	5	46	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 13042	5	46	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 7073	5	46	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 417316	5	46	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 55X90X8	5	46	3			
	RETENEDOR SIN CAJA 43232	5	46	1			

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
	RETENEDOR SIN CAJA 40X52X7	5	46	3			
	RETENEDOR SIN CAJA 27X47X6	5	46	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 27X52X8	5	46	1			
	RETENEDOR SIN CAJA 85X14X12	5	47	5			
	RETENEDOR SIN CAJA 70X90X10	5	47	6			
	RETENEDOR SIN CAJA 55X90X8	5	47	6			
	RETENEDOR SIN CAJA 85X110X12	5	47	4			
	RETENEDOR SIN CAJA 70X110X12	5	47	6			
	RETENEDOR SIN CAJA 55X72X8	5	47	3		0	3
	RETENEDOR SIN CAJA 75X105X12	5	47	2		0	2
	RETENEDOR SIN CAJA 70X110X2	5	47	1		0	1
ARANDALAS	ARANDALAS W11	5	53	4			
CADENA NO. 50 SENCILLA	PIEZ CADENA PASO NO. 50 SENCILLA	5	53	10			
UNIÓN PASO NO. 50	UNION PASO NO. 50 SENCILLA	5	53	0			
MEDIA UNIÓN PASO NO. 50	MEDIA UNION PASO NO. 50 SENCILLA	5	53	2			
A48	FAJA ITPO A SUPERBETT A 48	5	53	4			
B36	FAJA TIPO B SUPERBETT	5	53	1			
	DENTADA B36						
RSMART 1210	UPS RSMART 120	7	2	0		0	0

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
BOQUILLAS DE PLÁSTICO	BOQUILLA DE PLASTICO	7	2				
TR06Y-145 <sup>a</sup>	KIT COMPRESOR TR06Y-145A	7	3	1		0	1
KIT MOTOR	KIT MOTOR	7	3	1		0	1
BR1500G	UPS BR1500G	7	9	0		0	0
SRT1045-1A/20	CONTACTOR 230 V	7	10	1		0	1
3RH1921-1DA11	BLOQUE CONTACTOS	7	10	1		0	1
1/2" 13-572-25"	MANERAL 1/2 STANLEY	7	10	1		0	1
KIT PESAS	KIT DISCOS PESO	7	10	1		0	1
CONTACTOR 660V	CJX3210 AC CONTACTOR 660V	7	10	1			
BOMBA DIESEL	BOMBA DIESEL CALDERA CONO	7	11	1			
CARGADOR 220	CARGADOR 220 P CARRITO ELECTRICO	7	11	1			
NET2SCH	SELLO MECANICO	7	11	0		0	0
CICLÓN IK	MODULADOR CICLÓN	7	11	1		0	1
MODEL C48AP64A03	MOTOR DE AGUA	7	12	0		0	0
KIT 01	CAJA KIT MONTACARGA	7	31	1		0	1
JUEGOS DE SWITCH	CAJA DE JUEGOS DE SWITCH DE RED 7-16	7	16	1			
KIT DE ORRINES	KIT DE ORRINES EN CAJA ROJA	7	17	2			
CABLE UTP	ROLLOS DE CABLE UTP CON CONECORES	7	23	2			
CABLE UTP COLORES	JUEGO DE VARIOS CABLES UTP	7	23	1			

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
ACEITE HIDRÁULICO	GALON ACEITE HIDRÁULICO PARA MONTACARGA	7	24	1			
CÁMARA	1 CÁMARA CON PEDESTAL	7	24				
CATALIZADOR ÁCIDO PARA BATERÍAS	CATALIZADOR ÁCIDO PARA BATERÍAS	7	24	1/4,			
KIT 02	CAJA KIT MONTACARGA	7	32	1		0	1
KIT 03	CAJA KIT MONTACARGA	7	33	1		0	1
KIT 05	CAJA KIT MONTACARGA	7	34	1		0	1
KIT 06	CAJA KIT MONTACARGA	7	35	0		0	0
KIT 07	KIT MONTACARGAS	7	36	1			
SELLO MECÁNICO	KIT EMPAQUE EN GRAFOIL	7	39	4		0	4
DWS467	ESPONJAS 9INX4 1/2 X 1 3/4	7	39	2		0	2
50MMX90MM	CINTA FIBRA DE VIDRIO	7	39	2		0.5	1.5
2.1X250	CINTA DE PAPEL	7	39	9		0	9
SIERRAS	SIERRAS SANDAFLEX	7	40	30			
CELDA DE CARGA	CELDA DE CARGA FUERA DE USO	7	40	1			
LIMAS	LIMAS	7	40	2	24		
BOMBA HIDRÁULICA	BOMBA HIDRÁULICA PARA MONTACARGA YALE	7	41	1			

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
MOTOR DE ARRANQUE	MOTOR DE ARRANQUE	7	41	1			
	TRACTOR CHINO						
	GANCHOS PARA CORTIAN DE BAÑO	7	42	36			
	CONTACTOR BOSH 480	7	42	1			
	BIMETÁLICO PARA CONTACTOR	7	42	3			
	GUARDA MOTOR	7	42	1			
	MICRO SWITCH CONTACTO USADO	7	42	2			
	ELECTROVÁLVULA 3/8 USADO	7	42	3			
	ELECTRO VÁLVULA 3/8 SIN BOBINA	7	42	7			
	ELECTRO VÁLVULA 1/4 USADO	7	42	1			
	ELECTRO VÁLVULA 3/8 USADA	7	42	1			
	MICRO SWITCH BASTÓN	7	42	1			
	BOBINA INCOMPLETA 110 V	7	42	2			
	MICRO SWITCH DE RODO	7	42	1			
	RACORES 3/8 MANGUERA 1/4 CAÑERÍA	7	43	38			
	RACORES PARA MANGUERA 10 MM RAÍZ ¼	7	43	25			
	RACORES 10MM PARA MANGUERA RAÍZ 3/8	7	43	18			

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
	RACORES PARA MANGUERA 10 MM DE RAÍZ 1/4 METAL	7	43	10			
	RACORES EN Y 10 MM	7	43	16			
	RACORES EN T 10 MM MANGUERA	7	43	1			
	RACORES EN CODO 10 MM MANGUERA A ¼ CAÑERÍA	7	43	1			
	RACOR 3/8 A 3/8 CAÑERÍA	7	43	1			
	RACORES 8 MM MANGUERA A RAÍZ 3/8	7	43	2			
	RACORES EN CODO DE 5/8 Y MANGUERA DE ½	7	43	1			
	RACORES MANGUERA 10 MM A RAÍZ ¼ CON REGULADOR	7	43	2			
	ZOCKET P BOMBILLA PEQUEÑA	7	43	6			
	RACORES MANGUERA 3/8 RAIZ 1/8	7	43	1			
	INTERRUPTOR PALANCA CON CABLE 125V - 60HZ-6ª	7	43	2			
	TERMINAL MACHO ELÉCTRICO AMARILLO	7	43	73			

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
	TERMINAL ELÉCTRICO DE ARGOLLA METÁLICA TERMINALES ELÉCTRICO AMARILLO HEMBRA TERMINALES DE ARGOLLA AMARILLA PEQUEÑO JUEGOS DE ACCESORIOS PARA PUERTA INCOMPLETOS						
		7	43	11			
		7	43	12			
		7	43	16			
		7	47	2			
TEFLÓN	ROLLITOS DE TEFLÓN	7	48	50		2	48
OL-MIDI	UNIDAD DE MANTENIMIENTO 1/2	7	55	4	2	5	1
	LIMI SWITCH DE PUCH	7	56	3			
	LIMI SWITCH DE PATIA	7	56	4			
	ELECTRO VÁLVULAS GRANDES	7	56	2			
	MODULADOR CALDERA KONO	7	57	1			
	REPUESTOS CALDERA KONO	7	57	1			
	LIBRAS DE ESTOPA 3/16	7	62	2			
	LIBRAS DE ESTOPA 3/8	7	62	5			
	LIBRAS DE ESTOPA 1/2	7	62	10			

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
	LIBRAS DE ESTOPA 5/16	7	63	3			
	LIBRAS DE ESTOPA 7/16	7	63	6			
	CHILIN TORRE ALTA OPERACIONES MONITOR MODULADOR DE INGNICIÓN MONTA	7	64	1			
	CARGA CHINITO RELOJES PARA CALDERA MANGUERAS VÁSTAGO PARA LAVAMANOS VARILLAS ENVASADORA GUÍAS PARA BOQUILLA ENVASADORA MUSHITOS PARA ENVASADORA RESORTES PARA ENVASADORA	7	71	2			
	LIJA 80	7	88	12		0	12
	LIJA 400	7	89	7			
	LIJA 360	7	89	3			
	LIJA 220	7	89	4			
	TIZAS	7	88	20		1	19
	CHEQUE 17CHHK3	7	95	2		0	2
	HORIZONTAL 3" FILTRO EN Y 2"	7	95	1			
	CLAVO 2 ½	7	96	25		25	0
	CLAVO 3"	7	97	7		0	7



Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
HG 4"	VÁLVULA HG 4" HG	7	98	0		0	0
HG 1"	VÁLVULAS 1" HG	7	103	3		2	1
HG 2"	VÁLVULAS 2" HG	7	104	2		0	2
HG 3"	VÁLVULAS 3" HG	7	105	0		0	0
1 ½" HG	VÁLVULAS 1 ½" HG	7	106	2		0	2
½" HG	VÁLVULAS ½" HG	7	106	5		2	3
¾" HG	VÁLVULA DE ¾" HG	7	106	1		0	1
3/8" HG	VÁLVULAS 3/8" HG	7	106	3		0	3
ORGANDIL VERDE	METROS ORGANDIL	8	2	15		15	0
CEPILLO	CEPILLO DE MADERA LATONADO	8	4				
30 WATS AHORRADORA	BOMBILLAS 30 WATS	8	10	11		2	9
GUANTES DE LONA	PARES GUANTES INDUSTRIALES	8	10	5		1	4
VIDRIO TRANSPARENTE	VIDRIO SOLDAR TRANSPARTE	8	10	17		2	15
VIDRIO NO. 13	VIDRIO SOLDAR NO. 13	8	10	9		0	9
VIDRIO NO. 12	VIDRIO SOLDAR NO. 12	8	10	4		1	3
VIDRIO NO. 11	VIDRIO SOLDAR NO. 11	8	10	3		2	1
LENTE PROTECCIÓN	LENTE PROTECCIÓN	8	10	0		0	0
3/8 9 6*5*5,4	ROLLO 3/8 9 6*5*5,4	8	11	1		0	1
1/2" TRANSPARENTE	ROLLO MANGUERA 1/2"	8	11	1		0	1
10MMX6MM	ROLLO MANGUERA 10MMX6MM	8	11	1		0	1
	ROLLO MANGUERA 8MMX5,5MM	8	11	0		0	0
	ROLLO MANGUERA 6.24X4.57M	8	11	0		0	0

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
	ROLLO MANGUERA 1/4	8	11	2		0	2
PLAFONERAS 110	PLAFONERAS	8	12	0		0	0
CALAVERAS PLÁSTICAS	CALAVERAS PLÁSTICAS PARA PARED ELÉCTRICAS	8	12	6		0	6
ACOPE PARA CABLES ELEC	ACOPE DE 1/2 ELÉCTRICO	8	12	12		0	12
E5CC-RX2ASM800	CONTROL DE TEMPERATURA	8	12	1		0	1
ESPIGA 110	ESPIGA 110 INTERRUPTOR	8	12	0		0	0
SWITCH 110	SENCILLO SWITCH 110	8	12	3		0	3
INTERRUPTOR DE PARED 110	INTERRUPTOR DE PARED 110	8	12	4		0	4
PLACA INTERRUPTOR	PLACA PARA INTERRUPTOR PLÁSTICO	8	12	6		0	6
NEMA 10-50R	TOMA SUPERFICIAL 50 A. 125-250 V	8	12	1		0	1
110 V NEMA 5-15R	TOMA CONECTOR SUPERFICIAL 110 V	8	12	1		1	0
INTERRUPTOR MARFIL	INTERRUPTOR MARFIL	8	12	1		0	1
PITA AMARILLA	METROS PITA DESBROZADORA	8	9	130		0	130
SICAFLEX TUBO	TUBOS SICAFLEX SILICONE ROJO	8	17	2		1	1
CINTA MAGNÉTICA	CINTA MAGNÉTICA ADHESIVA	8	17	14		0	14
CUCHARA ALUMINIO	CUCHARONES ALUMINO	8	17	4		0	4
CUCHARA PLÁSTICO	CUCHARONES DE PLÁSTICO	8	17	3		0	3

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
FLEJE STRECH	ROLLOS DE FLEJES	8	21	22	50	28	44
PITA NEGRA	ROLLOS PITA NEGRA	8	24	7	12	3	16
BOLSAS GRANDES	BOLSAS GRANDES	8	25	80		7	73
33358	FILTRO 33358	8	18	8		0	8
51034	FILTRO 51034	8	18	23		0	23
51347	FILTRO 51347	8	18	6		0	6
PLBS6072	FILTRO PLBS6072	8	18	7		0	7
33357	FILTRO 33357	8	18	5		0	5
24074	FILTRO 24074	8	18	2		0	2
PH3980	FILTRO PH3980	8	19	3		0	3
51348	FILTRO 51348	8	19	6		0	6
51515	FILTRO 51515	8	19	5		0	5
51748	FILTRO 51748	8	19	1		0	1
LFP-734	FILTRO LFP-734	8	19	2		0	2
51725	FILTROS 51725	8	19	12		0	12
39911631	FILTRO 39911631	8	20	1		0	1
6.1972.1	FILTRO 6.19729.1	8	20	1		0	1
35357250	FILTRO 35357250	8	20	2		0	2
01-2004-310.02	FILTRO 01-2004- 310.A2	8	20	1		0	1
201 3400 282	FILTRO 201 3400 282	8	20	1		0	1
KL 585-009	FILTRO KL 585-009	8	20	1		0	1
PLB2953A	FILTRO PLB 2953A	8	20	1		0	1
51821	FILTRO 51821	8	21	9			
39-6B703-2	FILTRO 39-6B703-2	8	21	4		0	4
LF 448	FILTRO LF 448	8	26	5		0	5
178012410	FILTRO AIRE 178012410	8	26	1		0	1
6.1989.01/A1	FILTRO DE AIRE	8	26	1		0	1
1/2 HILTI	TUERCAS DE 1/2 HG PARA HILTI, WACHAS Y ROLDANAS	8	35	155			
GUANTES LÁTEX	PARES GUANTES LÁTEX	8	37	50		0	50

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
MASCARILLAS	MASCARILLAS	8	37	4		0	4
POLVERAS	POLVERAS						
CORTE 4"	DISCO DE CORTE 4"	8	46	10		2	8
PULIR 4"	DISCO DE PULIR DE 4"	8	46	10		2	8
CORTE 9"	DISCO DE CORTE DE 9"	8	46	3		0	3
PULIR 9"	DISCO DE PULIR DE 9"	8	46	0		0	0
5/8 COMPLETOS	TORNILLOS 5/8 2" COMPLETOS	8	51	15			
E6010	ELECTRODO 6010	8	54	50		0	50
ECA6010	ELECTRODO ECA6010	8	54	10		0	10
6011 1/8	ELECTRODO 6011 1/8	8	55	0	20	1	19
7018 1/8	ELECTRODO 7018 1/8	8	55	50		2	48
6013 1/8	ELECTRODO 6013 1/8	8	55	5	20	18	7
6013	ELECTRODO 6013 3/32	8	56	80		0	80
24 LBS	ELECTRODO INOX ECA 308L 1/8	8	57	20		0	20
	ELECTRODO INOX ECA 308L 3/32		57			4	
	ELECTRODO HIERRO FUNDIDO		57			3	
ALAÑAS	ALAÑAS	8	58	10		0	10
REMACHES	REMACHES 3/16 * 1/4	8	59	50			
REMACHES	REMACHES 3/16 * 1/2	8	59	500			
REMACHES	REMACHES 3/16 * 1	8	59	50		0	50
COMPUERTAS 2 ½	VALVULAS COMPUERTA 2 ½	8	64	5		0	5
½"	CHORROS ½"	8	65	3	6	4	5
¾"	CHORROS ¾"	8	65	2		1	1

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
CODOS 45 4" PVC	CODOS 45 GRADOS PVC 4"	8	69	2		0	2
UNIVERSALES PVC 4	UNIÓN UNIVERSAL PVC DE 4"	8	69	1		0	1
PEGAMENTO PVC	¼ PEGAMENTO PVC	8	69	1		0	1
	CODOS DE 90 GRADOS PVC 4"	8	69	2		0	2
	UNIVERSALES 4" PVC	8	69	4		0	4
	¼ PEGAMENTO PVC	8	69	1		0	1
	CONECTOR HEMBRA 2" PARA MANGUERA RÁPIDO	8	70	3		0	3
	CONECTOR MACHO 2" PARA MANGUERA RÁPIDO	8	70	1		0	1
	CONECTOR HEMBRA 3" PARA MANGUERA RÁPIDO	8	71	7		0	7
	CONECTOR MACHO CON ROSCA 3"	8	71	2		0	2
	CONECTOR MACHO 3" PARA MANGUERA RÁPIDO	8	72	5		0	5
	ACOPLE PARA MANGUERA DE 3"	8	72	1		0	1
	T PVC DE 4" DRENAJE	8	77	10		0	10
	REDUCIDORES DE 4" A 2" PVC	8	78	27		0	27
	T PVC DE 4"	8	79	19		0	19
	ADAPTADORES HEMBRAS PVC DE 4"	8	80	11		1	10
	ADAPTADORES MACHOS PVC DE 4"	8	80	3		0	3

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
	VÁLVULAS PVC LISAS 4"	8	82	1		0	1
	CODOS PVC 4" 45	8	87,88,89	34		0	34
	CODOS PVC 4" 90	8	91	7		0	7
	ADAPTADORES MACHOS 4" PVC	8	93	32		0	32
	ADAPTADORES HEMBRA DE 4 PVC	8	95	30		0	30
	CRUZ PVC DE 4	8	96	23		0	23
	LLAVES PVC DE 3"	8	100	2		0	2
	CODOS DE 2 45	8	101	3		0	3
	CODOS DE 2 90	8	101	4		0	4
	CRUZ PVC DE 2	8	101	1		0	1
	T DE 2 PVC	8	101	14		0	14
	LLAVES PVC DE 2" CON ROSCA	8	102	10		0	10
	LLAVE DE DRENAJE 2"	8	102	2		0	2
	CHEQUES PVC DE 2	8	102	2		0	2
	CRUZ PVC DE 3	8	104	20		0	20
	COPLES MACHOS PVC DE 3	8	104	12		0	12
	REDUCIDORES PVC	8	105	1		0	1
	CODOS DE 45 PVC 3	8	106	7		1	6
	T PVC DE 3	8	106	5		0	5
	CODOS DE 45 CORTOS DE 3 PVC	8	107	4		0	4
	COPLAS HEMBRAS PVC DE 3	8	107	6		0	6
	REDUCIDORES DE 3 A 2 PVC	8	107	4		0	4
	ADAPTADORES DE 3 A 2 1/2 PVC	8	107	4		0	4

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
	REDUCIDORES DE $\frac{3}{4}$ A $\frac{1}{2}$	8	109	200		0	200
	CODOS DE 45 $\frac{1}{2}$ PVC	8	110	9		0	9
	ADAPTADORES HEMBRAS DE $\frac{1}{2}$ PVC	8	110	6		0	6
	ADAPTADORES MACHO DE $\frac{1}{2}$ PVC	8	110	1		0	1
	ADAPTADOR LISO DE $\frac{1}{2}$ PVC	8	110	2		0	2
	T PVC DE $\frac{1}{2}$	8	110	6		0	6
	CRUZ PVC DE $\frac{1}{2}$	8	110	19		0	19
	CRUZ PVC DE $\frac{3}{4}$	8	111	15		0	15
	TAPONES DE $\frac{3}{4}$ PVC	8	111	14		0	14
	CODOS DE $\frac{3}{4}$ 90 PVC	8	111	67		0	67
	CODOS DE 45 $\frac{3}{4}$ PVC	8	111	1		0	1
	ADAPTADORES HEMBRAS DE $\frac{3}{4}$	8	111	2		0	2
	T PVC DE $\frac{3}{4}$	8	111	23		0	23
	ADAPTADOR MACHO 1" PVC	8	112	3		0	3
	ADAPTADOR HEMBRA DE 1" PVC	8	112	6		0	6
	T DE 1" PVC	8	112	8		0	8
	COPLAS PVC DE 1"	8	112	7		0	7
	ADAPTADOR HEMBRA DE 1 $\frac{1}{4}$	8	114	3		0	3
	TAPONES DE 1 $\frac{1}{4}$ PVC	8	114	8		0	8
	CODOS DE 1 $\frac{1}{4}$ PVC	8	114	8		0	8
	T DE 1 $\frac{1}{4}$ PVC	8	114	4		0	4
	TAPÓN LISO DE 1 $\frac{1}{2}$ PVC	8	114	5		0	5

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
	TAPÓN MACHO DE 1 1/2	8	114	11		0	11
	CODOS DE 90 1 1/2 ADAPTADOR	8	114	6		0	6
	HEMERA DE 1 1/2 PVC	8	114	6		0	6
	ADAPTADOR MACHO DE 1 1/2 PVC	8	114	7		0	7
	CODO DE 45 1 1/2 PVC	8	114	1		0	1
	T DE 1 1/2 PVC	8	114	17		0	17
				0		0	0
	SENSOR						
SENSOR TEMPERATURA	TEMPERATURA COMPRESOR APM 100-A	3	4	1		0	1
	VÁLVULA DE						
VÁLVULA SELENOIDE	SELENOIDE COMPRESOR APM 100-A	3	4	1		0	1
	RETENEDORES						
RETENEDOR 68X90X10	68X90X10 COMPRESOR APM- 100A	3	4	2		0	2
	BUJE 60X68X22						
BUJE 60X68X22	COMPRESOR APM 100-A	3	4	2		0	2
	ORRINES ROJO						
ORRINES ROJOS	COMPRESOR APM 100-A	3	4	2		0	2
	GALONES DE ACEITE						
ACEITE COMPRESOR	COMPRESOR APM 100-A	3	4	30		0	30



Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
FILTRO DE ACEITE	FILTROS DE ACEITE COMPRESOR APM 100-A	3	3	8		0	8
FILTRO SEPARADOR	FILTRO SEPARADOR COMPRESOR APM 100-A	3	5	6		0	6
FILTRO DE AIRE	FILTRO DE AIRE COMPRESOR APM 100-A	3	12	6		0	6
PP15-1121-01	ASIENTOS ALUMINIO PP15-1121-01	9	3	4		0	4
122,040,365	ASIENTOS DE HULE 122.040.365	9	3	4		0	4
122-040-600	ASIENTOS DE TEFLÓN 122-040-600	9	3	0		0	0
M8	ORING M8 PP08- 3210-55-225	9	3	4		0	4
TIRISTOR	TIRISTOR TOYOTA	9	3	3		0	3
M15	ORING M15 14PP15- 3210-50-225	9	3	6		0	6
ALAMBRE AMARRE	LIBRAS DE ALAMBRE DE AMARRE			10		10	0
VÁLVULA MELAZA	VÁLVULA DE LA MELAZA	1		0		0	0
COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	FILTROS DE AIRE COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	1	67	0	3	0	3
COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	FILTRO DE ACEITE ELEMENTAL COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	1	68	0	6	0	6
COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	FILTRO DE ACIETE COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	1	74	0	2	0	2

Continuación del apéndice 1.

cód.	Descripción	Ubicación		Cantidad / Nivel de inventario			
		est.	mód.	Inicial	Ingreso	Egreso	Final
COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	VÁLVULA COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	1	74	0	2	0	2
COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	VÁLVULA DE AIRE COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	1		0	1	0	1
COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	BASE PARA FILTRO COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	1		0	3	0	3
COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	FILTRO FINO ELEMENTAL COMPRESOR PORTÁTIL TROGY	1		0	3	0	3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.