



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

**ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN
EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS PERECEDEROS**

José Roberto Mazariegos Sosa

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, septiembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN
EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS PERECEDEROS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ ROBERTO MAZARIEGOS SOSA

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS PERECEDEROS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 9 de agosto de 2012.



José Roberto Mazariegos Sosa

Guatemala, abril de 2013

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director Escuela de Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Presente

Por medio de la presente le informo que he procedido a revisar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante José Roberto Mazariegos Sosa con carnet 2008-15570 de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, cuyo título es **"ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS PERECEDEROS"**.

Considero que el trabajo presentado por el estudiante ha sido desarrollado cumpliendo con los reglamentos y siguiendo las recomendaciones de asesoría, por lo que doy mi aprobación y solicito trámite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo a usted


INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

Ing. Carlos Humberto Pérez

Ing. Mecánico Industrial

Colegiado 3071



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS PERECEDEROS**, presentado por el estudiante universitario **José Roberto Mazariegos Sosa**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 8121

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.244.013

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 **ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS PERECEDEROS**, presentado por el estudiante universitario **José Roberto Mazariegos Sosa**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, septiembre de 2013.

/mgp



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: **ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS PERECEDEROS**, presentado por el estudiante universitario: **José Roberto Mazariegos Sosa**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Reginos
Decano



Guatemala, septiembre de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por guiarme en el transcurso de mi carrera y por las bendiciones que derramó sobre mí para llegar hasta la meta.

Mis padres

Edgar Roberto Mazariegos Hidalgo y María Romelia Sosa Méndez. Su amor y apoyo será siempre mi inspiración superior para seguir adelante.

Mis hermanas

Astrid Paola y Glenda Beatriz Mazariegos Sosa. Por la unidad que nos caracteriza, para que permanezcamos así aún en momentos difíciles.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haberme abierto sus puertas y poder estudiar en ella mi carrera profesional.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme todos los conocimientos a través de profesionales de la ingeniería.
Mis amigos de la Facultad	Jonathan Castellanos, Geovanni Méndez y Benjamín Arriola, compañeros con los que más me he relacionado a lo largo de mi carrera y de los que he aprendido muchas cosas, espero compartir más tiempo con ustedes.
LOGINSA (Thermo King de Guatemala)	Alejandro González, Erick Juárez y Ricardo Romero, por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación y por escuchar mis aportes brindados a la empresa.
San Judas Tadeo	Por ser mí abogado de los casos difíciles y desesperados, por los consuelos recibidos y por los favores obtenidos. “Dame tu protección San Judas y alcánzame lo que necesito y pido para mi bien temporal y eterno”. Amén.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BÁSICOS	1
1.1. Origen de la empresa Thermo King de Guatemala	1
1.2. Plan estratégico de la empresa	2
1.2.1. Misión	2
1.2.2. Visión.....	2
1.2.3. Objetivos.....	3
1.3. Estructura organizacional de la empresa.....	3
1.3.1. Área de administración	3
1.3.2. Área de taller	4
1.4. Gestión de inventarios	5
1.4.1. Antecedentes históricos.....	5
1.4.2. Conceptos e importancia	7
1.5. Descripción de un sistema de refrigeración.....	9
1.5.1. Funcionamiento	11
1.5.2. Componentes	12

2.	ESTUDIO DE LA DEMANDA Y ROTACIÓN DE LOS INVENTARIOS.....	17
2.1.	Análisis de control de inventarios.....	17
2.1.1.	Evaluación de la demanda de repuestos	17
2.1.2.	Cálculo de los pronósticos.....	34
2.2.	Modelo del lote económico.....	49
2.2.1.	Tamaño del lote.....	50
2.2.2.	Políticas de pedido	57
2.3.	Reabastecimiento de materiales	59
2.3.1.	Existencia mínima de seguridad.....	60
2.3.2.	Nivel de reorden	60
2.3.3.	Cantidad óptima	61
2.3.4.	Tiempos de consumo	62
2.3.5.	Diagrama de cantidades requeridas.....	65
2.4.	Implementación.....	81
2.4.1.	Definición del modelo de inventario.....	81
2.4.2.	Costos de la implementación	82
2.4.3.	Planificación	82
3.	ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LA BODEGA.....	91
3.1.	Operaciones de la bodega	91
3.1.1.	Método de almacenaje	98
3.1.1.1.	Capacidad de bodega	99
3.1.1.2.	Instalaciones de la bodega.....	99
3.1.2.	Despacho de repuestos.....	100
3.2.	Reabastecimiento	101
3.2.1.	Proveedores.....	102
3.2.2.	Tiempos de entrega	102

3.2.3.	Generación de una orden	102
3.3.	Índices de control de inventarios	103
3.3.1.	Índices de calidad	105
3.3.2.	Parámetros de medición	113
3.3.2.1.	Pareto 80/20	113
3.3.2.2.	Última venta.....	115
3.3.2.3.	Clasificación ABC	116
3.4.	Análisis de mantenimientos preventivos.....	119
3.4.1.	Pasos de los mantenimientos	121
3.4.1.1.	Mantenimiento mayor	121
3.4.1.2.	Mantenimiento mediano	127
3.4.1.3.	Mantenimiento menor	132
3.4.2.	Formulario de componentes	136
3.4.3.	Condiciones de trabajo del equipo.....	138
3.4.3.1.	Horas de servicio	139
3.4.3.2.	Capacidad refrigerada	140
3.4.3.3.	Fallas encontradas	145
3.4.4.	Desempeño de las unidades	147
3.4.4.1.	Monitoreo y control de fallas	148
3.4.4.2.	Captación de datos.....	148
3.4.4.3.	Protección de la carga	151
3.4.4.4.	Ciclo de vida útil.....	152
4.	APLICACIÓN DE LOS REPUESTOS EN LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS.....	153
4.1.	Modelos de equipos de refrigeración.....	153
4.1.1.	Modelo serie V	153
4.1.2.	Modelo serie T	156
4.1.3.	Modelo serie SB	160

4.2.	Mejoras en condiciones de trabajo del equipo	162
4.2.1.	Número de mantenimientos al año.....	162
4.2.2.	Tiempo entre cada mantenimiento	162
4.2.3.	Horas de servicio.....	163
4.2.4.	Reducción de fallas encontradas	164
4.2.5.	Medición del desempeño.....	165
4.3.	Mejoras de mantenimientos preventivos	166
4.3.1.	Mantenimiento mayor	166
4.3.2.	Mantenimiento mediano	171
4.3.3.	Mantenimiento menor.....	174
5.	PLAN DE SEGUIMIENTO.....	177
5.1.	Definición de objetivos	177
5.1.1.	A corto plazo	177
5.1.2.	A mediano-largo plazo:	178
5.1.3.	Ventajas y diferencias	178
5.2.	Diseño de formatos de control de inventarios	179
5.2.1.	Registro del inventario.....	179
5.2.2.	Diagrama de cantidades requeridas.....	183
5.3.	Diseño de formatos de mantenimientos	184
5.3.1.	Registro de herramientas	184
5.3.2.	Registro de repuestos	185
5.3.3.	Formato de actividades de mantenimiento.....	186
5.4.	Formatos de comparación de condiciones.....	189
5.4.1.	Medición del desempeño.....	189
5.4.2.	Fallas encontradas	190
5.4.3.	Mejora del funcionamiento	191
5.4.4.	Plazo entre cada mantenimiento	192
5.4.5.	Cantidad de mantenimientos al año	193

6.	RESPONSABILIDAD SOCIAL	195
6.1.	Plan de seguridad industrial	195
6.1.1.	Objetivos.....	198
6.1.2.	Recursos.....	199
6.1.3.	Costos	213
6.1.4.	Organización.....	214
6.2.	Medio ambiente	215
6.2.1.	Reciclaje de repuestos e insumos usados.....	216
6.2.2.	Recomendar el uso de insumos no contaminantes	217
	CONCLUSIONES	219
	RECOMENDACIONES.....	221
	BIBLIOGRAFÍA.....	223
	ANEXOS.....	225

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de Thermo King de Guatemala (área administrativa)	4
2.	Organigrama de Thermo King de Guatemala (área de taller)	5
3.	Representación de un sistema de refrigeración	12
4.	Compresor de refrigerante	13
5.	Evaporador de aire acondicionado.....	14
6.	Condensador de aire acondicionado.....	14
7.	Válvula de expansión térmotática.....	15
8.	Gráfica de ventas de filtro de aceite motor	18
9.	Ventas de filtro de aire	19
10.	Ventas de filtro de combustible EMI2000	20
11.	Ventas de filtro de BY-PASS de aceite EMI2000	21
12.	Ventas de filtro de combustible	22
13.	Ventas de faja de alternador a evaporador	23
14.	Ventas de faja de motor al compresor.....	24
15.	Ventas de candelas de precalentamiento	25
16.	Ventas de faja de motor eléctrico	26
17.	Ventas de empaque de válvula de descarga	27
18.	Ventas de faja de evaporador	28
19.	Ventas de solenoide de paro.....	29
20.	Ventas de kit de alma y gollete	30
21.	Ventas de bomba de combustible	31
22.	Ventas de filtro de diesel EMI3000.....	32
23.	Diagrama de aceite de motor	66

24.	Diagrama filtro de aire.....	67
25.	Diagrama filtro de combustible EMI2000	68
26.	Diagrama filtro de BY-PASS de aceite EMI2000	69
27.	Diagrama de filtro de combustible.....	70
28.	Diagrama faja de alternador a evaporador	71
29.	Diagrama faja de motor al compresor.....	72
30.	Diagrama candelas de precalentamiento.....	73
31.	Diagrama faja de motor eléctrico	74
32.	Diagrama empaque de válvula de descarga.....	75
33.	Diagrama faja de evaporador	76
34.	Diagrama solenoide de paro.....	77
35.	Diagrama kit de alma y gollete.....	78
36.	Diagrama bomba de combustible	79
37.	Diagrama filtro de diesel EMI3000	80
38.	Diagrama de flujo de las operaciones de la bodega	95
39.	Elementos de estantería metálica en la bodega	98
40.	Mapa de factores clave de éxito en una gestión logística.....	104
41.	Ejemplo de un Diagrama de Pareto	115
42.	Análisis ABC de los repuestos y clientes	118
43.	Representación gráfica de un mantenimiento preventivo	
44.	programado	120
45.	Diagrama de operaciones del mantenimiento mayor actual	123
46.	Diagrama de operaciones del mantenimiento mediano actual	129
47.	Diagrama de operaciones del mantenimiento menor.....	133
48.	Control cabina para monitoreo de las unidades.....	147
49.	Monitor serie V “Direct Smart Reefer®”	149
50.	Monitor serie T “TSR-2™”	150
51.	Monitor serie SB “Smart Reefer®” y “Smart Reefer 2®”	151
52.	Gráfica del costo del ciclo de vida útil.....	152

53.	Esquema serie V-100.....	154
54.	Esquema serie V-200.....	155
55.	Esquema serie V-300.....	156
56.	Esquema serie T-600, T-800 y T-1000.....	158
57.	Esquema serie T-600R y T-800R.....	159
58.	Esquema serie T-1000R	160
59.	Esquema serie SB.....	161
60.	Diagrama de operaciones del mantenimiento mayor mejorado	167
61.	Diagrama de operaciones del mantenimiento mediano mejorado	171
62.	Diagrama de operaciones del mantenimiento menor	174
63.	Formato de registros de inventario al realizar compra	179
64.	Formato de registros de inventario al entrar los repuestos	180
65.	Formato de registros de inventario al reportar daños en los repuestos	181
66.	Formato de registros de inventario al reportar devoluciones de repuestos	182
67.	Gráfica de cantidades requeridas	183
68.	Formato de registro de herramientas usadas en los mantenimientos preventivos.....	184
69.	Formato de registro de repuestos usados en los mantenimientos preventivos.....	185
70.	Formato de actividades del mantenimiento preventivo de 1,500	186
71.	Formato de actividades del mantenimiento preventivo de 750 horas	187
72.	Formato de actividades del mantenimiento preventivo de 3 meses ...	188
73.	Formato para medición del desempeño de las unidades	189
74.	Formato de conteo de fallas encontradas en las unidades	190
75.	Formato de mejora del funcionamiento de las unidades	191
76.	Formato de control de mantenimientos preventivos.....	192

77.	Formato de conteo de mantenimientos preventivos	193
78.	Esquema de un extintor de fuego y sus partes	200
79.	Guantes para la industrial mecánica.....	201
80.	Lentes para trabajo de cortadura con sierra	201
81.	Mascarilla de seguridad	202
82.	Botas industriales con punta de acero	202
83.	Bata de una pieza para trabajos de mecánica.....	203
84.	Faja lumbar para cargas pesadas.....	203
85.	Careta para soldadura eléctrica.....	204
86.	Casco para protección en cargas elevadas	204
87.	Armario de botiquín de primeros auxilios	205
88.	Señalización de prohibición	206
89.	Señalización de advertencia	207
90.	Señalización de obligación	209
91.	Señalización de salvamento	210
92.	Señal de riesgo permanente.....	212
93.	Otras señales de salvamento	212
94.	Botes para el programa de reciclado	217

TABLAS

I.	Ventas de filtro de aceite motor	18
II.	Ventas de filtro de aire	19
III.	Ventas de filtro de combustible EMI2000.....	20
IV.	Ventas de filtro de BY-PASS de aceite EMI2000.....	21
V.	Ventas de filtro de combustible.....	22
VI.	Ventas de faja de alternador a evaporador.....	23
VII.	Ventas de faja de motor al compresor	24
VIII.	Ventas de candelas de precalentamiento	25

IX.	Ventas de faja de motor eléctrico	26
X.	Ventas de empaque de válvula de descarga	27
XI.	Ventas de faja de evaporador	28
XII.	Ventas de solenoide de paro.....	29
XIII.	Ventas de kit de alma y gollete	30
XIV.	Ventas de bomba de combustible	31
XV.	Ventas de filtro de diesel EMI3000.....	32
XVI.	Registro de existencia del 2012	33
XVII.	Cálculo de pronósticos de venta filtro de aceite motor	35
XVIII.	Cálculos de pronósticos de venta filtro de aire.....	36
XIX.	Cálculo de pronóstico de venta filtro de combustible EMI2000	37
XX.	Cálculo de pronóstico de venta BY-PASS de aceite EMI2000.....	38
XXI.	Cálculo de pronóstico de venta filtro de combustible	39
XXII.	Cálculo de pronóstico de venta faja de alternador a evaporador	40
XXIII.	Cálculo de pronósticos de venta faja de motor al compresor.....	41
XXIV.	Cálculo de pronóstico de venta candelas de precalentamiento	42
XXV.	Cálculo de pronósticos de venta faja de motor eléctrico	43
XXVI.	Cálculo de pronósticos de venta empaque de válvulas dedescarga	44
XXVII.	Cálculo de pronósticos de venta faja de evaporador	45
XXVIII.	Cálculo de pronósticos de venta solenoide de paro.....	46
XXIX.	Cálculo de pronósticos de venta kit de alma y gollete.....	47
XXX.	Cálculo de pronósticos de riesgo bomba de combustible	48
XXXI.	Cálculo de pronósticos de riesgo filtro de diesel EMI3000	49
XXXII.	Filtro de aceite motor.....	50
XXXIII.	Filtro de aire	51
XXXIV.	Filtro de combustible EMI2000.....	51
XXXV.	Filtro de BY-PASS de aceite EMI2000	52
XXXVI.	Filtro de combustible	52

XXXVII.	Faja de alternador a evaporador.....	53
XXXVIII.	Faja de motor al compresor	53
XXXIX.	Candelas de precalentamiento	54
XL.	Faja de motor eléctrico	54
XLI.	Empaque de válvula de descarga.....	55
XLII.	Faja de evaporador.....	55
XLIII.	Solenoides de paro.....	56
XLIV.	Kit de alma y gollete.....	56
XLV.	Bomba de combustible	57
XLVI.	Filtro de diesel EMI3000	57
XLVII.	Historiales de entrega de pedido de repuestos (No. de meses)	58
XLVIII.	Políticas de pedido para el nivel de reorden y el <i>stock</i> de seguridad	59
XLIX.	Cálculos del <i>stock</i> de seguridad	60
L.	Cálculos para el nivel de reorden	61
LI.	Cálculo de cantidad óptima a pedir.....	62
LII.	Cálculo de existencia 2	63
LIII.	Cálculo de los tiempos de consumo	64
LIV.	Planeación de pedidos filtro aceite motor	82
LV.	Planeación de pedidos filtro de aire	83
LVI.	Planeación de pedidos filtro de combustible EMI2000	83
LVII.	Planeación de pedidos filtro de BY-PASS de aceite EMI2000.....	84
LVIII.	Planeación de pedidos filtro de combustible.....	84
LIX.	Planeación de pedidos faja de alternador a evaporador.....	85
LX.	Planeación de pedidos faja de motor al compresor	85
LXI.	Planeación de pedidos candelas de precalentamiento	86
LXII.	Planeación de pedidos faja de motor eléctrico	86
LXIII.	Planeación de pedidos empaque de válvula de descarga	87
LXIV.	Planeación de pedidos faja de evaporador.....	87

LXV.	Planeación de pedidos solenoide de paro.....	88
LXVI.	Planeación de pedidos kit de alma y gollete	88
LXVII.	Planeación de pedidos bomba de combustible	89
LXVIII.	Planeación de pedidos filtro de diesel EMI3000.....	89
LXIX.	Datos sobre los costos de almacén por estantería	114
LXX.	Pasos actuales del mantenimiento mayor.....	122
LXXI.	Pasos actuales del mantenimiento mediano	128
LXXII.	Pasos actuales del mantenimiento menor.....	132
LXXIII.	Ficha técnica serie V	136
LXXIV.	Ficha técnica serie T	137
LXXV.	Ficha técnica serie SB.....	138
LXXVI.	Carga de refrigeración serie V	142
LXXVII.	Carga de refrigeración serie T.....	143
LXXVIII.	Carga de refrigeración serie SB	144

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
<i>Q_{óptimo}</i>	Cantidad óptima a pedir
<i>cm³</i>	Centímetro cúbico
°C	Grado Celsius
°F	Grado Fahrenheit
HFC	Hidrofluorocarburos
hrs	Horas
HP	<i>HorsePower</i> (caballos de fuerza)
<i>LTC 1</i>	Línea teórica de consumo de la existencia 1
<i>LTC 2</i>	Línea teórica de consumo de la existencia 2
®	Marca Registrada
m	Metro
<i>m³</i>	Metro cúbico
%	Porcentaje
<i>pulg³</i>	Pulgada cúbica
™	<i>Trademark</i>
BTU/hr	Unidad térmica británica por hora
V	Voltio
W	Watt

GLOSARIO

Cámara frigorífica	Espacio aislado térmicamente en donde hay materiales para extraer su energía térmica.
Carga térmica	Cantidad de energía térmica a desplazar en recintos a climatizar o a someter a refrigeración.
Cliente externo	Son aquellos que no pertenecen a la empresa y solicitan de ella un servicio o producto.
Cliente interno	Son aquellas personas que dentro de la empresa, por su ubicación del puesto, reciben algún producto o servicio utilizado en sus labores.
Cronograma	Lista de todos los elementos terminales de un proyecto con sus fechas previstas de comienzo y final.
Demanda	Cantidad y calidad de bienes y servicios que pueden ser adquiridos por un cliente.
Horómetro	Dispositivo que registra el número de horas, en que un equipo ha funcionado, desde la última vez que se ha inicializado el dispositivo.
Inocuidad	Es la incapacidad de realizar algún daño.

Logística	Conjunto de métodos y medios necesarios para llevar a cabo la organización de un servicio, especialmente su distribución.
PLC	<i>Power Line Communications</i> , tecnología utilizada en la ingeniería eléctrica, para transmitir señales de radio con propósitos de comunicación.
Presión	Magnitud escalar relacionada con la energía térmica de un sistema termodinámico.
Productividad	Es la relación entre los resultados y el tiempo usado para obtenerlos.
Pronóstico	Proceso de estimaciones en situaciones de incertidumbre sobre el futuro.
Refrigerante	Producto químico líquido que es utilizado como medio transmisor de calor entre otros dos en una máquina térmica.
SAE	Society of Automotive Engineers, sociedad encargada del desarrollo de normas técnicas, basadas en las mejores prácticas, para ingenieros automotrices.
Stock	Es el conjunto de mercancía en almacenamiento.

RESUMEN

En la actualidad la refrigeración para la conservación de alimentos perecederos no solo se realiza de forma domiciliar, sino también existe una de las aplicaciones en la industria que ha cobrado bastante importancia para el transporte de los mismos sin que estos sufran algún daño. Para ello el sometimiento de normas estrictas ayuda a preservar la inocuidad y la calidad del producto para ser adquirido por el consumidor final.

Los acuerdos internacionales a los que deben de estar sometidos los transportistas de esta categoría, están reglamentados de forma técnico-sanitario en donde se determina la forma como debe ser transportado el producto, los parámetros con los que debe cumplir el vehículo destinado a estas funciones, la regularización de la temperatura y el procedimiento de un monitoreo constante, dependiendo del producto que se esté llevando, garantizando así la seguridad. De esta forma el consumidor tiene la confianza de que el producto cumple con todas las especificaciones necesarias y condiciones higiénicas para su consumo sin importar el origen de estos.

Esto ha logrado mejorar la economía en muchas regiones, ya que es un medio que ha facilitado el transporte de los productos hacia los consumidores remotos, como por ejemplo regiones agrícolas y ganaderas que se encuentran en el interior del país o bien destinos que se encuentran en otros países; logrando aumentar su demanda, teniendo menores pérdidas por producto averiado, optimización de costos y tiempo y otros beneficios que se han logrado a través de la refrigeración móvil.

Para el cumplimiento de normas internacionales para transporte refrigerado, es necesaria la manutención y el cuidado de estos equipos, haciendo que su funcionamiento sea desarrollado de la mejor manera y las condiciones necesarias de almacenamiento sean las adecuadas. Con el desarrollo de nuevas tecnologías en la refrigeración, el personal de mecánica técnica en refrigeración debe estar capacitado para estos cambios y cubrir todas las necesidades para la realización de los mantenimientos preventivos y correctivos.

Lo más importante es mantener procedimientos adecuados en cuanto al manejo de los equipos, logrando la eficiencia en los procedimientos tanto de los equipos como los de la empresa en general.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un modelo óptimo y efectivo para la administración de inventarios de repuestos, que permita la eficiencia en la disponibilidad de recursos para un adecuado *stock* de unidades necesarias, utilizados en el mantenimiento preventivo de los equipos de refrigeración de transporte de productos perecederos.

Específicos

1. Estudiar la rotación de los inventarios en cuanto a la demanda y a la cantidad ordenada de cada repuesto, para conocer cuantas veces el inventario es realizado en un período determinado.
2. Establecer la cantidad óptima de los pedidos a realizar, proyectando sus demandas históricas y el tiempo promedio de llegada del mismo, desde que se realiza la orden de compra, con la guía de un cronograma de cantidades y fechas.
3. Analizar la distribución y el almacenamiento en la bodega de la empresa, enfocándonos en el costo de mantenimiento y en las actividades que se desarrollan.

4. Conocer el funcionamiento de cada modelo de unidad de refrigeración que distribuye la empresa, especificando sus características y componentes.
5. Especificar qué repuestos y herramientas se utilizan en los mantenimientos preventivos, detallando la utilización y características de cada repuesto.
6. Determinar el tiempo entre cada realización de los mantenimientos preventivos para cada una de las unidades, de acuerdo al uso que ha tenido y demanda histórica para alargar su funcionamiento.
7. Implementar un plan de seguridad industrial para dar una mejor protección y confianza a los técnicos, en la realización de su trabajo.

INTRODUCCIÓN

Crear un modelo óptimo y efectivo en la administración de inventarios en la bodega, proporciona la cantidad necesaria de repuestos en los mantenimientos preventivos a las unidades de refrigeración, con la finalidad cumplir con el adecuado stock en el momento preciso que se necesiten, sin permitir que las operaciones se retrasen por una escasez.

El mantener los equipos de refrigeración en el transporte de productos perecederos en óptimas condiciones, brinda un buen funcionamiento, el cual ayudará al cuidado de la mercadería que se está transportando en el contenedor. Estos mantenimientos preventivos, hacen referencia a que el equipo de refrigeración trabaje de forma eficiente, alargando su tiempo de funcionamiento, no permitiendo que se den fallas imprevistas y el producto se arruine y reducir el costo de vida útil de la unidad.

La administración en la bodega de estos repuestos, brindará a la empresa mayor facilidad en el estudio sobre sus operaciones, como por ejemplo: la realización de las órdenes de compra, la rotación del inventario, la distribución y el almacenamiento; logrando que sus costos se reduzcan y el trabajo que en ella se realiza se agilice.

1. ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BÁSICOS

1.1. Origen de la empresa Thermo King de Guatemala

“Originalmente llamada la U.S. Thermo Control Company, conocida hoy día como Thermo King Corporation, fue fundada en el verano de 1938, cuando José Numero y Frederick Jones recibieron la patente para la unidad de transporte de refrigeración en primer lugar, el "Modelo A". Esta invención marcó el comienzo de la era de los alimentos congelados, grandes supermercados y la industria de restaurantes. Los transportes frigoríficos también hicieron posibilidad de la entrega de los productos frescos en cualquier lugar en el país, sin importar cuál sea la temporada.

Thermo King se convirtió en un negocio a nivel mundial con el paso del tiempo. Thermo King de Guatemala abrió la representación en la ciudad de Guatemala en el 2010, siendo este negocio específicamente para transporte de mercadería refrigerada en camiones y en buses con un sistema de aire acondicionado para los pasajeros. En el 2012 abrió sus puertas en Puerto Barrios, departamento de Izabal, brindando únicamente el servicio de cuartos refrigerados en el transporte marítimo.

En el 2013 la corporación cumple 75 años de su fundación en Estados Unidos y de brindar una mejor cadena de frío año con año, donde se mantiene la calidad e inocuidad de los productos hasta la entrega al consumidor”.¹

¹GONZÁLEZ, Alejandro. *Thermo King de Guatemala*. Guatemala 2012.

1.2. Plan estratégico de la empresa

Con el fin de planear un proceso que lleve al cumplimiento de las metas y el medio para llegar hacia ellas, se establece un plan estratégico, para establecer orientaciones fundamentales que guiarán a la empresa a corto, mediano y largo plazo.

1.2.1. Misión

“Dar siempre el mejor servicio técnico, la más alta calidad y una excelente atención, contando con un variado y completo *stock* de repuestos, buscando siempre la satisfacción del cliente en cuanto a la calidad del servicio, nuestros productos y eficiente asesoría en cuanto a la temperatura deseada en los productos transportados.”²

1.2.2. Visión

“Ser la empresa líder en el mercado del transporte refrigerado, contando siempre con la más alta tecnología e innovando cada día para brindar siempre un servicio óptimo y constante.”³

²GONZÁLEZ, Alejandro. *Thermo King de Guatemala*. Guatemala 2012.

³Ibid.

1.2.3. Objetivos

- “Ofrecer la más alta calidad en productos y equipos de control de Temperatura para cualquier tipo y tamaño de transporte terrestre que necesite movilizar producto refrigerado.
- Brindar servicios de mantenimiento a los equipos Thermo King, tanto preventivos como correctivos de modo oportuno a un precio justo, con mano de obra calificada certificada por Thermo King Corporation.
- Enfocar nuestros esfuerzos hacia un beneficio mutuo (costo-beneficio), entre nuestros clientes y nosotros”.⁴

1.3. Estructura organizacional de la empresa

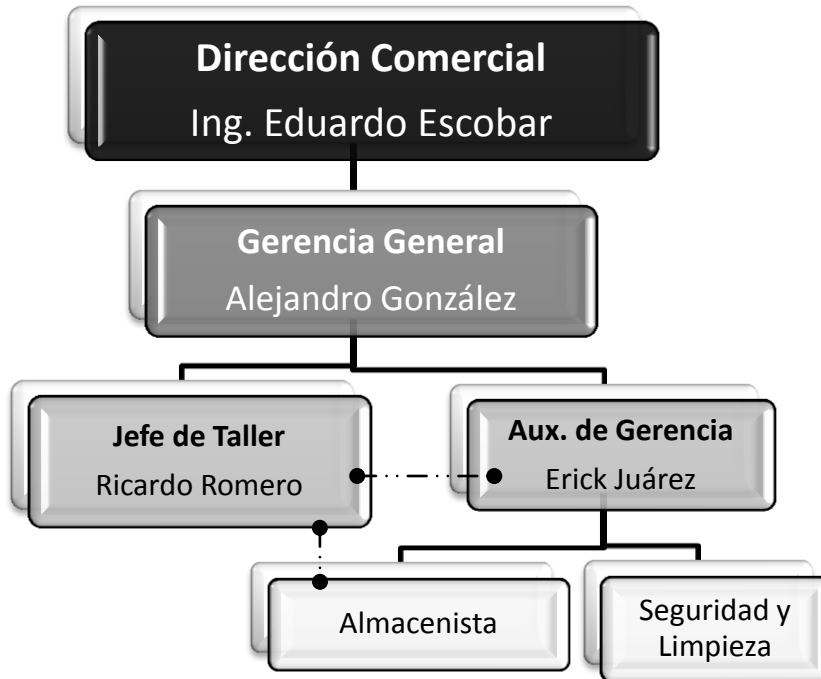
La estructura de la empresa se compone únicamente en dos áreas que son: área de administración y área de taller.

1.3.1. Área de administración

El taller de Thermo King de Guatemala trabaja bajo la dirección de la Corporación LOGINSA a cargo del director comercial. La Gerencia General es la única encargada de las ventas en el taller, apoyado por la auxiliatura la cual se encarga del abastecimiento de la bodega y esta es manejada por un almacenista.

⁴GONZÁLEZ, Alejandro. *Thermo King de Guatemala*. Guatemala 2012.

Figura 1. **Organigrama de Thermo King de Guatemala (área administrativa)**

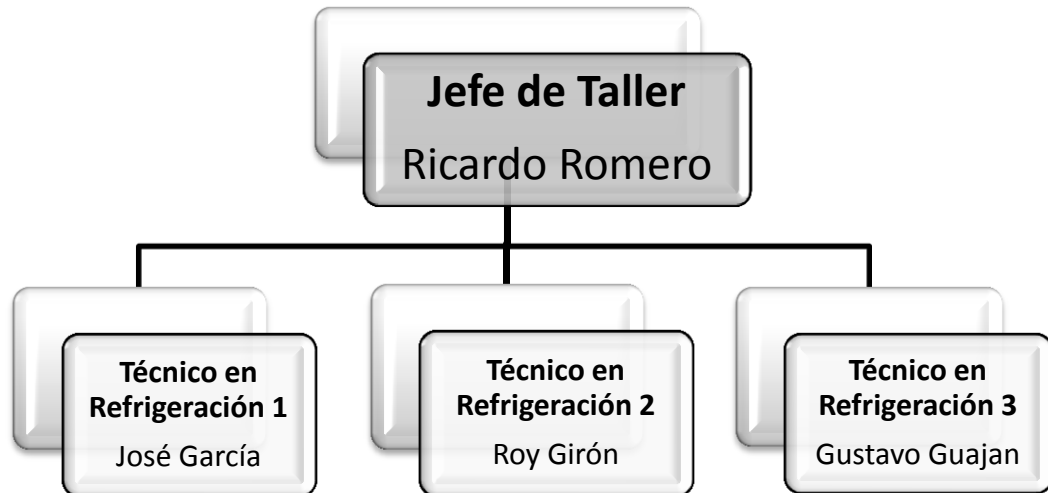


Fuente: elaboración propia.

1.3.2. Área de taller

La jefatura del taller esta manejada por una persona, la cual es técnico en refrigeración y se encuentra arriba de los otros 3 técnicos encargados de prestar los servicios a las unidades.

Figura 2. **Organigrama de Thermo King de Guatemala (área de taller)**



Fuente: elaboración propia.

1.4. Gestión de inventarios

El control de la producción y el control de inventarios están íntimamente relacionados, aunque su desarrollo se da por separado. Para este control, es necesaria la gestión que lleva registro de las compras y ventas de inventario de la empresa y no exista ninguna interrupción en las operaciones.

1.4.1. Antecedentes históricos

En un principio, el control de la producción era una de las muchas funciones del encargado de la línea.

Él ordenaba materiales, establecía el tamaño de la fuerza y el nivel de la producción y controlaba el servicio al cliente mediante los niveles de inventarios. Conforme las actividades del encargado de la línea aumentaron, necesitó de la ayuda de un oficinista que llevara los controles y tuviera contacto con el departamento de ventas y diera respuestas con relación a los trabajos y a los tiempos de entrega. El oficinista empezó a ordenar el material, planear la producción y otros preparativos, ese fue el principio del control de los inventarios.

El control de inventarios se desarrolló sobre líneas más científicas. El concepto básico de tamaño de lote económico fue publicado por primera vez en 1915 y el enfoque estadístico para determinar los puntos de orden fue presentado por R. H. Wilson en 1934. El movimiento de la administración científica a partir de los primeros años de la década de 1890 hasta la Segunda Guerra Mundial, ha ayudado a reconocer que el trabajo de planeación y control de la producción debe ser actividad del grupo; como resultado el control de la producción y de los inventarios.

En 1957, un grupo de 27 personas que trabajaban en el control de la producción y de inventarios se juntaron en Cleveland y formaron la American Production and Inventory Control Society (APICS). Sus objetivos eran el desarrollo de un cuerpo de conocimiento, la difusión de la información en lenguaje, principios y técnicas y la educación de sus miembros. A lo largo del camino, se definió la técnica MRP (Planeación de Requerimiento de Materiales).

1.4.2. Conceptos e importancia

Administración de inventarios

En toda organización el inventario representa entre el 30% y 60% del total invertido en el negocio, lo que significa dinero, en todas las palabras del alma del negocio.

Este dinero que representa el inventario, sobre el cual el negocio paga prima de seguros, intereses, gastos de almacenamiento y al mismo tiempo asume el riesgo de devaluación, deterioro, daños o vejes. Los grandes inventarios necesitan grandes cantidades de efectivo, lo cual pudiera acarrear la necesidad de pedir dinero prestado a interés.

En materia de inventarios, las organizaciones enfrentan conflictos entre los objetivos a lograr, ya que lograr el máximo de servicio al cliente se contrapone con la mínima inversión en inventarios. Un inventario grande aumenta el potencial de devaluación debido a cambios desfavorables en el precio o costo y pérdidas debidas a que los diseños caigan en desuso.

Por otra parte con un inventario demasiado pequeño, el aumento en los costos de operación aparece en forma de menor eficacia en la manufactura y mayores gastos generales como detenciones en el trabajo, cambios extraordinarios en las máquinas, tandas cortas y mayor rotación de personal, para no hablar de las ventas y la confianza de los clientes que se pierden por no poder entregar el producto.

Es importante que un negocio en funcionamiento determine y mantenga un inventario adecuado a un volumen dado del negocio que produzca la mayor compensación en dinero sobre el total del activo mismo. Es una impresión errónea que el control de inventarios significa invariablemente mayor inversión general en la forma de empleados, maquinas de oficina y el papeleo de retrasos de un sistema implicado.

Importancia de la administración de inventarios

Las empresas mantienen una administración de inventarios por las siguientes razones:

- Para mantener la independencia entre las operaciones: el suministro de materiales en el centro de trabajo permite flexibilidad en las operaciones. Debido a que hay costos por crear una nueva configuración para la producción este inventario permite a la gerencia reducir el número de configuraciones.
- Para cubrir la variación de la demanda: si la demanda del producto se conoce como precisión, quizá sea posible producirlo en la cantidad exacta para cubrir la demanda. Sin embargo, por lo regular, la demanda no se conoce por completo y es preciso tener inventarios de seguridad o amortización para absorber la variación.
- Para permitir flexibilidad en la programación de la producción: la existencia de un inventario alivia la presión sobre el sistema de producción para mantener listos los bienes. Esto provoca tiempos de entrega más alejados, lo que permite una planeación de la producción para tener un flujo más tranquilo y una operación a más bajo costo a través de una producción de lotes más grandes.

- Los altos costos de la configuración favorecen la producción de mayor cantidad de unidades una vez que se realiza la configuración.
- Protegerse contra la variación en el tiempo de entrega de la materia prima: al pedir material a un proveedor, pueden ocurrir demoras por distintas razones, una variación normal en el tiempo de envío, un faltante del material en la planta del proveedor que da lugar a pedidos acumulados, una huelga inesperada en la planta del proveedor o en una de las compañías que realiza el envío, un pedido perdió o un embarque de material incorrecto o defectuoso.
- Aprovechar los descuentos basados en el tamaño del pedido: hay costos relacionados con los pedidos, mano de obra, llamadas telefónicas, captura, envío postal, etc. Por lo que mientras más grande sea el pedido, la necesidad de otros pedidos se reduce. Asimismo, los costos de envío favorecen los pedidos más grandes, mientras más grande sea el envío menor costo unitario será.

1.5. Descripción de un sistema de refrigeración

El sistema mecánico de refrigeración es el conjunto de dispositivos involucrados directamente en la circulación del refrigerante. Para cualquier sistema mecánico de refrigeración, los principios y componentes esenciales son los mismos no importa cuán grande o pequeña, o la forma en que han sido ensamblados.

Los denominados sistemas frigoríficos corresponden a arreglos mecánicos que utilizan propiedades termodinámicas de la materia para trasladar energía térmica en forma de calor entre dos o más focos, conforme se requiera.

Están diseñados primordialmente para disminuir la temperatura del producto almacenado en cámaras frigoríficas o cámaras de refrigeración las cuales pueden contener una variedad de alimentos o compuestos químicos, conforme especificaciones.

Cabe mencionar la radical diferencia entre un sistema frigorífico y un circuito de refrigeración, siendo este último un mero arreglo para disminuir temperatura el cual se define como "concepto", ya que su diseño (abierto, semi-abierto, cerrado), fluido (aire, agua, incluso gas refrigerante), flujo (solo frío o "bomba de calor") varía conforme la aplicación. Estos varían desde el clásico enfriamiento de motores de combustión interna por medio de agua hasta el *watercooling* utilizado en enfriamiento de computadores.

En el estudio acabado y diseño de estos sistemas frigoríficos se aplican diversas ciencias, tales como la química, en las propiedades y composición de los refrigerantes; la termodinámica, en el estudio de las propiedades de la materia y su energía interna; la transferencia de calor, en el estudio de intercambiadores de calor y soluciones técnicas; así como la ingeniería mecánica, en el estudio de compresores de gas para lograr el trabajo de compresión requerido. Se han mencionado estas disciplinas dejando de lado la electricidad, desde los tradicionales conocimientos en corrientes trifásicas para la alimentación de los equipos, hasta conocimientos relativamente avanzados en automatización y PLC, para el control automático que estos requieren cuando están operando en planta frigorífica.

Los sistemas frigoríficos se diferencian entre sí, conforme su método de inyección de refrigerante y configuración constructiva, ambos condicionados por sus parámetros de diseño.

1.5.1. Funcionamiento

La refrigeración por compresión desplaza la energía térmica entre dos focos; creando zonas de alta y baja presión confinadas en intercambiadores de calor, mientras estos procesos de intercambio de energía se suceden cuando el fluido refrigerante se encuentra en procesos de cambio de estado; de líquido a vapor, y viceversa.

El proceso de refrigeración por compresión se logra evaporando un gas refrigerante en estado líquido a través de un dispositivo de expansión dentro de un intercambiador de calor, denominado evaporador.

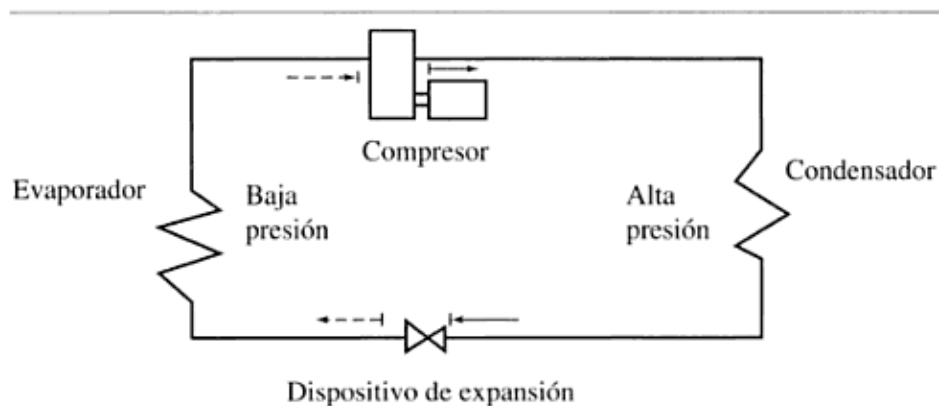
Para evaporarse este requiere absorber calor latente de vaporización. Al evaporarse el líquido refrigerante cambia su estado a vapor. Durante el cambio de estado el refrigerante en estado de vapor absorbe energía térmica del medio en contacto con el evaporador, bien sea este medio gaseoso o líquido. A esta cantidad de calor contenido en el ambiente se le denomina carga térmica. Luego de este intercambio energético, un compresor mecánico se encarga de aumentar la presión del vapor para poder condensarlo dentro de otro intercambiador de calor conocido como condensador.

En este intercambiador se liberan del sistema frigorífico tanto el calor latente como el sensible, ambos componentes de la carga térmica. Ya que este aumento de presión además produce un aumento en su temperatura, para lograr el cambio de estado del fluido refrigerante y producir el subenfriamiento del mismo, es necesario enfriarlo al interior del condensador; esto suele hacerse por medio de aire y/o agua conforme el tipo de condensador, definido muchas veces en función del refrigerante.

De esta manera, el refrigerante ya en estado líquido, puede evaporarse nuevamente a través de la válvula de expansión y repetir el ciclo de refrigeración por compresión.

En el siguiente diagrama se presenta los elementos fundamentales de un sistema de refrigeración y cada uno de los pasos

Figura 3. **Representación de un sistema de refrigeración**



Fuente: FRANCO LIJÓ, Juan Manuel. Manual de refrigeración. p. 2.

1.5.2. Componentes

- Compresor

Aspira el fluido refrigerante a la presión de baja establecida lo comprime elevando su presión y temperatura hasta unos valores tales que se puede efectuar la condensación. La descarga la efectúa el condensador.

Figura 4. **Compresor de refrigerante**



Fuente: M. JOHNSON, William; C. WHITMAN, William. Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado 2. p. 48.

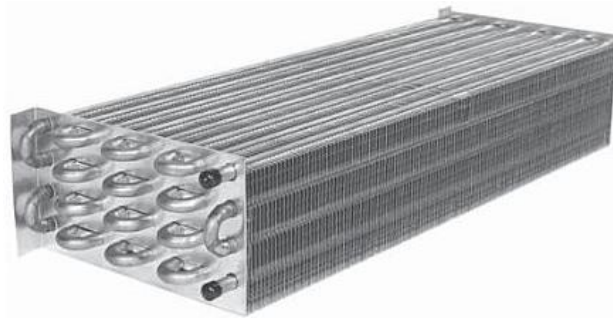
- **Evaporadores**

Es el componente que se encarga de enfriar o acondicionar la cámara. Puede estar dentro o fuera de la misma. Su misión es que el fluido refrigerante, que entra a la baja presión y temperatura, efectúe el enfriamiento de la cámara.

Durante el proceso de evaporación se producen dos fenómenos físicos:

- El aire se enfría y el evaporador de agua presente se condensa en la superficie del evaporador.
- El fluido se calienta y se evapora.

Figura 5. **Evaporador de aire acondicionado**

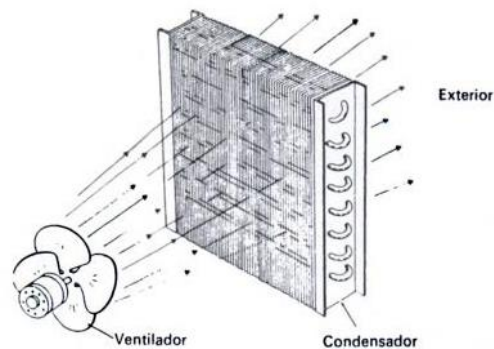


Fuente: WIRZ, Dick. Refrigeración comercial para técnicos de aire acondicionado. p. 18.

- **Condensador**

Es el elemento de la instalación que se encarga de pasar el estado de vapor del fluido refrigerante a estado líquido. El fluido refrigerante entra en el condensador en estado de gas (vapor recalentado) y sale en estado líquido a la temperatura que se condensó o incluso a una temperatura menor si se produce subenfriamiento.

Figura 6. **Condensador de aire acondicionado**



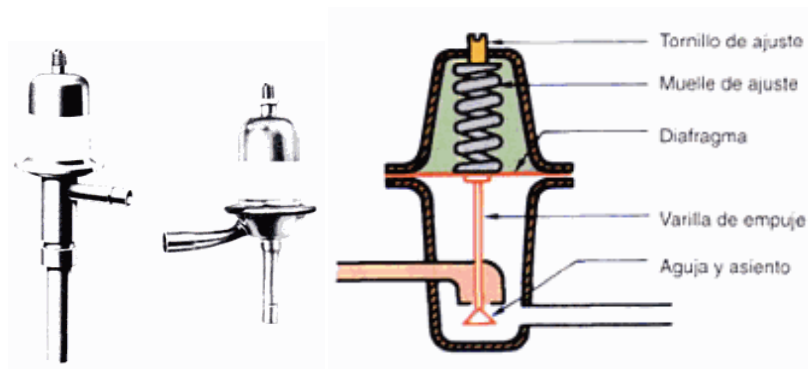
Fuente: TRICOMI, Ernest. Abc del aire acondicionado. p. 47.

- Válvula de expansión

Es un elemento que reduce la presión y la temperatura del refrigerante, de manera que pueda extraer el calor de los cuerpos. Hace que el fluido, que entra en estado líquido, sufra una caída de presión hasta la necesaria en el evaporador. También controla la cantidad de fluido refrigerante que debe entrar en el evaporador.

La regulación de este dispositivo garantiza que la circulación de refrigerante sea el adecuado para la carga termina. Además funciona como un dispositivo de control al mantener invariable la presión de succión.

Figura 7. **Válvula de expansión térmotática**



Fuente: M. JOHNSON, William; C. WHITMAN, William. Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado 2. p. 76.

2. ESTUDIO DE LA DEMANDA Y ROTACIÓN DE LOS INVENTARIOS

2.1. Análisis de control de inventarios

Para establecer una programación en cuanto a cantidad y tiempo sobre la evaluación de los pedidos es necesario hacer el control de inventarios, iniciando por el estudio de su comportamiento de demanda histórica.

2.1.1. Evaluación de la demanda de repuestos

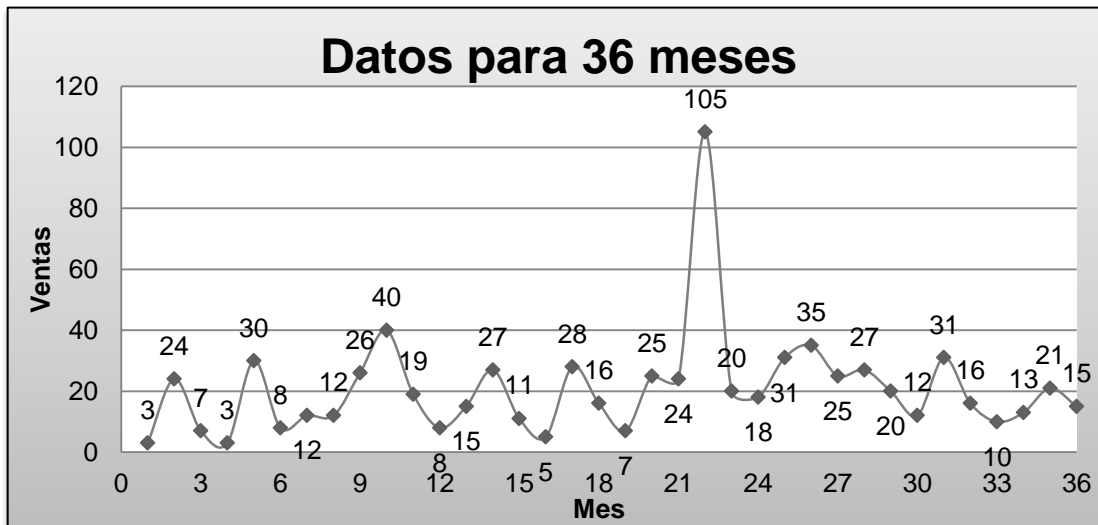
A continuación se realizará un análisis de las demandas de cada uno de los repuestos utilizados en los mantenimientos preventivos.

Tabla I. Ventas de filtro de aceite motor

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
3	15	31
24	27	35
7	11	25
3	5	27
30	28	20
8	16	12
12	7	31
12	25	16
26	24	10
40	105	13
19	20	21
8	18	15

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Gráfica de ventas de filtro de aceite motor



Fuente: elaboración propia.

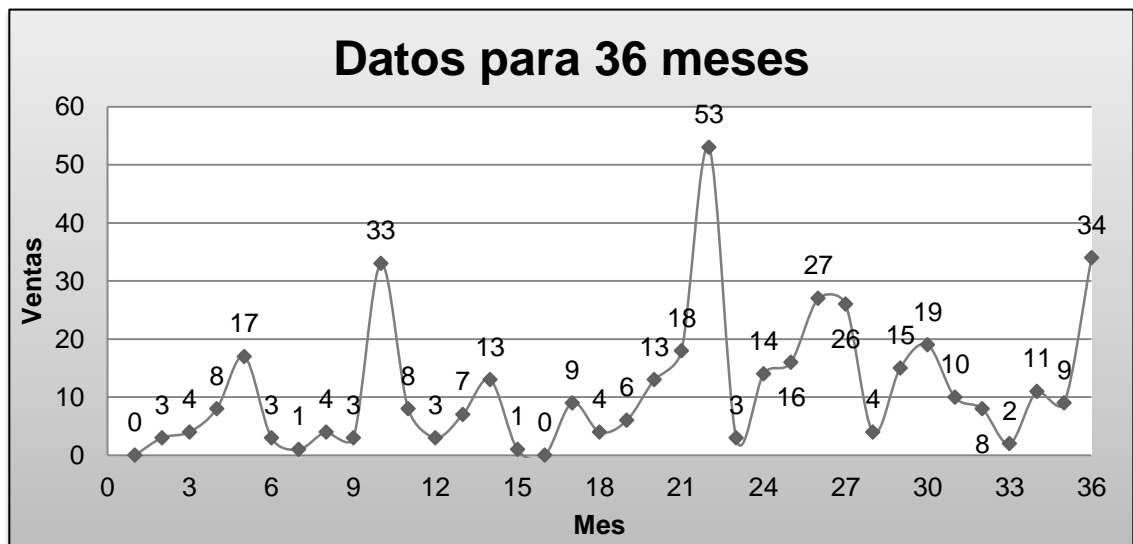
La demanda del filtro aceite motor es de tipo estacional con curva cíclica, a lo largo de los meses analizados.

Tabla II. Ventas de filtro de aire

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
0	7	16
3	13	27
4	1	26
8	0	4
17	9	15
3	4	19
1	6	10
4	13	8
3	18	2
33	53	11
8	3	9
3	14	34

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Ventas de filtro de aire



Fuente: elaboración propia.

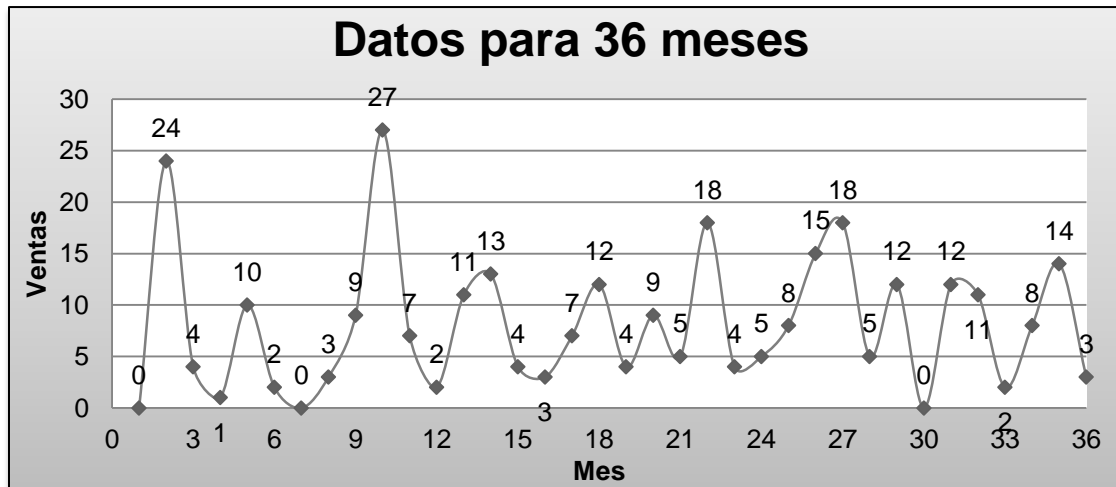
La demanda del filtro de aire es de tipo estacional con curva cíclica, durante los meses analizados.

Tabla III. Ventas de filtro de combustible EMI2000

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
0	11	8
24	13	15
4	4	18
1	3	5
10	7	12
2	12	0
0	4	12
3	9	11
9	5	2
27	18	8
7	4	14
2	5	3

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Ventas de filtro de combustible EMI2000



Fuente: elaboración propia.

Se observa la demanda del filtro de combustible EMI2000 es de tipo estacional con curva cíclica.

Tabla IV. Ventas de filtro de BY-PASS de aceite EMI2000

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
0	11	8
23	12	16
4	4	15
1	3	3
18	12	11
2	4	0
1	3	12
4	6	10
9	5	1
27	19	3
7	3	8
3	6	16

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Ventas de filtro de BY-PASS de aceite EMI2000



Fuente: elaboración propia.

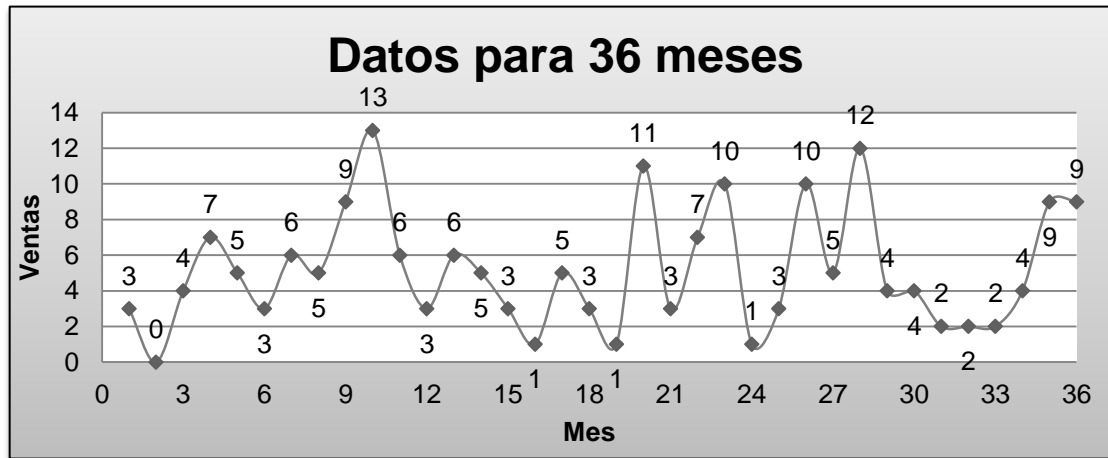
Se muestra la demanda del filtro de BY-PASS de aceite EMI2000 es de tipo cíclica, a lo largo de los meses analizados.

Tabla V. Ventas de filtro de combustible

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
3	6	3
0	5	10
4	3	5
7	1	12
5	5	4
3	3	4
6	1	2
5	11	2
9	3	2
13	7	4
6	10	9
3	1	9

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Ventas de filtro de combustible



Fuente: elaboración propia.

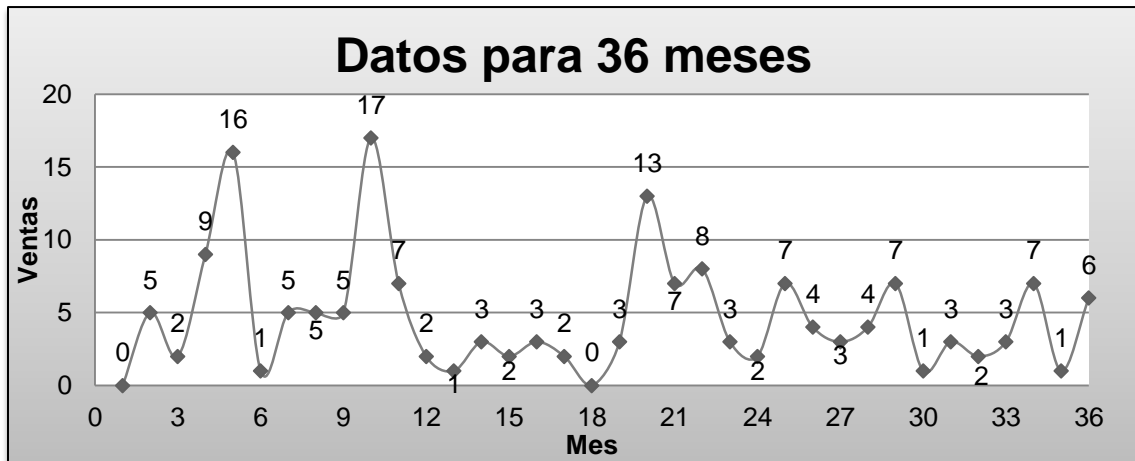
La demanda del filtro de combustible es cíclica, a lo largo de la curva graficada.

Tabla VI. Ventas de faja de alternador a evaporador

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
0	1	7
5	3	4
2	2	3
9	3	4
16	2	7
1	0	1
5	3	3
5	13	2
5	7	3
17	8	7
7	3	1
2	2	6

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Ventas de faja de alternador a evaporador



Fuente: elaboración propia.

La demanda de la faja del alternador a evaporador es de tipo estacional con curva cíclica, a lo largo de los meses analizados.

Tabla VII. Ventas de faja de motor al compresor

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
0	7	6
4	1	4
2	1	4
0	3	2
3	0	9
21	3	1
2	2	2
1	7	4
3	6	3
11	6	6
8	3	4
1	2	8

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Ventas de faja de motor al compresor



Fuente: elaboración propia.

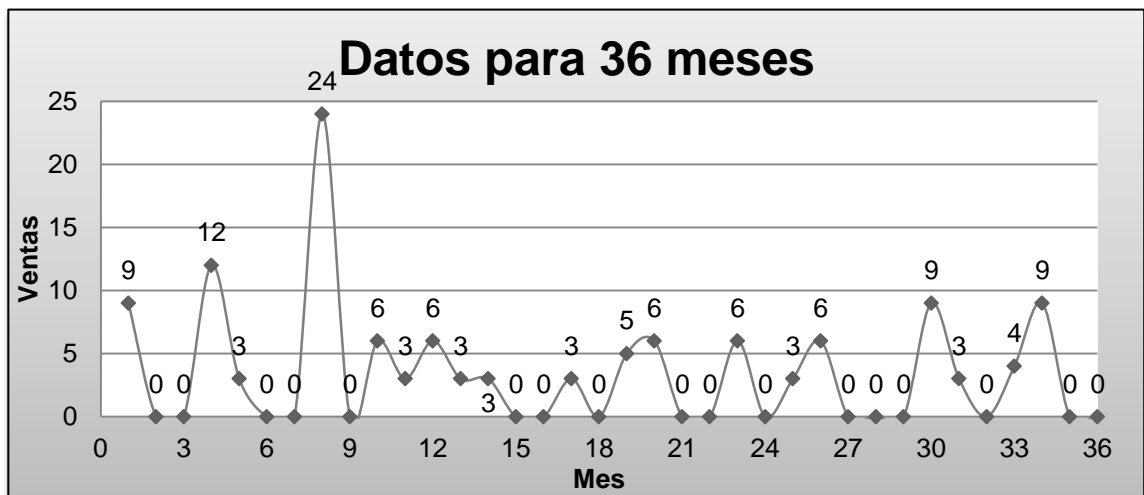
La gráfica muestra la demanda de la faja del motor al compresor una curva cíclica.

Tabla VIII. **Ventas de candelas de precalentamiento**

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
9	3	3
0	3	6
0	0	0
12	0	0
3	3	0
0	0	9
0	5	3
24	6	0
0	0	4
6	0	9
3	6	0
6	0	0

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Ventas de candelas de precalentamiento**



Fuente: elaboración propia.

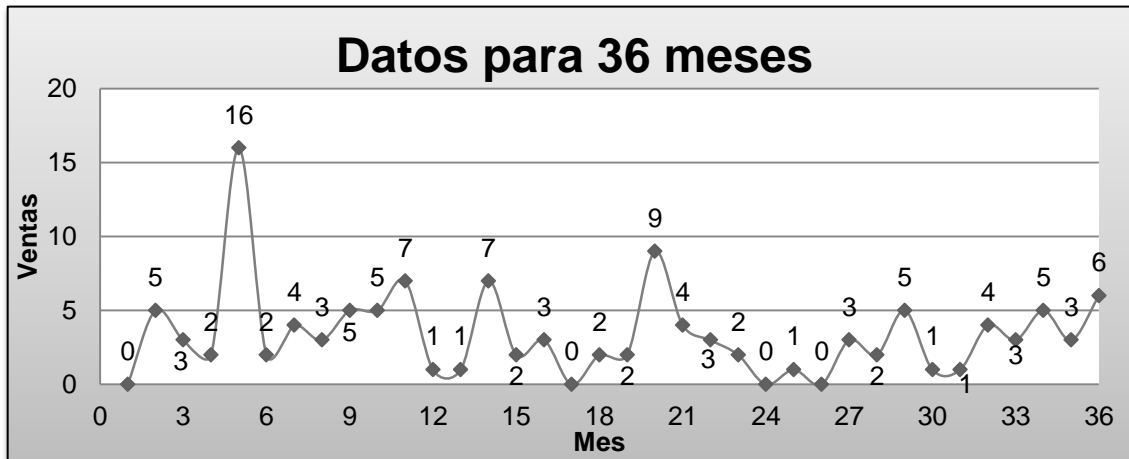
La curva de demanda del las candelas de precalentamiento es de tipo estacional con curva cíclica.

Tabla IX. Ventas de faja de motor eléctrico

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
0	1	1
5	7	0
3	2	3
2	3	2
16	0	5
2	2	1
4	2	1
3	9	4
5	4	3
5	3	5
7	2	3
1	0	6

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Ventas de faja de motor eléctrico



Fuente: elaboración propia.

La demanda del la faja de motor eléctrico es de tipo estacional con curva cíclica, es decir picos y valles a lo largo de los meses.

Tabla X. **Ventas de empaque de válvula de descarga**

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
0	2	2
6	4	12
0	0	4
2	7	0
5	0	22
2	0	2
3	3	3
0	3	7
0	0	3
0	5	5
0	2	10
1	4	0

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Ventas de empaque de válvula de descarga**



Fuente: elaboración propia.

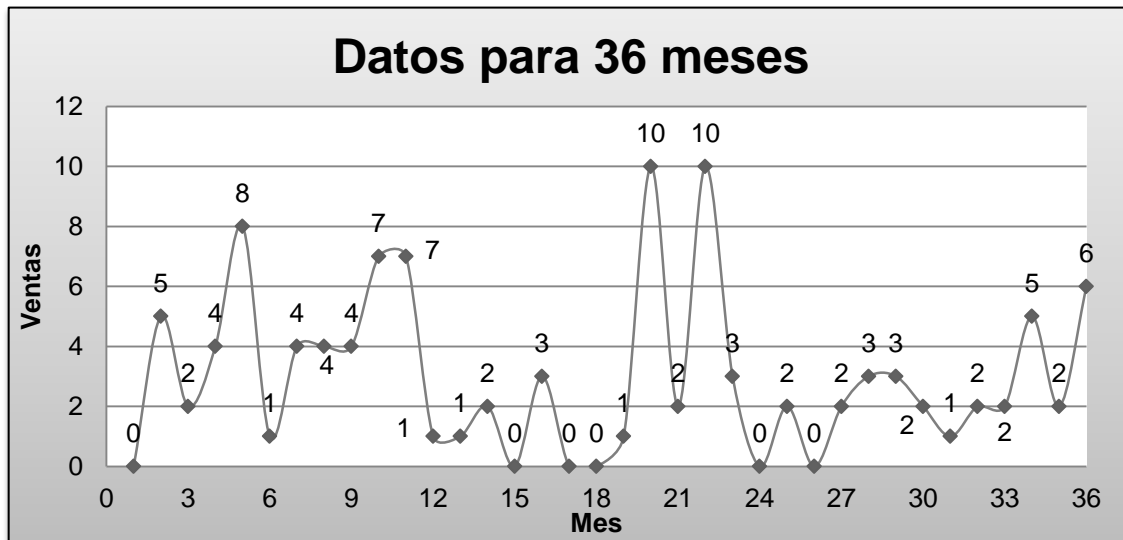
La demanda del empaque de válvula de descarga es de tipo cíclica, a lo largo de los meses.

Tabla XI. Ventas de faja de evaporador

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
0	1	2
5	2	0
2	0	2
4	3	3
8	0	3
1	0	2
4	1	1
4	10	2
4	2	2
7	10	5
7	3	2
1	0	6

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Ventas de faja de evaporador



Fuente: elaboración propia.

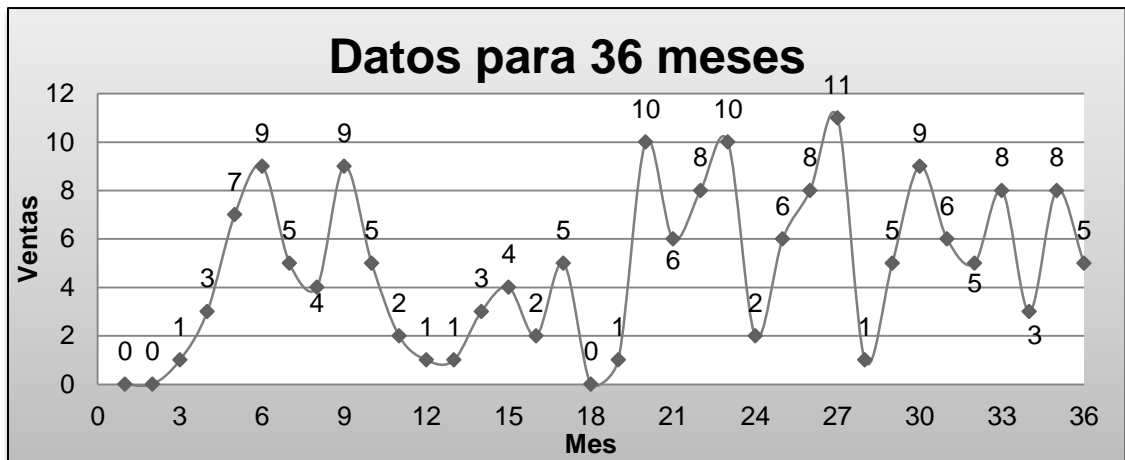
La gráfica de la demanda de la faja de evaporador es una curva cíclica.

Tabla XII. Ventas de solenoide de paro

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
0	1	6
0	3	8
1	4	11
3	2	1
7	5	5
9	0	9
5	1	6
4	10	5
9	6	8
5	8	3
2	10	8
1	2	5

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Ventas de solenoide de paro



Fuente: elaboración propia.

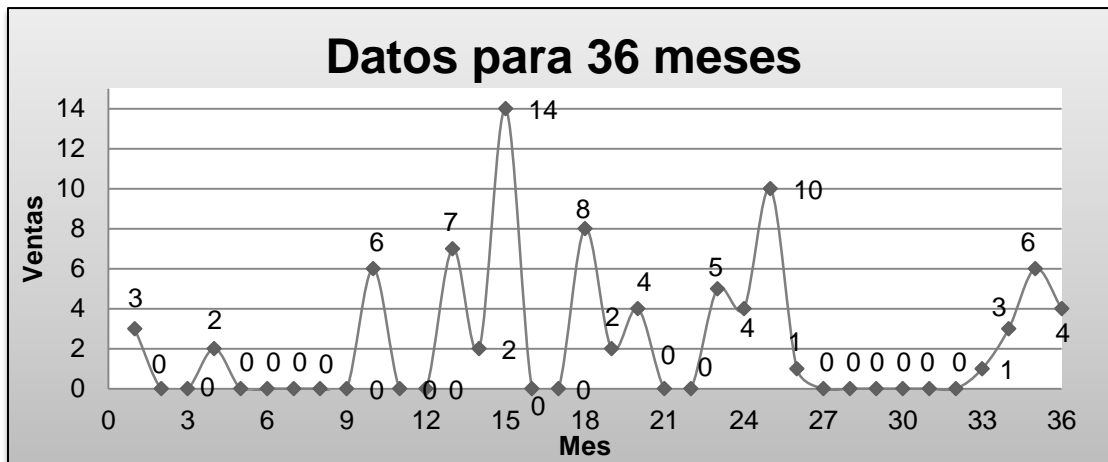
La curva de la demanda del solenoide de paro es de tipo estacional con curva cíclica.

Tabla XIII. Ventas de kit de alma y gollete

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
3	7	10
0	2	1
0	14	0
2	0	0
0	0	0
0	8	0
0	2	0
0	4	0
0	0	1
6	0	3
0	5	6
0	4	4

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Ventas de kit de alma y gollete



Fuente: elaboración propia.

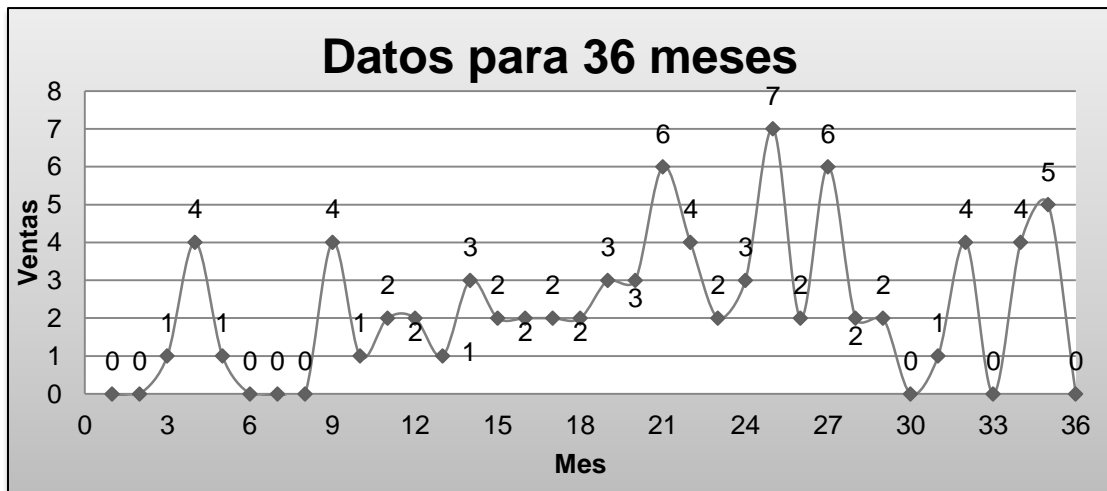
La demanda del kit de alma y gollete es de tipo estacional con curva cíclica, es decir picos y valles a lo largo de los meses.

Tabla XIV. Ventas de bomba de combustible

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
0	1	7
0	3	2
1	2	6
4	2	2
1	2	2
0	2	0
0	3	1
0	3	4
4	6	0
1	4	4
2	2	5
2	3	0

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Ventas de bomba de combustible



Fuente: elaboración propia.

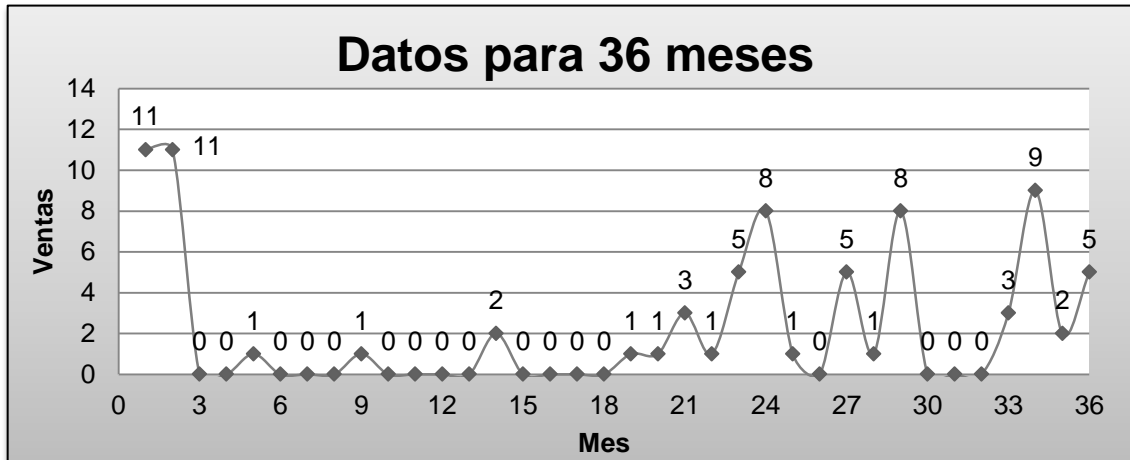
La gráfica muestra que la demanda de la bomba de combustible es de tipo estacional con curva cíclica, a lo largo de los meses.

Tabla XV. Ventas de filtro de diesel EMI3000

Primer Período	Segundo Período	Tercer Período
11	0	1
11	2	0
0	0	5
0	0	1
1	0	8
0	0	0
0	1	0
0	1	0
1	3	3
0	1	9
0	5	2
0	8	5

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Ventas de filtro de diesel EMI3000



Fuente: elaboración propia.

La gráfica de la demanda del filtro de diesel EMI3000 es de tipo estacional con curva cíclica, a lo largo de los meses.

Se observó que el comportamiento de las demandas de los repuestos utilizados en los mantenimientos preventivos, muestra un ejemplo de modelo estacional con curva cíclica, con picos y valles a lo largo de su trayectoria. Se mostró que en algunos meses en común para distintos años, algunas demandas son parecidas, por lo que se mantiene un sube y baja durante los 36 meses analizados.

Registros de existencia en la bodega de repuestos del mes de diciembre de 2012, los repuestos sobrantes de este año se toman en inventario inicial.

Tabla XVI. **Registro de existencia del 2012**

Repuesto	Cantidad
FILTRO DE ACEITE MOTOR	40
FILTRO DE AIRE	18
FILTRO DE COMBUSTIBLE EMI2000	26
FILTRO DE BY-PASS DE ACEITE EMI2000	21
FILTRO DE COMBUSTIBLE	12
FAJA DE ALTERNADOR A EVAPORADOR	8
FAJA DE MOTOR AL COMPRESOR	5
CANDELAS DE PRECALENTAMIENTO	6
FAJA DEL MOTOR ELÉCTRICO / CHUMACERA DE CONDENSADOR	4
EMPAQUE DE VÁLVULA DE DESCARGA	20
FAJA DE EVAPORADOR	3
SOLENOIDE DE PARO	0
KIT DE ALMA Y GOLLETE	3
BOMBA DE COMBUSTIBLE	10
FILTRO DE DIESEL EMI3000	6

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Cálculo de los pronósticos

Para estos cálculos de los pronósticos de riesgo es necesario obtener un promedio horizontal por cada mes tomando en cuenta los 3 períodos y un promedio vertical de los 36 meses.

Realizando un ajuste para calcular del aumento o disminución en la tendencia del promedio de demandas horizontales con el promedio vertical, existe un índice de variación estacional que ayuda al cálculo de las nuevas proyecciones.

Las formulaciones para el cálculo de los pronósticos de evaluación son las siguientes:

$Xv = \text{promedio de ventas vertical}$

$$xv = \frac{\sum_1^{36} \text{Ventas Reales}}{36}$$

$Xh = \text{promedio de ventas horizontal}$

$$xh = \frac{\sum \text{ventas por periodo de cada año}}{2}$$

$I = \text{Indice estacional para el } n\text{ésimo mes}$

$$\text{Indice} = \frac{xh}{xv}$$

$P_n = \text{Pronóstico de Evaluación o de Riesgo}$

$$\text{Pronóstico} = \text{VentaReal}(\text{últimoperiodo}) * \text{Indice}$$

Los pronósticos de riesgo para los repuestos utilizados en los mantenimientos preventivos se muestran en las siguientes tablas:

- Filtro de aceite motor

$$xv = \frac{\sum_1^{36} \text{Ventas Reales}}{36} = 20,81$$

La siguiente tabla muestra el cálculo de pronóstico de venta para el 2013.

Tabla XVII. **Cálculo de pronósticos de venta filtro de aceite motor**

No. De Mes	Ventas Tercer Período	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	31	16,33	0,78	25
26	35	28,67	1,38	49
27	25	14,33	0,69	18
28	27	11,67	0,56	16
29	20	26,00	1,25	25
30	12	12,00	0,58	7

Fuente: elaboración propia.

- Filtro de aire

$$xv = \frac{\sum_1^{36} VentasReales}{36} = 11,36$$

La tabla siguiente se observa el cálculo para el pronóstico de venta para el 2013.

Tabla XVIII. **Cálculos de pronósticos de venta filtro de aire**

No. De Mes	Ventas Tercer Período	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	16	7,67	0,67	11
26	27	14,33	1,26	35
27	26	10,33	0,91	24
28	4	4,00	0,35	2
29	15	13,67	1,20	19
30	19	8,67	0,76	15

Fuente: elaboración propia.

- Filtro de combustible EMI2000

$$xv = \frac{\sum_1^{36} VentasReales}{36} = 8,11$$

La siguiente tabla muestra los datos de pronósticos de venta para el 2013.

Tabla XIX. **Cálculo de pronóstico de venta filtro de combustible EMI2000**

No. De Mes	Ventas Tercer Período	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	8	6,33	0,78	7
26	15	17,33	2,14	33
27	18	8,67	1,07	20
28	5	3,00	0,37	2
29	12	9,67	1,19	15
30	0	4,67	0,58	0

Fuente: elaboración propia.

- Filtro de BY-PASS de aceite EMI2000

$$xv = \frac{\sum_1^{36} \text{Ventas Reales}}{36} = 8,06$$

Cálculo de pronósticos de venta para el 2013.

Tabla XX. **Cálculo de pronóstico de venta BY-PASS de aceite EMI2000**

No. De Mes	Ventas Tercer Periodo	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	8	6,33	0,79	7
26	16	17,00	2,11	34
27	15	7,67	0,95	15
28	3	2,33	0,29	1
29	11	13,67	1,70	19
30	0	2,00	0,25	0

Fuente: elaboración propia.

- Filtro de combustible

$$xv = \frac{\sum_1^{36} \text{Ventas Reales}}{36} = 5,17$$

En la siguiente tabla se muestra el pronóstico de venta para el 2013.

Tabla XXI. **Cálculo de pronóstico de venta filtro de combustible**

No. De Mes	Ventas Tercer Período	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	3	4,00	0,77	3
26	10	5,00	0,97	10
27	5	4,00	0,77	4
28	12	6,67	1,29	16
29	4	4,67	0,90	4
30	4	3,33	0,64	3

Fuente: elaboración propia.

- Faja de alternador a evaporador

$$xv = \frac{\sum_1^{36} \text{Ventas Reales}}{36} = 4,69$$

En la siguiente tabla se muestra el pronóstico de venta para el 2013.

Tabla XXII. **Cálculo de pronóstico de venta faja de alternador a evaporador**

No. De Mes	Ventas Tercer Período	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	7	2,67	0,55	4
26	4	4,00	0,82	4
27	3	2,33	0,48	2
28	4	5,33	1,09	5
29	7	8,33	1,70	12
30	1	0,67	0,14	1

Fuente: elaboración propia.

- Faja de motor al compresor

$$xv = \frac{\sum_1^{36} VentasReales}{36} = 4,17$$

La tabla muestra el pronóstico de venta para el 2013.

Tabla XXIII. **Cálculo de pronósticos de venta faja de motor al compresor**

No. De Mes	Ventas Tercer Período	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	6	4,33	1,04	7
26	4	3,00	0,72	3
27	4	2,33	0,56	3
28	2	1,67	0,40	1
29	9	4,00	0,96	9
30	1	8,33	2,00	2

Fuente: elaboración propia.

- Candelas de precalentamiento

$$xv = \frac{\sum_1^{36} \text{Ventas Reales}}{36} = 3,42$$

La siguiente tabla se observa el cálculo del pronóstico de venta para el 2013.

Tabla XXIV. **Cálculo de pronóstico de venta candelas de precalentamiento**

No. De Mes	Ventas Tercer Periodo	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	3	5,00	1,46	5
26	6	3,00	0,88	6
27	0	0,00	0,00	0
28	0	4,00	1,17	0
29	0	2,00	0,58	0
30	9	3,00	0,88	8

Fuente: elaboración propia.

- Faja de motor eléctrico

$$xv = \frac{\sum_1^{36} \text{Ventas Reales}}{36} = 3,39$$

En la tabla se observa el cálculo del pronóstico de venta para el 2013.

Tabla XXV. **Cálculo de pronósticos de venta faja de motor eléctrico**

No. De Mes	Ventas Tercer Periodo	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	1	0,67	0,20	1
26	0	4,00	1,18	0
27	3	2,67	0,79	3
28	2	2,33	0,69	2
29	5	7,00	2,06	11
30	1	1,67	0,49	1

Fuente: elaboración propia.

- Empaque de válvulas de descarga

$$xv = \frac{\sum_1^{36} \text{Ventas Reales}}{36} = 3,31$$

En la tabla se observa el cálculo de pronóstico de venta para el 2013.

Tabla XXVI. **Cálculo de pronósticos de venta empaque de válvulas de descarga**

No. De Mes	Ventas Tercer Período	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	2	1,33	0,40	1
26	12	7,33	2,22	27
27	4	1,33	0,40	2
28	0	3,00	0,91	0
29	22	9,00	2,72	60
30	2	1,33	0,40	1

Fuente: elaboración propia.

- Faja de evaporador

$$xv = \frac{\sum_1^{36} \text{Ventas Reales}}{36} = 3,03$$

En la siguiente tabla se muestra el cálculo de pronóstico de venta para el 2013.

Tabla XXVII. **Cálculo de pronósticos de venta faja de evaporador**

No. De Mes	Ventas Tercer Período	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	2	1,00	0,33	1
26	0	2,33	0,77	0
27	2	1,33	0,44	1
28	3	3,33	1,10	4
29	3	3,67	1,21	4
30	2	1,00	0,33	1

Fuente: elaboración propia.

- Solenoide de paro

$$xv = \frac{\sum_1^{36} \text{Ventas Reales}}{36} = 4,81$$

En la tabla se muestra los pronósticos de venta para el 2013.

Tabla XXVIII. **Cálculo de pronósticos de venta solenoide de paro**

No. De Mes	Ventas Tercer Período	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	6	2,33	0,49	3
26	8	3,67	0,76	7
27	11	5,33	1,11	13
28	1	2,00	0,42	1
29	5	5,67	1,18	6
30	9	6,00	1,25	12

Fuente: elaboración propia.

- Kit de alma y gollete

$$xv = \frac{\sum_1^{36} \text{Ventas Reales}}{36} = 2,28$$

La siguiente tabla muestra el cálculo del pronóstico de venta para el 2013.

Tabla XXIX. **Cálculo de pronósticos de venta kit de alma y gollete**

No. De Mes	Ventas Tercer Período	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	10	6,67	2,92	30
26	1	1,00	0,44	1
27	0	4,67	2,05	0
28	0	0,67	0,29	0
29	0	0,00	0,00	0
30	0	2,67	1,17	0

Fuente: elaboración propia.

- Bomba de combustible

$$xv = \frac{\sum_1^{36} \text{Ventas Reales}}{36} = 2,25$$

La tabla siguiente se muestra el pronóstico de venta para el 2013.

Tabla XXX. **Cálculo de pronósticos de riesgo bomba de combustible**

No. De Mes	Ventas Tercer Período	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	7	2,67	1,19	9
26	2	1,67	0,74	2
27	6	3,00	1,33	8
28	2	2,67	1,19	3
29	2	1,67	0,74	2
30	0	0,67	0,30	0

Fuente: elaboración propia.

- Filtro de diesel EMI3000

$$xv = \frac{\sum_1^{36} VentasReales}{36} = 2,19$$

En la tabla se observa el cálculo de pronósticos de venta para el 2013.

Tabla XXXI. **Cálculo de pronósticos de riesgo filtro de diesel EMI3000**

No. De Mes	Ventas Tercer Periodo	Xh	Índice	Cálculo del Pronóstico
25	1	4,00	1,83	2
26	0	4,33	1,98	0
27	5	1,67	0,76	4
28	1	0,33	0,15	1
29	8	3,00	1,37	11
30	0	0,00	0,00	0

Fuente: elaboración propia.

2.2. Modelo del lote económico

Dentro del Departamento de Compras del taller se han utilizado métodos poco eficientes y exactos para cumplir con la frecuencia y tamaño de los pedidos. El sistema informático da una alerta sobre cuando ya existe una cantidad mínima y debe ser reabastecida. Los pedidos se realizan cada mes, tardando estos en ingresar a la bodega de dos a tres semanas, desde que se coloca al pedido.

Los objetivos de este modelo es comprar la cantidad optima con el costo mínimo, ya que existe la decisión más importante que debe tomarse; la de equilibrarse los costos, con la colocación de pedidos de reabastecimiento.

Algo muy importante para mencionarse, es que algunas veces el reabastecimiento se queda corto, debido a que el proveedor no posee los repuestos en existencia y este se ve obligado a incumplir. Para esto se debe de tomar en cuenta que en el modelo existirá algunas veces un déficit que obligará a la empresa a perder el costo de oportunidad.

2.2.1. Tamaño del lote

A través de las siguientes tablas se expresa la cantidad de repuestos que se necesitará durante el ciclo proyectado de 6 meses.

Tabla XXXII. **Filtro de aceite motor**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	25
Febrero	49
Marzo	18
Abril	16
Mayo	25
Junio	7
Total planificado	140

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Filtro de aire**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	11
Febrero	35
Marzo	24
Abril	2
Mayo	19
Junio	15
Total planificado	106

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Filtro de combustible EMI2000**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	7
Febrero	33
Marzo	20
Abril	2
Mayo	15
Junio	0
Total planificado	77

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Filtro de BY-PASS de aceite EMI2000**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	7
Febrero	34
Marzo	15
Abril	1
Mayo	19
Junio	0
Total planificado	76

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Filtro de combustible**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	3
Febrero	10
Marzo	4
Abril	16
Mayo	4
Junio	3
Total planificado	40

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Faja de alternador a evaporador**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	4
Febrero	4
Marzo	2
Abril	5
Mayo	12
Junio	1
Total planificado	28

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Faja de motor al compresor**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	7
Febrero	3
Marzo	3
Abril	1
Mayo	9
Junio	2
Total planificado	25

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Candelas de precalentamiento**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	5
Febrero	6
Marzo	0
Abril	0
Mayo	0
Junio	8
Total planificado	19

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Faja de motor eléctrico**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	1
Febrero	0
Marzo	3
Abril	2
Mayo	11
Junio	1
Total planificado	18

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Empaque de válvula de descarga**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	1
Febrero	27
Marzo	2
Abril	0
Mayo	60
Junio	1
Total planificado	91

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Faja de evaporador**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	1
Febrero	0
Marzo	1
Abril	4
Mayo	4
Junio	1
Total planificado	11

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Solenoides de paro**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	3
Febrero	7
Marzo	13
Abril	1
Mayo	6
Junio	12
Total planificado	42

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Kit de alma y gollete**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	30
Febrero	1
Marzo	0
Abril	0
Mayo	0
Junio	0
Total planificado	31

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Bomba de combustible**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	9
Febrero	2
Marzo	8
Abril	3
Mayo	2
Junio	0
Total planificado	24

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Filtro de diesel EMI3000**

Mes Pronosticado para el 2013	Pronóstico
Enero	2
Febrero	0
Marzo	4
Abril	1
Mayo	11
Junio	0
Total planificado	18

Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Políticas de pedido

A través del análisis de historial de entregas de los últimos 6 pedidos, se calcula los valores de R en meses para cada repuesto.

Tabla XLVII. **Historiales de entrega de pedido de repuestos
(No. demeses)**

Repuesto	1	2	3	4	5	6
FILTRO DE ACEITE MOTOR	0,33	0,25	0,35	0,47	0,5	0,45
FILTRO DE AIRE	0,43	0,5	0,32	0,38	0,44	0,23
FILTRO DE COMBUSTIBLE EMI2000	0,23	0,54	0,47	0,29	0,48	0,5
FILTRO DE BY-PASS DE ACEITE EMI2000	0,45	0,5	0,45	0,38	0,36	0,34
FILTRO DE COMBUSTIBLE	0,5	0,24	0,4	0,43	0,35	0,29
FAJA DE ALTERNADOR A EVAPORADOR	0,31	0,44	0,33	0,46	0,4	0,28
FAJA DE MOTOR AL COMPRESOR	0,45	0,5	0,44	0,49	0,23	0,4
CANDELAS DE PRECALENTAMIENTO	0,23	0,5	0,36	0,43	0,45	0,35
FAJA DEL MOTOR ELÉCTRICO / CHUMACERA DE CONDENSADOR	0,5	0,27	0,23	0,28	0,32	0,41
EMPAQUE DE VÁLVULA DE DESCARGA	0,36	0,5	0,49	0,39	0,45	0,5
FAJA DE EVAPORADOR	0,6	0,5	0,65	0,6	0,5	0,5
SOLENOIDE DE PARO	0,34	0,4	0,31	0,45	0,46	0,29
KIT DE ALMA Y GOLLETE	0,2	0,3	0,34	0,23	0,48	0,2
BOMBA DE COMBUSTIBLE	0,45	0,5	0,34	0,5	0,47	0,49
FILTRO DE DIESEL EMI3000	0,34	0,49	0,30	0,43	0,26	0,23

Fuente: elaboración propia.

Los valores para cada pedido son el intervalo de tiempo q transcurrió desde la colocación de la orden hasta el ingreso del producto a la bodega de repuestos de Thermo King.

$$R_{NR} = \frac{\sum_1^6 \text{Entrega de pedido}}{6} \quad R_{NR} = \text{Entrega más tardía} - R_{NR}$$

$$R_{Nmax} = 6 \text{ Meses}$$

$$\text{Nivel Máximo} = \frac{\text{Total planificado}}{6} * R_{Nmax}$$

Nota: Nivel Máximo = Total Planificado

En la siguiente tabla se muestran las políticas de pedido, valores promedio que se utilizarán para el cálculo de los niveles de reorden y el stock de seguridad.

Tabla XLVIII. **Políticas de pedido para el nivel de reorden y el stock de seguridad**

Repuesto	R_{NR} meses	R_{SS} meses
FILTRO DE ACEITE MOTOR	0,392	0,108
FILTRO DE AIRE	0,383	0,117
FILTRO DE COMBUSTIBLE EMI2000	0,418	0,122
FILTRO DE BY-PASS DE ACEITE EMI2000	0,413	0,087
FILTRO DE COMBUSTIBLE	0,368	0,132
FAJA DE ALTERNADOR A EVAPORADOR	0,370	0,090
FAJA DE MOTOR AL COMPRESOR	0,418	0,082
CANDELAS DE PRECALENTAMIENTO	0,387	0,113
FAJA DEL MOTOR ELÉCTRICO / CHUMACERA DE CONDENSADOR	0,335	0,165
EMPAQUE DE VÁLVULA DE DESCARGA	0,448	0,052
FAJA DE EVAPORADOR	0,558	0,092
SOLENOIDE DE PARO	0,375	0,085
KIT DE ALMA Y GOLLETE	0,292	0,188
BOMBA DE COMBUSTIBLE	0,458	0,042
FILTRO DE DIESEL EMI3000	0,342	0,148

Fuente: elaboración propia.

2.3. Reabastecimiento de materiales

El cálculo de estas variables para cada repuesto se realiza para la construcción del gráfico del modelo de inventario determinístico.

2.3.1. Existencia mínima de seguridad

Es el mínimo de inventario en repuestos que puede existir en la bodega antes de la colocación de un pedido.

$$\text{Stock de Seguridad} = \frac{\text{Total planificado}}{6} * R_{SS}$$

Tabla XLIX. Cálculos del *stock* de seguridad

Repuesto	R_{SS} Meses	Total Planificado	Stock de Seguridad
FILTRO DE ACEITE MOTOR	0,108	140	3
FILTRO DE AIRE	0,117	106	3
FILTRO DE COMBUSTIBLE EMI2000	0,122	77	2
FILTRO DE BY-PASS DE ACEITE EMI2000	0,087	76	2
FILTRO DE COMBUSTIBLE	0,132	40	1
FAJA DE ALTERNADOR A EVAPORADOR	0,090	28	1
FAJA DE MOTOR AL COMPRESOR	0,082	25	1
CANDELAS DE PRECALENTAMIENTO	0,113	19	1
FAJA DEL MOTOR ELÉCTRICO / CHUMACERA DE CONDENSADOR	0,165	18	1
EMPAQUE DE VÁLVULA DE DESCARGA	0,052	91	1
FAJA DE EVAPORADOR	0,092	11	1
SOLENOIDE DE PARO	0,085	42	1
KIT DE ALMA Y GOLLETE	0,188	31	1
BOMBA DE COMBUSTIBLE	0,042	24	1
FILTRO DE DIESEL EMI3000	0,148	18	1

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Nivel de reorden

Es el número de repuestos en la cual es necesario colocar un pedido.

$$\text{Nivel de Reorden} = \frac{\text{Total planificado}}{6} * R_{NR}$$

Tabla L. Cálculos para el nivel de reorden

Repuesto	R_{NR} meses	Total Planificado	Nivel de Reorden
FILTRO DE ACEITE MOTOR	0,392	140	10
FILTRO DE AIRE	0,383	106	7
FILTRO DE COMBUSTIBLE EMI2000	0,418	77	6
FILTRO DE BY-PASS DE ACEITE EMI2000	0,413	76	6
FILTRO DE COMBUSTIBLE	0,368	40	3
FAJA DE ALTERNADOR A EVAPORADOR	0,370	28	2
FAJA DE MOTOR AL COMPRESOR	0,418	25	2
CANDELAS DE PRECALENTAMIENTO	0,387	19	2
FAJA DEL MOTOR ELÉCTRICO / CHUMACERA DE CONDENSADOR	0,335	18	2
EMPAQUE DE VÁLVULA DE DESCARGA	0,448	91	7
FAJA DE EVAPORADOR	0,558	11	2
SOLENOIDE DE PARO	0,375	42	3
KIT DE ALMA Y GOLLETE	0,292	31	2
BOMBA DE COMBUSTIBLE	0,458	24	2
FILTRO DE DIESEL EMI3000	0,342	18	2

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Cantidad óptima

Cantidad óptima de repuestos a pedir para mantener los niveles de inventario abastecidos.

$$Q_{\text{óptimo}} = (2 * \text{Stock de Seguridad}) + \text{Nivel de Reorden}$$

Tabla LI. **Cálculo de cantidad óptima a pedir**

Repuesto	Stock de Seguridad	Nivel de Reorden	Cantidad Optima
FILTRO DE ACEITE MOTOR	3	10	16
FILTRO DE AIRE	3	7	13
FILTRO DE COMBUSTIBLE EMI2000	2	6	10
FILTRO DE BY-PASS DE ACEITE EMI2000	2	6	10
FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	3	5
FAJA DE ALTERNADOR A EVAPORADOR	1	2	4
FAJA DE MOTOR AL COMPRESOR	1	2	4
CANDELAS DE PRECALENTAMIENTO	1	2	4
FAJA DEL MOTOR ELÉCTRICO / CHUMACERA DE CONDENSADOR	1	2	4
EMPAQUE DE VÁLVULA DE DESCARGA	1	7	9
FAJA DE EVAPORADOR	1	2	4
SOLENOIDE DE PARO	1	3	5
KIT DE ALMA Y GOLLETE	1	2	4
BOMBA DE COMBUSTIBLE	1	2	4
FILTRO DE DIESEL EMI3000	1	2	4

Fuente: elaboración propia.

2.3.4. Tiempos de consumo

Punto sobre el nivel mínimo de seguridad que indica la fecha en el que ingresa el pedido a la bodega. La existencia 1 es la cantidad de inventario que existía al inicio del período del cálculo de los pronósticos, se calcularon en base al control de entradas y salidas durante los tres períodos de estudio.

La existencia 2 es la cantidad de inventario luego de haber demandado los repuestos luego de que la cantidad óptima pedida haga su ingreso.

$$\text{Existencia 2} = Q_{\text{óptimo}} + \text{Stock de Seguridad}$$

Tabla LII. **Cálculo de existencia 2**

Repuesto	Stock de Seguridad	Cantidad Optima	Existencia 1	Existencia 2
FILTRO DE ACEITE MOTOR	3	16	40	19
FILTRO DE AIRE	3	13	18	16
FILTRO DE COMBUSTIBLE EMI2000	2	10	26	12
FILTRO DE BY-PASS DE ACEITE EMI2000	2	10	21	12
FILTRO DE COMBUSTIBLE	1	5	12	6
FAJA DE ALTERNADOR A EVAPORADOR	1	4	8	5
FAJA DE MOTOR AL COMPRESOR	1	4	5	5
CANDELAS DE PRECALENTAMIENTO	1	4	6	5
FAJA DEL MOTOR ELÉCTRICO / CHUMACERA DE CONDENSADOR	1	4	4	5
EMPAQUE DE VÁLVULA DE DESCARGA	1	9	20	10
FAJA DE EVAPORADOR	1	4	3	5
SOLENOIDE DE PARO	1	5	16	6
KIT DE ALMA Y GOLLETE	1	4	3	5
BOMBA DE COMBUSTIBLE	1	4	10	5
FILTRO DE DIESEL EMI3000	1	4	6	5

Fuente: elaboración propia.

$$LTC1 = \frac{Existencia\ 1}{Total\ Planificado} * 6 \quad LTC2 = \frac{Existencia\ 2}{Total\ Planificado} * 6$$

Tabla LIII. **Cálculo de los tiempos de consumo**

Repuesto	Total Planificado	Existencia 1	Existencia 2	Línea Teórica de Consumo 1	Línea Teórica de Consumo 2
FILTRO DE ACEITE MOTOR	140	40	19	1,71	0,81
FILTRO DE AIRE	106	18	16	1,02	0,91
FILTRO DE COMBUSTIBLE EMI2000	77	26	12	2,03	0,94
FILTRO DE BY-PASS DE ACEITE EMI2000	76	21	12	1,66	0,95
FILTRO DE COMBUSTIBLE	40	12	6	1,80	0,90
FAJA DE ALTERNADOR A EVAPORADOR	28	8	5	1,71	1,07
FAJA DE MOTOR AL COMPRESOR	25	5	5	1,20	1,20
CANDELAS DE PRECALENTAMIENTO	19	6	5	1,89	1,58
FAJA DEL MOTOR ELÉCTRICO / CHUMACERA DE CONDENSADOR	18	4	5	1,33	1,67
EMPAQUE DE VÁLVULA DE DESCARGA	91	20	10	1,32	0,66
FAJA DE EVAPORADOR	11	3	5	1,64	2,73
SOLENOIDE DE PARO	42	16	6	2,29	0,86
KIT DE ALMA Y GOLLETE	31	3	5	0,58	0,97
BOMBA DE COMBUSTIBLE	24	10	5	2,50	1,25
FILTRO DE DIESEL EMI3000	18	6	5	2,00	1,67

Fuente: elaboración propia.

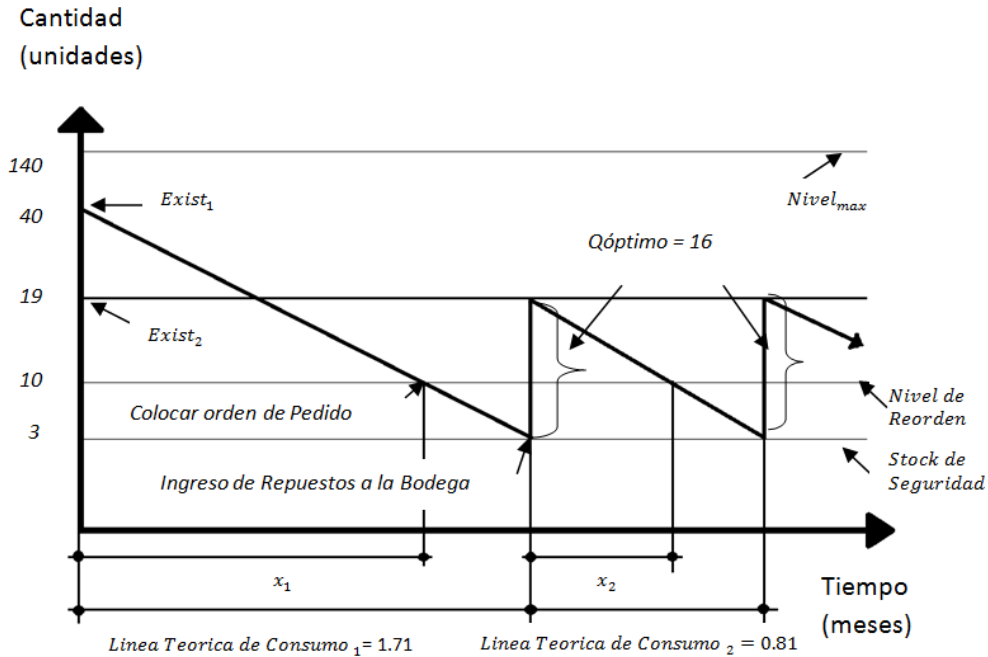
2.3.5. Diagrama de cantidades requeridas

Representación gráfica de las colocaciones y entradas de pedido a la bodega, con sus respectivas cantidades óptimas, niveles de seguridad y reorden.

X_1 representa el tiempo en el que se debe colocar un pedido antes de llegar al mínimo de seguridad. X_2 representa el tiempo en el que se deben de colocar los pedidos siguientes de forma constante y con la cantidad óptima.

- Filtro de aceite motor

Figura 23. Diagrama de aceite de motor



Fuente: elaboración propia.

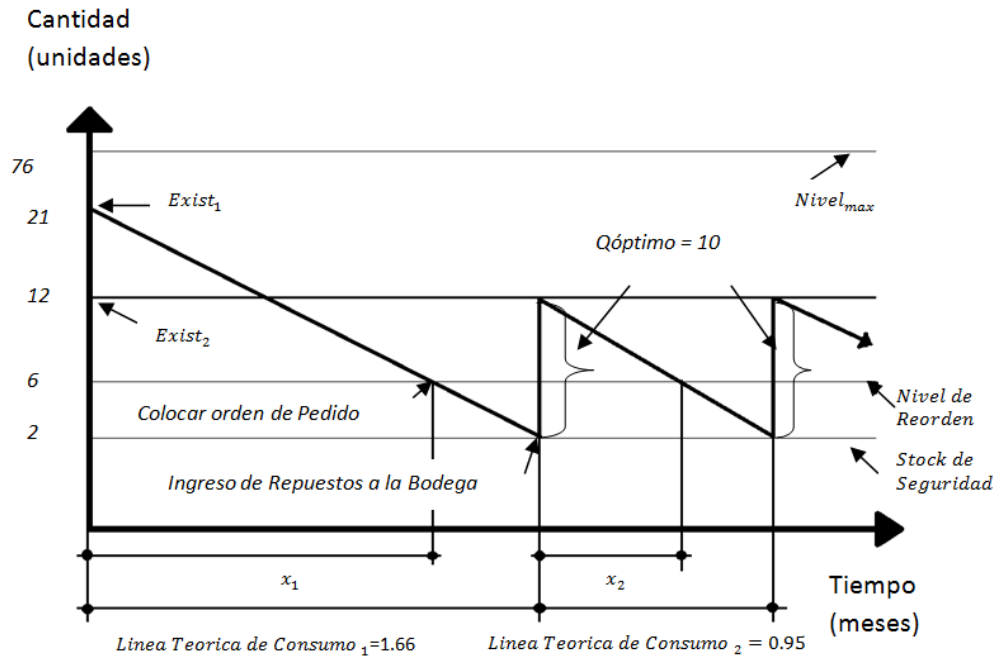
Por relación de triángulos para encontrar X_1 y X_2 :

- $\frac{1,71}{40-3} = \frac{X_1}{40-10}$; $X_1 = 1,38$ meses
- $\frac{0,81}{19-3} = \frac{X_2}{19-10}$; $X_2 = 0,45$ meses

El primer pedido se colocará a 1,38 meses de iniciado el año e ingresará a 1,71 meses, el segundo se colocará a los 0,45 meses e ingresará a los 0,81 meses, siendo constante de aquí en adelante.

- Filtro de BY-PASS de aceite EMI2000

Figura 26. Diagrama filtro de BY-PASS de aceite EMI2000



Fuente: elaboración propia.

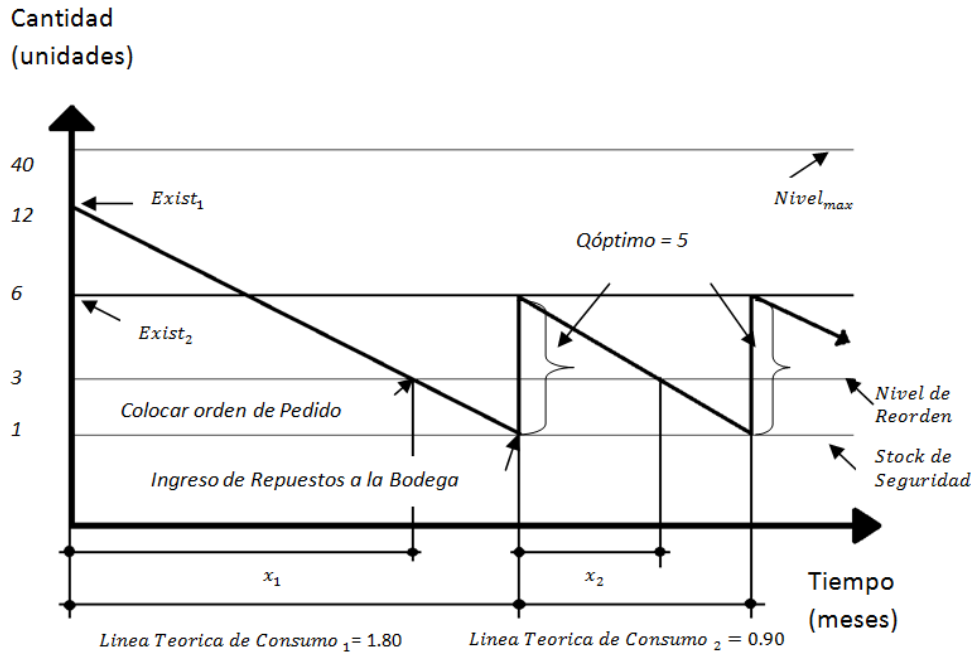
Por relación de triángulos para encontrar X_1 y X_2 :

- $\frac{1,66}{21-2} = \frac{X_1}{21-6}$; $X_1 = 1,31$ meses
- $\frac{0,95}{12-2} = \frac{X_2}{12-6}$; $X_2 = 0,57$ meses

El primer pedido se colocará a 1,31 meses de iniciado el año e ingresará a 1,66 meses, el segundo se colocará a los 0,57 meses e ingresará a los 0,95 meses, siendo constante de aquí en adelante.

- Filtro de combustible

Figura 27. Diagrama de filtro de combustible



Fuente: elaboración propia.

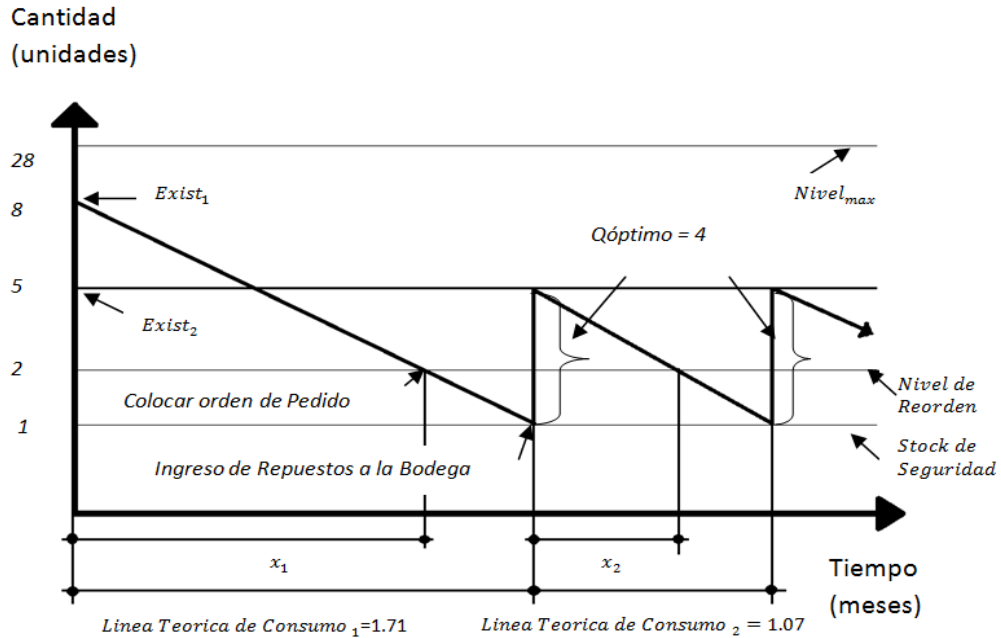
Por relación de triángulos para encontrar X_1 y X_2 :

- $\frac{1,80}{12-1} = \frac{X_1}{12-3}$; $X_1 = 1,47$ meses
- $\frac{0,90}{6-1} = \frac{X_2}{6-3}$; $X_2 = 0,54$ meses

El primer pedido se colocará a 1,47 meses de iniciado el año e ingresará a 1,80 meses, el segundo se colocará a los 0,54 meses e ingresará a los 0,90 meses, siendo constante de aquí en adelante.

- Faja de alternador a evaporador

Figura 28. Diagrama faja de alternador a evaporador



Fuente: elaboración propia.

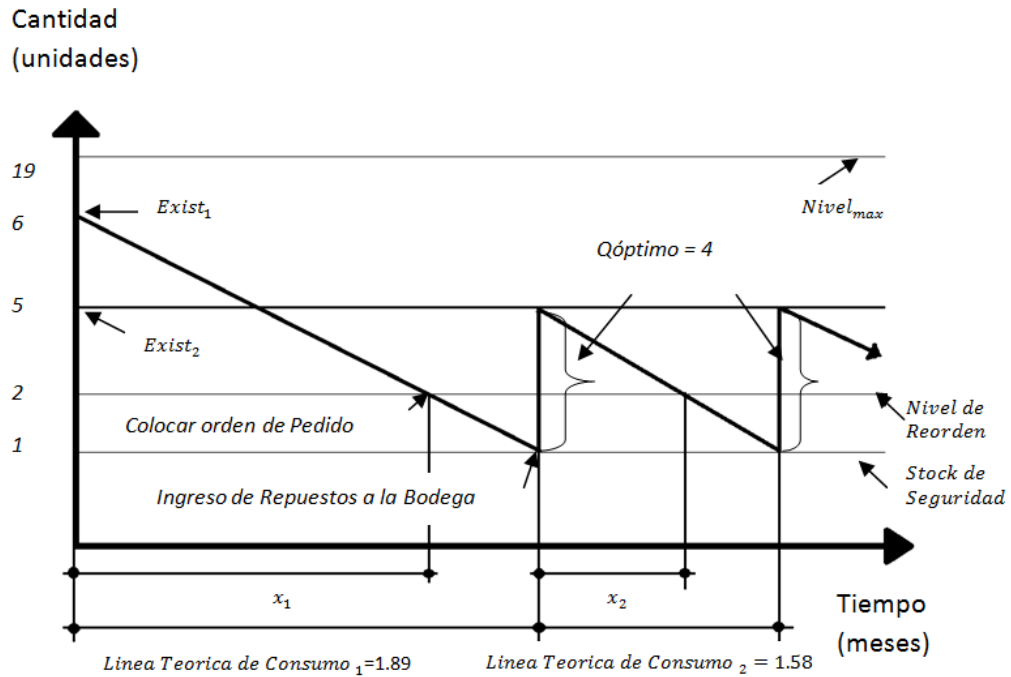
Por relación de triángulos para encontrar X_1 y X_2 :

- $\frac{1,71}{8-1} = \frac{X_1}{8-2}$; $X_1 = 1,46$ meses
- $\frac{1,07}{5-1} = \frac{X_2}{5-2}$; $X_2 = 0,80$ meses

El primer pedido se colocará a 1,46 meses de iniciado el año e ingresará a 1,71 meses, el segundo se colocará a los 0,80 meses e ingresará a los 1,07 meses, siendo constante de aquí en adelante.

- Candelas de precalentamiento

Figura 30. Diagrama candelas de precalentamiento



Fuente: elaboración propia.

Por relación de triángulos para encontrar X_1 y X_2 :

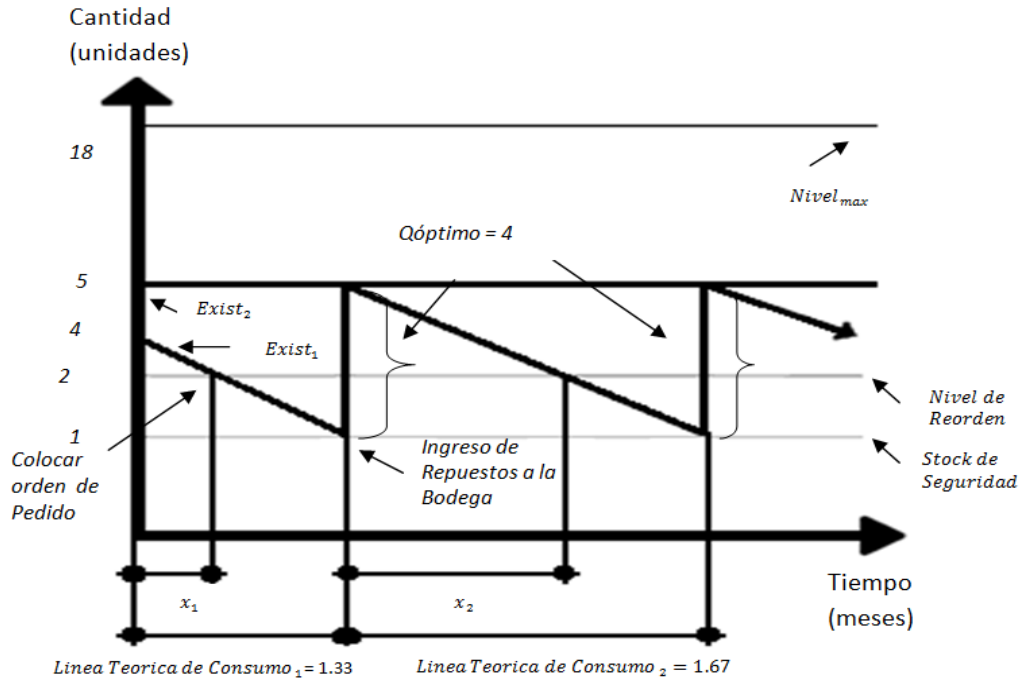
- $\frac{1,89}{6-1} = \frac{X_1}{6-2}; X_1 = 1,51$ meses

- $\frac{1,58}{5-1} = \frac{X_2}{5-2}; X_2 = 1,18$ meses

El primer pedido se colocará a 1,51 meses de iniciado el año e ingresará a 1,89 meses, el segundo se colocará a los 1,18 meses e ingresará a los 1,58 meses, siendo constante de aquí en adelante.

- Faja de motor eléctrico

Figura 31. Diagrama faja de motor eléctrico



Fuente: elaboración propia.

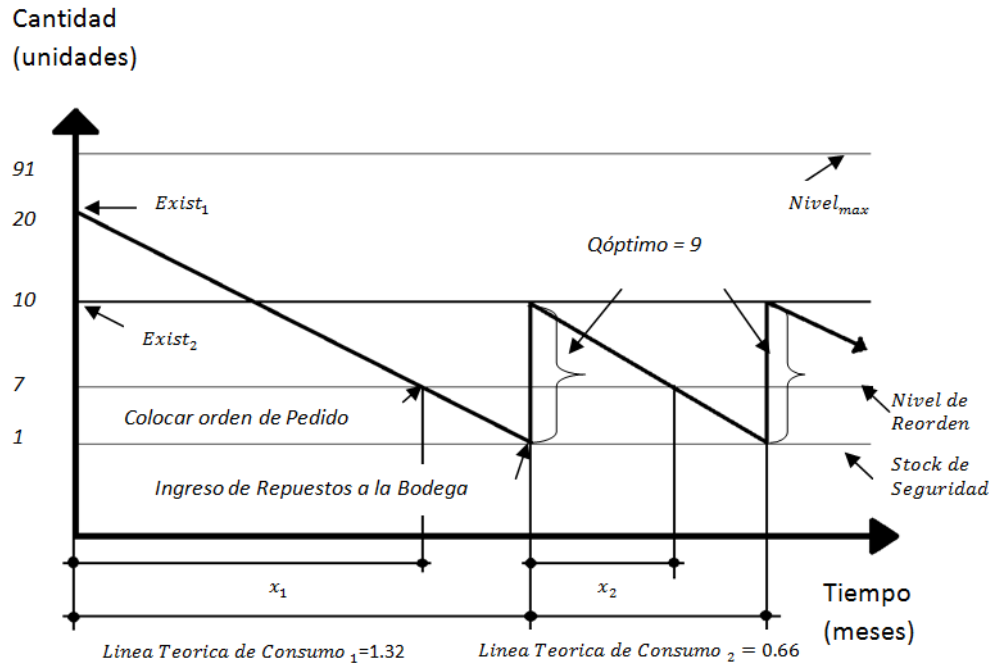
Por relación de triángulos para encontrar X_1 y X_2 :

- $\frac{1,33}{4-1} = \frac{X_1}{4-2}$; $X_1 = 0,88$ meses
- $\frac{1,67}{5-1} = \frac{X_2}{5-2}$; $X_2 = 1,25$ meses

El primer pedido se colocará a 0,88 meses de iniciado el año e ingresará a 1,33 meses, el segundo se colocará a los 1,25 meses e ingresará a los 1,67 meses, siendo constante de aquí en adelante.

- Empaque de válvula de descarga

Figura 32. Diagrama empaque de válvula de descarga



Fuente: elaboración propia.

Por relación de triángulos para encontrar X_1 y X_2 :

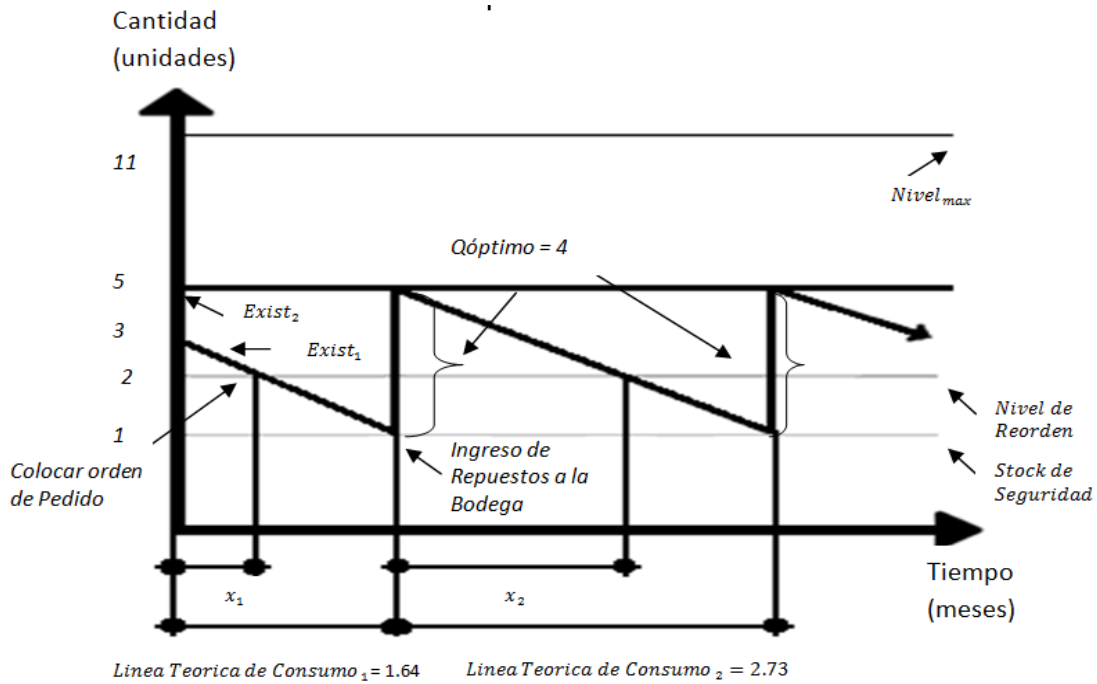
- $\frac{1,32}{20-1} = \frac{X_1}{20-7}; X_1 = 0,90$ meses

- $\frac{0,66}{10-1} = \frac{X_2}{10-7}; X_2 = 0,22$ meses

El primer pedido se colocará a 0,90 meses de iniciado el año e ingresará a 1,32 meses, el segundo se colocará a los 0,22 meses e ingresará a los 0,66 meses, siendo constante de aquí en adelante.

- Faja de evaporador

Figura 33. Diagrama faja de evaporador



Fuente: elaboración propia.

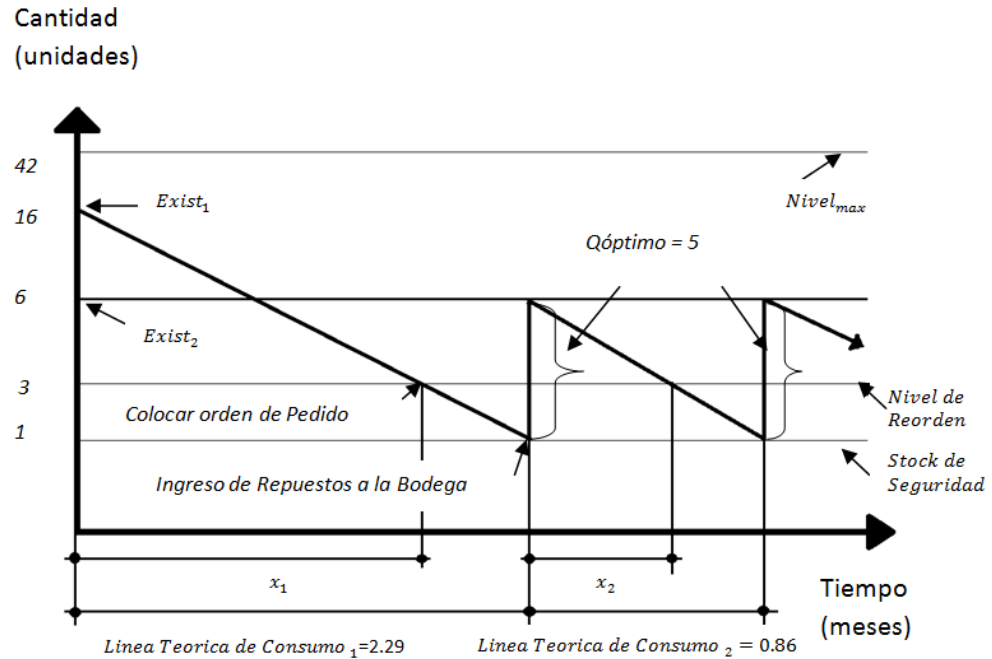
Por relación de triángulos para encontrar X_1 y X_2 :

- $\frac{1,64}{3-1} = \frac{X_1}{3-2}$; $X_1 = 0,82$ meses
- $\frac{2,73}{5-1} = \frac{X_2}{5-2}$; $X_2 = 2,04$ meses

El primer pedido se colocará a 0,82 meses de iniciado el año e ingresará a 1,64 meses, el segundo se colocará a los 2,04 meses e ingresará a los 2,73 meses, siendo constante de aquí en adelante.

- Solenoide de paro

Figura 34. Diagrama solenoide de paro



Fuente: elaboración propia.

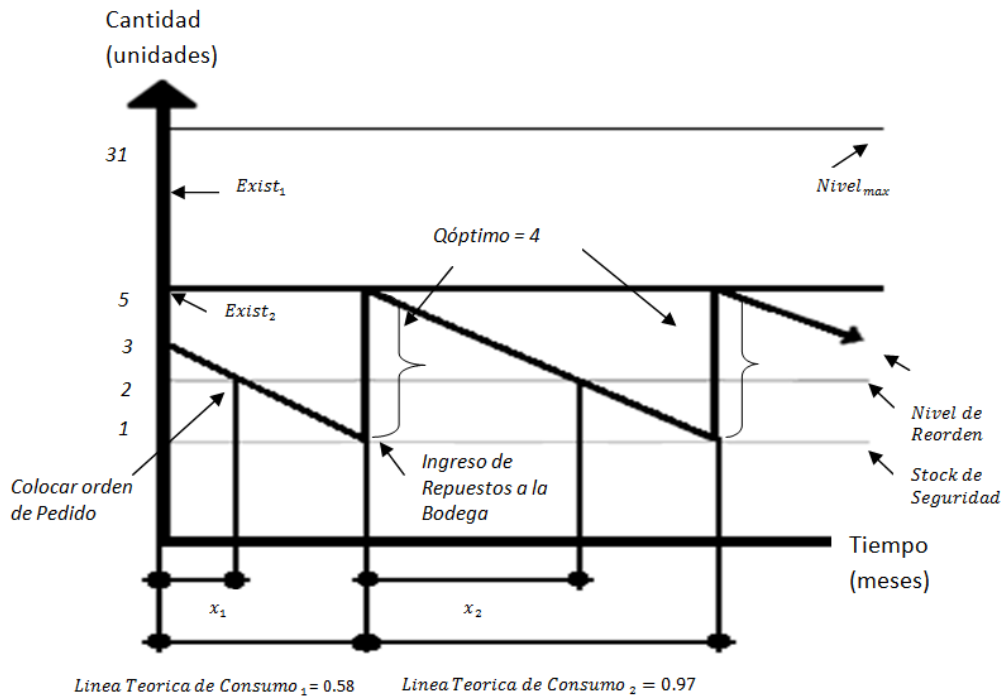
Por relación de triángulos para encontrar X_1 y X_2 :

- $\frac{2,29}{16-1} = \frac{X_1}{16-3}$; $X_1 = 1,98$ meses
- $\frac{0,86}{6-1} = \frac{X_2}{6-3}$; $X_2 = 0,51$ meses

El primer pedido se colocará a 1,98 meses de iniciado el año e ingresará a 2,29 meses, el segundo se colocará a los 0,51 meses e ingresará a los 0,86 meses, siendo constante de aquí en adelante.

- Kit de alma y gollete

Figura 35. Diagrama kit de alma y gollete



Fuente: elaboración propia.

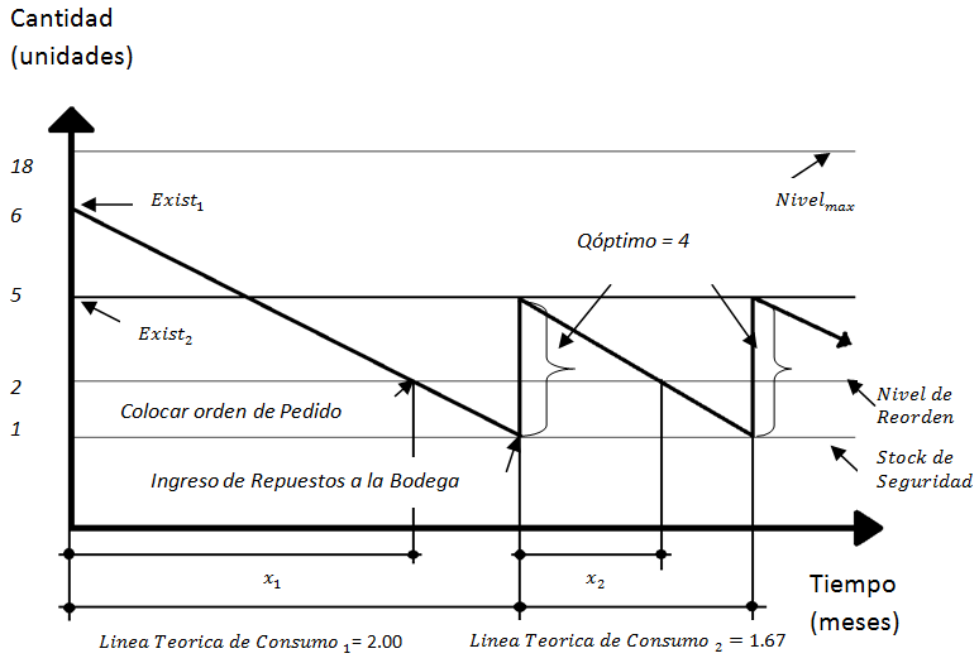
Por relación de triángulos para encontrar X_1 y X_2 :

- $\frac{0,58}{3-1} = \frac{X_1}{3-2}$; $X_1 = 0,29$ meses
- $\frac{0,97}{5-1} = \frac{X_2}{5-2}$; $X_2 = 0,72$ meses

El primer pedido se colocará a 0,29 meses de iniciado el año e ingresará a 0,58 meses, el segundo se colocará a los 0,72 meses e ingresará a los 0,97 meses, siendo constante de aquí en adelante.

- Filtro de diesel EMI3000

Figura 37. Diagrama filtro de diesel EMI3000



Fuente: elaboración propia.

Por relación de triángulos para encontrar X_1 y X_2 :

- $\frac{2,00}{6-1} = \frac{X_1}{6-2}$; $X_1 = 1,6$ meses

- $\frac{1,67}{5-1} = \frac{X_2}{5-2}$; $X_2 = 1,25$ meses

El primer pedido se colocará a 1,60 meses de iniciado el año e ingresará a 2,00 meses, el segundo se colocará a los 1,25 meses e ingresará a los 1,67 meses, siendo constante de aquí en adelante.

2.4. Implementación

Dentro de la implementación, es necesario contar con la definición sobre qué consistirá el modelo de inventario que se va a establecer y sus lineamientos para seguirlo.

2.4.1. Definición del modelo de inventario

El modelo a proponer para el control de los inventarios es el de lote económico con reabastecimiento instantáneo y faltantes permitidos. Con los datos del tamaño económico de lote se puede saber cuánto pedir. Eso quiere decir que cuando llegue el momento de realizar una orden de un repuesto por parte de la auxiliatura de gerencia, se ordena el lote en una cantidad que permita hacer un equilibrio entre los costos de almacenamiento y el valor del inventario. Este método requiere que se hagan revisiones periódicas, de forma visual a los niveles de existencia se pueda realizar los pedidos de reposición, con tal de restablecer los inventarios al tamaño económico del lote.

Como cada retiro de los inventarios baja el nivel de los mismos, es necesario calcular los niveles de reorden para cada repuesto, con el fin de hacer los pedidos de reabastecimiento en el momento oportuno. También es necesario calcular una existencia de seguridad, con el fin de contemplar los posibles retrasos que tengan los proveedores en la entrega de material o el departamento de producción y así disminuir el riesgo de agotar existencias.

2.4.2. Costos de la implementación

Para la implementación del proyecto de tamaño económico de lote, los gastos que se van a ocasionar son por pedir los repuestos y almacenarlos. Los gastos administrativos son de las horas extras que se le pagará a la persona encargada de la bodega para explicarle los modelos de inventario y cómo manejarlos.

2.4.3. Planificación

En el cronograma de fechas de órdenes e ingreso de pedidos a la bodega, el intervalo de tiempo va de enero hasta junio de 2013 y se representan por número, los varios pedidos que se deben hacer durante todo el ciclo de 6 meses para el cual se hizo la proyección. También están asignadas las cantidades óptimas a pedir por cada orden que se coloque.

- Filtro de aceite motor

La siguiente tabla muestra la programación de fechas de los pedidos para el filtro de aceite motor.

Tabla LIV. **Planeación de pedidos filtro aceite motor**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Orden de Pedido		Día 11 (Ped. 1)	Día 5 (Ped. 2)	Día 29 (Ped. 3)	Día 22 (Ped. 4)	Día 16 (Ped. 5)	Día 10 (Ped. 6)
Ingreso de Pedido		Día 20 (Ped. 1)	Día 16 (Ped. 2)	Día 9 (Ped. 3)	Día 3 (Ped. 4)	Día 27 (Ped. 5)	Día 20 (Ped. 6)
Cantidad (unidades)		16	16	16	16	16	16

Fuente: elaboración propia.

- Filtro de aire

En la tabla se muestra la programación de fechas de los pedidos para el filtro de aire.

Tabla LV. **Planeación de pedidos filtro de aire**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de Pedido	Día 22 (Ped. 1)	Día 18 (Ped. 2)	Día 16 (Ped. 3)	Día 12 (Ped. 4)	Día 10 (Ped. 5)	Día 7 (Ped. 6)
Ingreso de Pedido	Día 30 (Ped. 1)	Día 26 (Ped. 2)	Día 25 (Ped. 3)	Día 22 (Ped. 4)	Día 20 (Ped. 5)	Día 17 (Ped. 6)
Cantidad (unidades)	13	13	13	13	13	13

Fuente: elaboración propia.

- Filtro de combustible EMI2000

En la siguiente tabla se muestra la programación de fecha de los pedidos del filtro de combustible EMI2000.

Tabla LVI. **Planeación de pedidos filtro de combustible EMI2000**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de Pedido		Día 20 (Ped. 1)	Día 18 (Ped. 2)	Día 15 (Ped. 3)	Día 13 (Ped. 4)	Día 11 (Ped. 5)
Ingreso de Pedido			Día 2 (Ped. 1)	Día 30 (Ped. 2)	Día 27 (Ped. 3)	Día 25 (Ped. 4)
Cantidad (unidades)		10	10	10	10	10

Fuente: elaboración propia.

- Filtro de BY-PASS de aceite EMI2000

La tabla siguiente se observa la planeación de los pedidos del filtro de BY-PASS de aceite EMI2000.

Tabla LVII. Planeación de pedidos filtro de BY-PASS de aceite EMI2000

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de Pedido		Día 8 (Ped. 1)	Día 17 (Ped. 2)	Día 4 (Ped. 3)	Día 2 (Ped. 4)	Día 30 (Ped. 5)
Ingreso de Pedido		Día 18 (Ped. 1)	Día 18 (Ped. 2)	Día 15 (Ped. 3)	Día 13 (Ped. 4)	Día 11 (Ped. 5)
Cantidad (unidades)		10	10	10	10	

Fuente: elaboración propia.

- Filtro de combustible

La tabla siguiente se muestra la planeación de los pedidos del filtro de combustible.

Tabla LVIII. Planeación de pedidos filtro de combustible

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de Pedido		Día 13 (Ped. 1)	Día 21 (Ped. 2)	Día 17 (Ped. 3)	Día 15 (Ped. 4)	Día 12 (Ped. 5)
Ingreso de Pedido			Día 5 (Ped. 1)	Día 1 (Ped. 2)	Día 29 (Ped. 3)	Día 27 (Ped. 4)
Cantidad (unidades)		5	5	5	5	5

Fuente: elaboración propia.

- Faja de alternador a evaporador

La siguiente tabla se observa la programación de fechas de los pedidos de la faja de alternador a evaporador.

Tabla LIX. **Planeación de pedidos faja de alternador a evaporador**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de Pedido		Día 12 (Ped. 1)	Día 18 (Ped. 2)	Día 19 (Ped. 3)	Día 20 (Ped. 4)	Día 21 (Ped. 5)
Ingreso de Pedido		Día 21 (Ped. 1)	Día 25 (Ped. 2)	Día 26 (Ped. 3)	Día 28 (Ped. 4)	Día 29 (Ped. 5)
Cantidad (unidades)		4	4	4	4	4

Fuente: elaboración propia.

- Faja de motor al compresor

La tabla siguiente muestra la programación para los pedidos de la faja de motor al compresor.

Tabla LX. **Planeación de pedidos faja de motor al compresor**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de Pedido	Día 28 (Ped. 1)		Día 4 (Ped. 2)	Día 10 (Ped. 3)	Día 16 (Ped. 4)	Día 21 (Ped. 5)
Ingreso de Pedido		Día 5 (Ped. 1)	Día 14 (Ped. 2)	Día 19 (Ped. 3)	Día 25 (Ped. 4)	Día 31 (Ped. 5)
Cantidad (unidades)	4		4	4	4	4

Fuente: elaboración propia.

- Candelas de precalentamiento

En la siguiente tabla se encuentra la programación de pedidos para las candelas de precalentamiento.

Tabla LXI. **Planeación de pedidos candelas de precalentamiento**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de Pedido		Día 14 (Ped. 1)		Día 1 (Ped. 2)	Día 18 (Ped. 3)	
Ingreso de Pedido		Día 25 (Ped. 1)		Día 13 (Ped. 2)	Día 30 (Ped. 3)	
Cantidad (unidades)		4		4	4	

Fuente: elaboración propia.

- Faja de motor eléctrico

En la siguiente tabla se muestra la planeación sobre los pedidos para la faja de motor eléctrico.

Tabla LXII. **Planeación de pedidos faja de motor eléctrico**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de Pedido	Día 26 (Ped. 1)		Día 18 (Ped. 2)		Día 7 (Ped. 3)	
Ingreso de Pedido		Día 9 (Ped. 1)	Día 31 (Ped. 2)		Día 20 (Ped. 3)	
Cantidad (unidades)	4		4		4	

Fuente: elaboración propia.

- Empaque de válvula de descarga

En la tabla siguiente se observa la programación de fechas sobre los pedidos para el empaque de válvula de descarga.

Tabla LXIII. Planeación de pedidos empaque de válvula de descarga

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio		
Orden de Pedido	Día 30 (Ped. 1)	Día 14 (Ped. 2)	Día 5 (Ped. 3)	Día 25 (Ped. 4)	Día 19 (Ped. 5)	Día 14 (Ped. 6)	Día 8 (Ped. 7)	
Ingreso de Pedido		Día 8 (Ped. 1)	Día 27 (Ped. 2)	Día 18 (Ped. 3)	Día 13 (Ped. 4)	Día 8 (Ped. 5)	Día 2 (Ped. 6)	Día 27 (Ped. 7)
Cantidad (unidades)	9	9	9	9	9	9	9	

Fuente: elaboración propia.

- Faja de evaporador

En la siguiente tabla se muestra la programación de los pedidos para la faja de evaporador.

Tabla LXIV. Planeación de pedidos faja de evaporador

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de Pedido	Día 24 (Ped. 1)			Día 19 (Ped. 2)		
Ingreso de Pedido		Día 18 (Ped. 1)			Día 9 (Ped. 2)	
Cantidad (unidades)	4			4		

Fuente: elaboración propia.

- Solenoide de paro

En la tabla se muestra la programación de fechas de pedidos para el solenoide de paro.

Tabla LXV. **Planeación de pedidos solenoide de paro**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Orden de Pedido		Día 28 (Ped. 1)		Día 25 (Ped. 2)	Día 20 (Ped. 3)	Día 17 (Ped. 4)	Día 12 (Ped. 5)
Ingreso de Pedido			Día 9 (Ped. 1)	Día 5 (Ped. 2)	Día 2 (Ped. 3)	Día 28 (Ped. 4)	Día 24 (Ped. 5)
Cantidad (unidades)		5		5	5	5	

Fuente: elaboración propia.

- Kit de alma y gollete

La siguiente tabla muestra la planeación de pedidos para el kit de alma y gollete.

Tabla LXVI. **Planeación de pedidos kit de alma y gollete**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Orden de Pedido	Día 8 (Ped. 1)	Día 7 (Ped. 2)	Día 8 (Ped. 3)	Día 13 (Ped. 4)	Día 13 (Ped. 5)	Día 11 (Ped. 6)	
Ingreso de Pedido		Día 17 (Ped. 1)	Día 15 (Ped. 2)	Día 23 (Ped. 3)	Día 21 (Ped. 4)	Día 21 (Ped. 5)	Día 19 (Ped. 6)
Cantidad (unidades)	4	4	4	4	4	4	

Fuente: elaboración propia.

- Bomba de combustible

La tabla muestra la programación de los pedidos para la bomba de combustible.

Tabla LXVII. **Planeación de pedidos bomba de combustible**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de Pedido	Día 15 (Ped. 1)	Día 7 (Ped. 2)	Día 8 (Ped. 3)	Día 6 (Ped. 4)	Día 6 (Ped. 5)	Día 4 (Ped. 6)
Ingreso de Pedido	Día 17 (Ped. 1)	Día 15 (Ped. 2)	Día 16 (Ped. 3)	Día 15 (Ped. 4)	Día 14 (Ped. 5)	Día 12 (Ped. 6)
Cantidad (unidades)	4	4	4	4	4	4

Fuente: elaboración propia.

- Filtro de diesel EMI3000

En la siguiente tabla se muestra la planificación de los pedidos para el filtro de diesel EMI3000.

Tabla LXVIII. **Planeación de pedidos filtro de diesel EMI3000**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Orden de Pedido		Día 18 (Ped. 1)		Día 8 (Ped. 2)	Día 29 (Ped. 3)	
Ingreso de Pedido			Día 1 (Ped. 1)	Día 22 (Ped. 2)		Día 11 (Ped. 3)
Cantidad (unidades)		3		3	3	

Fuente: elaboración propia.

3. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LA BODEGA

3.1. Operaciones de la bodega

La optimización del inventario es la importancia para la reducción de costos, ya sea para el almacenamiento como las compras que se realizan. La manera eficaz y eficiente de la reducción de costes, es necesario implementar un sistema de control y gestión. Esto implica supervisar procesos de compra, almacenamiento, entrega de repuestos y tiempos de espera.

- Orden de compra: el realizar una orden de compra implica comprar la cantidad exacta de productos, sin excedente y evitando que exista una escasez en el futuro. La realización de una compra conlleva las siguientes acciones:
 - Verificar en *stock* la cantidad de productos que existen, se maneja un mínimo *stock* para cada uno de los repuestos. En el sistema al momento de estar en el mínimo, tiene forma de alertar a la persona que hace las compras.
 - Recibir la mercadería en aproximadamente quince días, se descarga en la sala de ventas.
 - Realizar las órdenes de compra guiándose por proyecciones que se puedan decir el comportamiento en un futuro; son estimaciones de demanda hasta que se conoce la demanda real.


- Recepción de los repuestos: al momento de recibir el pedido de los repuestos es necesario realizar una inspección, para verificar el estado del producto, si este califica o no para el *stock* de inventario.
- Las acciones que se realizan a la hora de la recepción de los repuestos están las siguientes:
 - Contar y chequear con la lista de pedido y la orden de compra de parte del proveedor y el almacenista respectivamente.
 - Asignar un código a los repuestos que los identifica a que familia pertenecen.
 - Reclamar en el momento de existir algún faltante, dentro del pedido que se hizo e ingresó y el producto queda bajo pedido nuevamente hasta que el proveedor tenga en existencia.
 - Recibir los repuestos en forma ordenada dentro de la sala de ventas, o bien realizarse del lado del acceso al taller para evitar algún desorden.
- Orden y colocación: el orden y la colocación debe hacerse con cierta sistematización, con el fin de optimizar los costos de almacén y los tiempos de despacho y entrega para los clientes internos y externos. Las acciones a realizar en esta etapa son:
 - Ordenar por familia de repuesto, al finalizar el chequeo y colocar en estanterías.
 - Hacer un mantenimiento y orden a la bodega y a las estanterías metálicas periódicamente, para mantener los repuestos en condiciones aceptables y de fácil acceso, la ubicación correcta de estos ayuda al fácil despacho.
 - Realizar una limpieza, para evitar que el empaque del repuesto se dañe y evitar accidentes con derrames de aceites u otros fluidos.

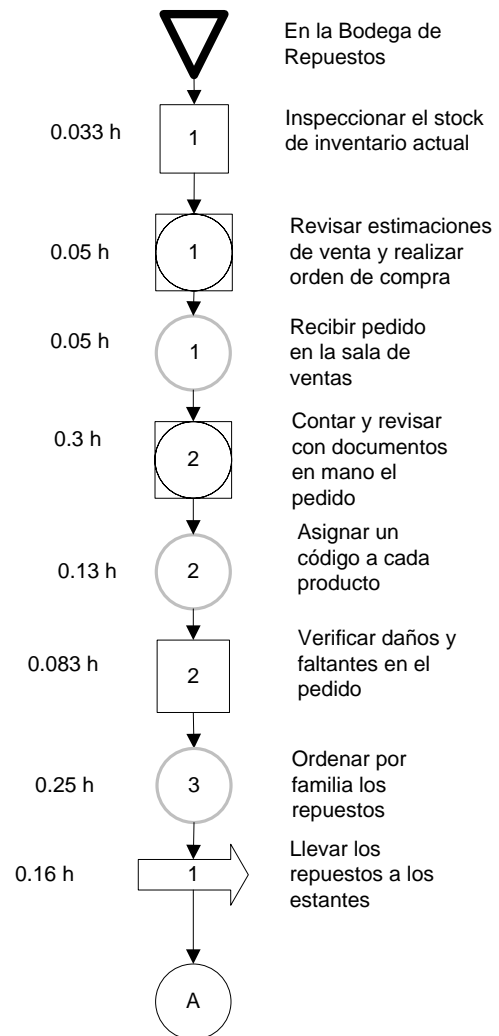
- Almacenaje: el objetivo principal es guardar, proteger y conservar los repuestos, con accesibilidad y facilidad de despacho, optimizando espacio y costos de almacenamiento. Dentro del almacenamiento de los repuestos se debe realizar las siguientes acciones:
 - Mantener los repuestos en ambientes libres de deterioros, pérdidas y accidentes.
 - Restringir solo a personal autorizado el acceso a los repuestos.
 - Mantener una constante comunicación con el departamento de compras y ventas sobre existencias y faltantes de repuestos, para garantizar el abastecimiento a clientes internos y externos.
 - Mantener un control sobre salidas y entradas de los repuestos.

- Selección, preparación de órdenes de venta y envío de cotizaciones: la preparación de órdenes de venta ayuda a la documentación de la empresa para saber que artículos se venden, el precio y la cantidad al que se les entrega a los clientes. Las acciones que se hacen son las siguientes:
 - Seleccionar los repuestos solicitados y se hace en papeleo la orden de venta.
 - Recolectar los artículos y se colocan en una caja de empaque.
 - Realizar un chequeo del producto, facturar y empacar.
 - Distribuir al punto donde se hizo la solicitud.
 - Para la cotizar se hace un requerimiento de cotización para enlistar los repuestos que se desea saber el precio, este requerimiento es pasado a la persona de compras y se hace la cotización junto con el ítem de cada repuesto y su costo actual con impuestos.

Es conveniente que dentro de la bodega exista una ventanilla de comunicación con el taller, esto con el fin de que el almacenista tenga contacto desde ahí con el distribuidor del producto para hacer su descargue de los repuestos y no utilizar la sala de ventas como receptora de pedidos internos, o bien los técnicos en refrigeración hagan la solicitud de los repuestos que necesitan en los mantenimientos, como clientes internos. Para esto es necesario tener una mesa para permitir hacer el respectivo chequeo y papeleo del producto, al igual que para el producto que va a salir de la bodega, hacer la preparación de los pedidos y revisión del producto antes de distribuirlo.

Figura 38. Diagrama de flujo de las operaciones de la bodega

		Diagrama de Operaciones para La bodega de repuestos	
Proceso	Operaciones en la bodega	Revisor	Erick Juarez
Área	Administración	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero 2013	Método	Actual
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	1/3

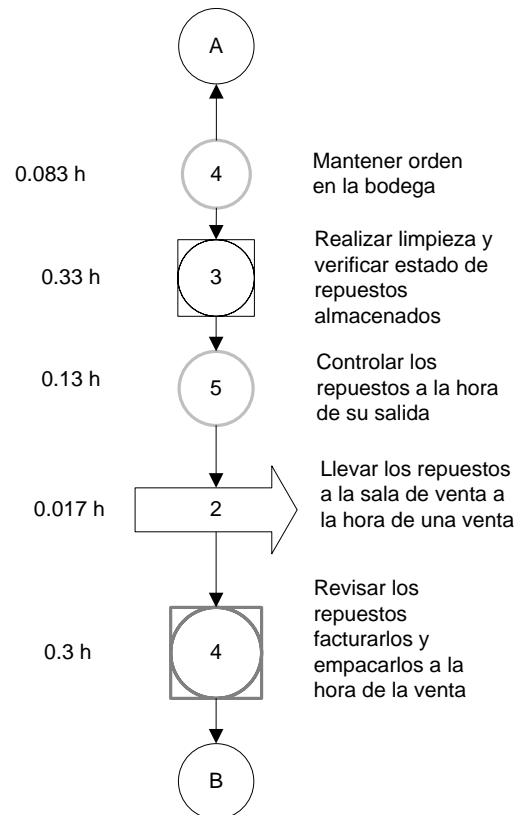


Continuación de la figura 38.



Diagrama de Operaciones para La bodega de repuestos

Proceso	Operaciones en la bodega	Revisor	Erick Juarez
Área	Administración	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero 2013	Método	Actual
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	2/3

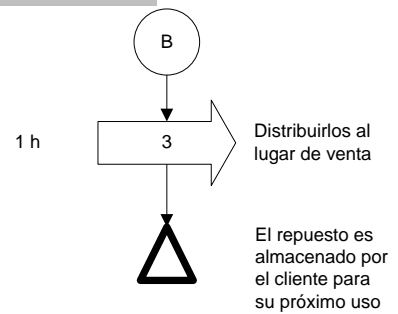


Continuación de la figura 38.



Diagrama de Operaciones para La bodega de repuestos

Proceso	Operaciones en la bodega	Revisor	Erick Juarez
Área	Administración	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero 2013	Método	Actual
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	3/3



Símbolo	Actividad	Cantidad	Distancias	Tiempo
	Entrada y Salida	2		-
	Operación	5		0,643 h
	Inspección	2		0,116 h
	Transporte	3	10 m recorridos	1,177 h
	Demora	0		0 h
	Inspección y Operación	4		0,98
				Total 2.856 h

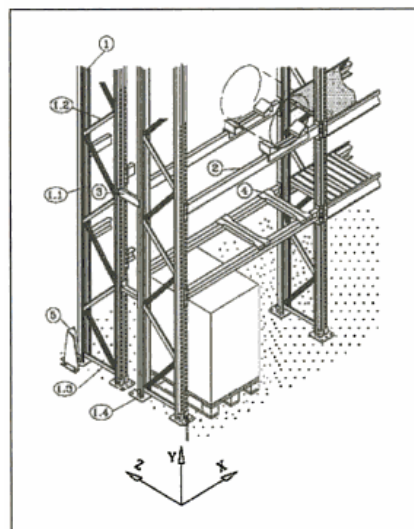
Fuente: elaboración propia.

3.1.1. Método de almacenaje

La usual forma como se almacenan los repuestos es en estanterías de estructura metálica. La ubicación de un repuesto se hace por medio de familias de productos se les asigna un número a estos y posteriormente su número de identificación de modelo (ítem). Este tipo de almacenamiento permite almacenar en repuestos a distintas alturas, siempre y cuando queden a la mano del almacenista.

Para estanterías el método más aconsejable es el de estantería selectiva, se es útil para almacenar, clasificar y ordenar a cualquier altura logrando un acceso directo al almacenista.

Figura 39. Elementos de estantería metálica en la bodega



- | | |
|------------------|-----------------|
| 1. Escala | 2. Larguero |
| 1.1.- Montante | 3. Distanciador |
| 1.2.- Diagonal | 4. Travesaño |
| 1.3.- Horizontal | 5. Protección |
| 1.4.- Placa Base | |

Componentes de una estantería

Fuente: PIZARRO GARRIDO, Nuria. Seguridad en el trabajo. p. 369.

3.1.1.1. Capacidad de bodega

La bodega de Thermo King de Guatemala, cuenta con un área de 5x10m y 2,5m de altura, a lo largo de esta se distribuyen 6 estanterías de 2m de alto por 1m de frente por 3m de fondo. Estas estanterías se encuentran atornilladas al suelo para una mayor estabilidad de la estructura en caso de algún temblor.

3.1.1.2. Instalaciones de la bodega

La bodega esta cimentada totalmente en concreto reforzado para las columnas que sostienen las cuatro paredes y estas a su vez están levantadas con block y cubiertas con color blanco hueso para crear una mayor reflexión. Las columnas que sostienen la estructura se encuentran a una distancia de dos metros cada una, las paredes de block son de 2,5m de altura y el techo está completamente fundido, el cual conforma el parte del piso de las oficinas que se encuentran en la planta alta. El piso de la bodega es del tipo concreto liso.

La iluminación se provee por medio de 2 lámparas de luz blanca con 2 candelas cada una, estas son de 120V y 75W, se encuentran instaladas de forma paralela a las estanterías. Para mejorar la iluminación de la bodega, es conveniente que las lámparas estén en una posición perpendicular a las estanterías y colocarlas con mayor separación, para que los últimos pasillos cuenten con iluminación también.

La ventilación se da por una abertura que existe que es la recepción entre la sala de ventas y la bodega, no existe mayor humedad dentro de las paredes, por lo que no es necesario hacer una ventilación. Dentro de los accesos que existen a la bodega es la puerta que comunica con el taller.

3.1.2. Despacho de repuestos

Los despachos cuentan con dos formas, una para despacho al cliente directo, es decir cliente externo y un despacho para el mecánico, como cliente interno para realizar orden de trabajo.

- Despacho al cliente (cliente externo)

El cliente pide el producto, se le despacha y este enfrente de él se revisa para que esté en buenas condiciones para luego empacarlo. Se factura el producto y se entrega al cliente; si el producto no hubiera en existencia se hace pedido nuevamente para entregarlo en aproximadamente 15 a 20 días. Todo este movimiento es necesario que se haga dentro de la sala de ventas.

- Despacho al mecánico (cliente interno)

El mecánico llega a la sala de ventas y pide la cantidad de repuestos que necesita, se hace el traslado en el sistema de cómputo, que sale de la bodega principal el producto para colocarlo al usuario del mecánico. Todo el cobro de repuestos se hace hasta que el servicio esté completado y la orden de trabajo este cerrada. Si algún repuesto no fue utilizado dentro del servicio, este nuevamente dentro del sistema de cómputo sale del usuario del mecánico que lo solicitó y se carga a la bodega principal. Todos los productos que son utilizados dentro del mantenimiento, se anotan en el formato de orden de trabajo, para una mayor referencia de lo que fue utilizado y hacer la respectiva facturación.

Es recomendable que para el despacho de repuestos e insumos para los mecánicos se haga desde el acceso de la puerta de la bodega que comunica al taller, o bien desde la ventanilla recomendada anteriormente, para ello es necesario hacer énfasis en la colocación de una mesa dentro de la bodega para hacer la preparación de los pedidos para los clientes internos, en este caso los mecánicos; con esto se evita que los mecánicos entren a la sala de ventas, manchando el piso de aceites y polvo del taller y ensucien el área de despacho para los clientes. Como primera impresión para un cliente es la limpieza y el orden que se debe de mantener, con esto la sala de ventas se mantendrá más presentable, logrando así más confianza de servicio hacia el cliente.

3.2. Reabastecimiento

El reabastecimiento que se realiza periódicamente, para ello se revisa el sistema de computo en el momento en que éste de el aviso sobre los repuestos que ya están en el *stock* mínimo y necesitan reabastecerse. Al momento de tenerse esto se enlista los repuestos y se crea una orden de compra, ya sea para comprar localmente o con los proveedores de Estados Unidos para la marca Thermo King.

Para la nueva metodología del reabastecimiento, que se recomienda como una ayuda para el cálculo de la cantidad optima de repuestos que se debe de hacer, llevar en un cuadro todas las ventas que se han hecho durante 3 años, para realizar las proyecciones, esto previamente realizando un análisis de la demanda que se ha tenido durante los 36 meses. El número de pedidos al año y cada cuanto deben de hacerse, es algo que se puede implementar para ahorrar los costos de ordenamiento de repuestos y tiempo entre pedidos. Todo esto hace que se mantengan existencias en la bodega, para dar un satisfactorio servicio al cliente, ya sea externo o interno.

Existen repuestos e insumos que pueden comprarse en Guatemala, esto ayuda a que exista un ahorro en costos de pedido, en cambio los repuestos marca Thermo King únicamente son vendidos en los Estados Unidos.

3.2.1. Proveedores

Los proveedores tienen dos divisiones los locales que son los que proveen algunos repuestos que se compran en Guatemala e insumos necesarios para los mantenimientos y los proveedores internacionales que únicamente existe uno ubicado en Estados Unidos con la marca Thermo King, el poder comprar la mayoría de cosas localmente ayuda a que los costos se minimicen.

3.2.2. Tiempos de entrega

El tiempo de entrega varía según las existencias que tenga el proveedor, los tiempos de despacho en la fábrica Thermoking en Estados Unidos, trabajan sus entregas basados en la programación de órdenes de producción Justo a Tiempo (*Just in Time*).

3.2.3. Generación de una orden

Se toman datos de existencia de repuestos que hay dentro de la bodega, para los repuestos que marquen alerta en el sistema, se realiza un pedido en el que se incluye la cantidad a pedir, moneda en que se hace el pago, si esta es en dólares, se utiliza la tasa de cambio al día del pedido; el proveedor y lo más esencial el código del producto con el que se identifica el repuesto para saber a cuál se están refiriendo. El cálculo sobre la cantidad determinada a pedir se maneja con tendencias sobre las ventas que se han tenido durante los últimos 2 años.

Es recomendable que para el reabastecimiento y generar una orden de compra se utilice como un apoyo las proyecciones de ventas a futuro, con una base de datos historia de tres años atrás antes de realizar el pedido. El dato resultante de las proyecciones debe hacerse una breve comparación con el método de tendencias que se usa actualmente, para dar en la mayor exactitud la cantidad requerida óptima que se debe mandar a pedir.

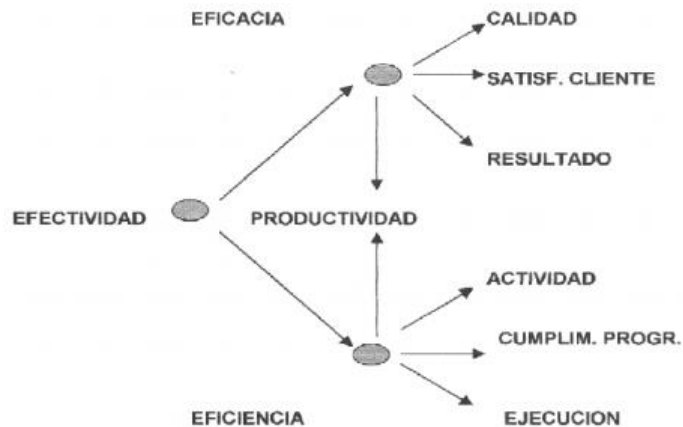
3.3. Índices de control de inventarios

Estos índices son una propuesta para mejorar lo que no se puede medir, controlar y no se puede gestionar. Debido a que en una empresa los objetivos deben ser expresiones medibles, los indicadores cuantifican dichos objetivos y tareas para la concreción.

Los índices de control de inventarios deben contar con las siguientes características:

- Pueden medir los cambios que se pueden hacer a través del tiempo.
- Miden lo factible que puede ser una iniciativa o acción correctiva.
- Sirven para evaluar y dar un surgimiento a nuevos desarrollos con nuevas iniciativas.
- Ayudan a determinar cómo alcanzar un mayor alcance en proyectos para desarrollarse.

Figura 40. **Mapa de factores clave de éxito en una gestión logística**



Fuente: Ing. GARCÍA MORA, Luis Aníbal. Indicadores de gestión logística. p. 28.

Dentro de las funciones que se pueden mejorar o bien implementar con el uso de índices de control en *stock* de la bodega, están los siguientes:

- Mejorar las operaciones de la bodega, apoyando y facilitando los procesos de toma de decisiones entre bodega y el departamento de compras y ventas.
- Mantener un control de evolución de los procesos principales, como distribución, pedidos, compras, etc. para mantener las ventas dentro del margen aceptable.
- Servir de base para la adopción de normas y patrones efectivos y útiles para la empresa.
- Ser base para la comprensión de la evolución, situación actual y futura de la empresa.
- Mantener un abastecimiento instantáneo, reduciendo la cantidad de faltantes.

Los objetivos principales que debe cumplir un indicador logístico aplicado a la bodega de repuestos y a la empresa en general están los siguientes:

- Identificar y tomar acciones sobre problemas de operaciones de la bodega.
- Medir el grado de competitividad de la empresa frente a sus competidores nacionales.
- Satisfacer expectativas del cliente mediante la reducción de tiempos de entrega y optimización de los servicios de mantenimiento.
- Mejorar el uso de los recursos, aumentando la productividad y efectividad de las actividades hacia el cliente.
- Reducir gastos y aumentar eficiencia operativa.

3.3.1. Índices de calidad

Para mejorar la evaluación y mejora continua de la gestión de compras y abastecimientos, se hace la propuesta de utilizar los indicadores de compra y abastecimiento, como un factor importante para que tenga éxito la cadena de suministros, donde se van a controlar también los procesos de compras y alianzas estratégicas hechas con proveedores.

- Calidad de pedidos generados

Tiene como objetivo principal describir y controlar las características para el cálculo, manejo y control de la calidad de los pedidos que se generan en el área de compras. Para este indicador, se necesita el listado de pedidos generados y los pedidos generados con problemas. Se debe calcular cada mes y presentarse los primeros cinco días del mes al área administrativa.

$$\text{Valor del Índice} = \frac{\text{Pedidos Generados sin problemas}}{\text{Total de Pedidos generados}} * 100$$

Por ejemplo:

$$\text{Valor del Índice} = \frac{72}{75} * 100 = 96\%$$

En un mes, del total de pedidos que se generaron, se cumplió sin problemas con el 96% de ellos.

- Volumen de compra

Es el índice responsable del control de la evolución del volumen de compra en relación con el volumen de venta. La periodicidad de cálculo es también cada mes y debe presentarse el informe a administración los primeros días de cada mes. Se necesita conocer el valor de las compras y el valor generado por las ventas durante el período estudiado.

$$\text{Valor del Índice} = \frac{\text{Valor de la Compra}}{\text{Total de las Ventas}}$$

Por ejemplo:

$$\text{Valor del Índice} = \frac{Q95\ 000,00}{Q102\ 000,00} * 100 = 93,13\%$$

En un mes, del total de compras que se hicieron, se cumplió que el 93,13% se vendió.

- Entregas perfectamente recibidas

Este índice debe controlar la calidad de los repuestos y materiales recibidos, al mismo tiempo cumplir con la puntualidad de las entregas de los proveedores. Para su cálculo, se necesita información sobre los pedidos que fueron rechazados a los proveedores en el período y el total de órdenes de compra que se hicieron.

$$\text{Valor del Índice} = \frac{\text{Pedidos Rechazados}}{\text{Total de ordenes de compra hechas}} * 100$$

Por ejemplo:

$$\text{Valor del Índice} = \frac{3}{85} * 100 = 3,53\%$$

En un mes, del total de compras que se hicieron, el 3,53% de los productos no cumplió con los estándares.

El reabastecimiento óptimo de repuestos depende en función de los niveles de servicio y costos asociados a la operación y logística. Para ello los el flujo de los productos a lo largo de la cadena de suministros son importantes para la gestión logística, es por ello que existen los indicadores de producción e inventarios.

- Rotación

La rotación del inventario de un producto es el índice que más se utiliza para el control de gestión de inventarios, dentro de las empresas dedicadas a la venta. Su significado hace referencia a cuantas veces ha rotado el inventario ya sea por producto durante un año. La calidad del inventario se puede medir por la rotación anual total y por cada producto. Existen dos formas de calcular la rotación del inventario:

Cálculo actual

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Costo de venta total}}{\text{Promedio de Inventario}}$$

Por ejemplo:

$$\text{Rotación} = \frac{Q250\ 000,00}{Q35\ 000,00} = 7 \text{ veces}$$

En un año, el producto pasó 7 veces por la bodega.

Cálculo propuesto

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Inventario Inicial} + \text{Compras} - \text{Inventario Final}}{\text{Promedio de inventario}}$$

Por ejemplo:

$$\text{Rotación} = \frac{Q10\ 000,00 + Q280\ 000,00 - Q5\ 000,00}{Q35\ 000,00} = 8 \text{ veces}$$

En un año, el producto pasó 8 veces por la bodega, es decir la rotación aumenta.

- Duración del inventario

Tiene como objetivo primordial controlar los días de inventario disponible de los repuestos almacenados en la bodega. Para realizar el cálculo se necesita el valor total de las ventas y del inventario por mes.

$$\text{Valor del índice} = \frac{\text{Inventario Final}}{\text{Ventas Promedio}} * 30 \text{ días}$$

Por ejemplo:

$$\text{Valor del índice} = \frac{Q8\ 000,00}{Q22\ 000,00} * 30 = 10,90 \text{ días}$$

En un mes, el producto pasó 11 días en la bodega.

- Vejez del inventario

Controlar la cantidad de mercancía con mucho tiempo dentro del inventario, no disponibles, en mal estado y otros es importante para realizar un aumento en la rotación de los productos, o bien mejorar el mantenimiento que se debe realizar dentro de la bodega. Para el cálculo de este índice se necesita el informe de unidades dañadas, obsoletas, vencidas y un listado de las existencias en la bodega.

$$\text{Valor del índice} = \frac{\text{Unidades dañadas} + \text{obsoletas} + \text{vencidas}}{\text{Unidades disponibles en el inventario}}$$

Por ejemplo:

$$\text{Valor del índice} = \frac{5 + 3 + 0}{35} * 100 = 22,85\%$$

Es decir el 22,85% es inventario viejo.

- Valor económico del inventario

Este índice sirve para controlar el porcentaje del costo del inventario físico con que se cuenta en la bodega, dentro del costo de venta de la mercadería. Este puede calcularse cada mes y se necesita el valor del último inventario físico y el costo de las ventas realizadas durante el período.

$$\text{Valor del índice} = \frac{\text{Valor del inventario físico}}{\text{Costo de venta del mes}}$$

Por ejemplo:

$$\text{Valor del índice} = \frac{Q30\ 000,00}{Q85\ 000,00} * 100 = 35,29\%$$

La relación del inventario físico respecto del costo de venta es 35,29%.

Existen indicadores de almacenamiento que están alineados con la gestión de aprovisionamiento y distribución, por lo que en un centro de distribución o en este caso una bodega de repuestos e insumos es determinante el impacto de los costos de operación sobre la operación logística.

- Nivel de cumplimiento de despachos

La medición de la eficacia de los despachos que se efectúan en la bodega es algo importante, esta puede ser medida mensualmente y la información necesaria para el cálculo es el informe de despachos efectuados durante un periodo.

$$\text{Valor del índice} = \frac{\text{Número de despachos cumplidos a tiempo}}{\text{Número total de despachos requeridos}} * 100$$

Por ejemplo:

$$\text{Valor del índice} = \frac{18}{20} * 100 = 90\%$$

En un mes, el 90% de los pedidos se entregaron a tiempo.

Dentro de los indicadores de servicio al cliente se puede mencionar los siguientes:

- Entregas perfectas

La función principal es conocer la eficiencia de los despachos que se efectúan por la empresa, tomando en cuenta las características de que estén completos, lleguen a tiempo, con la documentación requerida y sin daños.

$$\text{Valor del índice} = \frac{\text{Pedidos entregados perfectamente}}{\text{Total de Pedidos entregados}} * 100$$

Por ejemplo:

$$\text{Valor del índice} = \frac{19}{20} * 100 = 95\%$$

En un mes, el 95% de los pedidos son entregados perfectamente.

- Entregas a tiempo

Tiene como objetivo controlar el cumplimiento de la puntualidad de las entregas de los pedidos. Para ello se necesita un informe sobre las características de los pedidos que fueron entregados impuntualmente y los entregados totalmente.

$$\text{Valor del índice} = \frac{\text{Pedidos entregados a tiempo}}{\text{Total de Pedidos entregados}} * 100$$

Por ejemplo:

$$\text{Valor del índice} = \frac{13}{15} * 100 = 86,67\%$$

En un mes el 86,67% de los pedidos son entregados a tiempo.

- Entregas completos

Este indicador controla la cantidad de pedidos que son entregados de forma completa, es decir que no hay ningún faltante en el número de repuestos solicitados por el cliente. Puede calcularse mensualmente y pasar un informe los primeros días del mes a la administración.

$$\text{Valor del índice} = \frac{\text{Pedidos entregados completos}}{\text{Total de Pedidos entregados}} * 100$$

Por ejemplo:

$$\text{Valor del índice} = \frac{47}{50} * 100 = 94\%$$

En un mes, el 94% de los pedidos con entregados de forma completa, es decir no existe faltante.

3.3.2. Parámetros de medición

Para la selección de las estrategias correctas en el almacenamiento y distribución de los repuestos, se requiere de la realización de ciertos parámetros, que son a la vez enfoques innovadores que ayudarán a tomar la mejor decisión y lograr tener una ventaja competitiva en cuanto al servicio al cliente.

3.3.2.1. Pareto 80/20

El análisis de Pareto es el método gráfico que ayuda a definir los problemas más importantes de una determinada situación. Su objetivo principal es desarrollar énfasis para comprender cuales son las pocas cosas más importantes y centrarse exclusivamente en ellas.

Los pasos para preparar un Diagrama de Pareto son:

- Decidir cómo clasificar los datos
- Elegir el período de observación del fenómeno
- Obtener datos y ordenarlos

- Preparar los ejes cartesianos donde se hará la gráfica
- Diseñar el diagrama
- Construir la línea acumulada
- Añadir informaciones básicas

Ejemplo de un Diagrama de Pareto 80/20

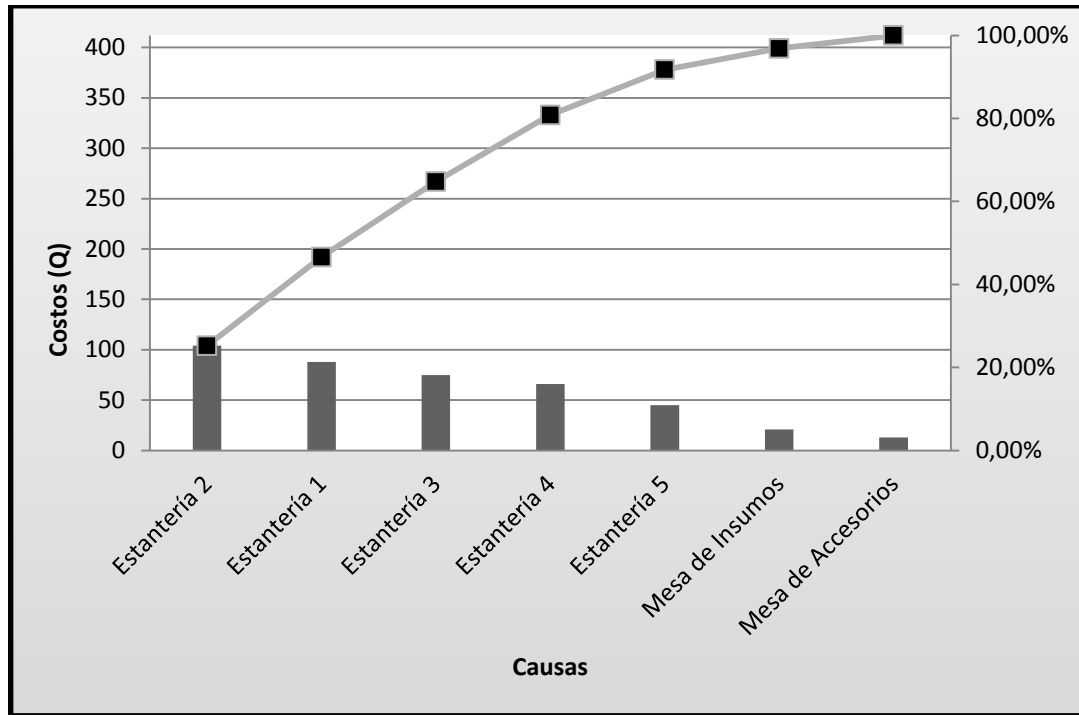
En la bodega de repuestos de Thermo King de Guatemala, se registra elevados costos de almacén y distribución por diversos problemas como repuestos obsoletos, sin rotación y vencidos, mala ubicación de los mismos y falta de orden y limpieza. Es necesario resolver el problema analizando las cantidades en costos para conocer en donde se encuentra el mayor problema.

Tabla LXIX. **Datos sobre los costos de almacén por estantería**

Sección	Costo (Q)	% de Costo	% de Costo Acumulado
Estantería 2	104	25,24%	25,24%
Estantería 1	88	21,36%	46,60%
Estantería 3	75	18,20%	64,81%
Estantería 4	66	16,02%	80,83%
Estantería 5	45	10,92%	91,75%
Mesa de Insumos	21	5,10%	96,84%
Mesa de Accesorios	13	3,16%	100,00%
	Total 412	100,00%	

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. Ejemplo de un Diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia.

El 20% que causa el alto costo del almacenaje dentro de la bodega de repuestos está en la estantería 1, estantería 2 y en la estantería 3, por lo que se necesita tener mayor control en estas áreas.

3.3.2.2. Última venta

La última venta ayudará a indicar la calidad del repuesto, según los días que registra la última venta, para el cálculo de este parámetro se hace un conteo de los días que existe entre la fecha registrada de la última venta y el día de la medición del parámetro.

Este análisis de la última venta puede proporcionar un dato muy importante como lo son los repuestos no vendidos, que son los que no generan ningún tipo de ganancia.

$$\text{Última venta} = \text{fecha de medición del parámetro} - \text{fecha de última venta}$$

Por ejemplo:

$$\text{Últimaventa} = \text{Día 30} - \text{Día 28} = 3 \text{ días}$$

$$\text{Últimaventa} = \text{Día 31} - \text{Día 16} = 15 \text{ días}$$

En un mes, a menos días se calcule, es porque registro una venta reciente, es decir hubo movimiento y ganancia en ese repuesto, que aquel que se vendió hace 15 días antes de la medición, o sea que no tuvo mucha rotación.

3.3.2.3. Clasificación ABC

Este tipo de análisis tiene como fin aumentar la eficiencia en las políticas adaptadas porque se permite concentrar recursos en áreas donde se produce mayor efecto deseado. Este análisis está basado en el Diagrama de Pareto, ya que se basa en clasificar los artículos del inventario según su importancia relativa.

Todas las referencias de repuestos se deben jerarquizar, dependiendo de la distribución total de sus ventas totales durante cierto período. Esto refiere a que un porcentaje pequeño del inventario es el responsable de producir un gran porcentaje de la venta y de la rotación. A estos repuestos se les puede clasificar en la categoría "A", dado que contribuyen bastante a la empresa se denominan importantes en términos de control.

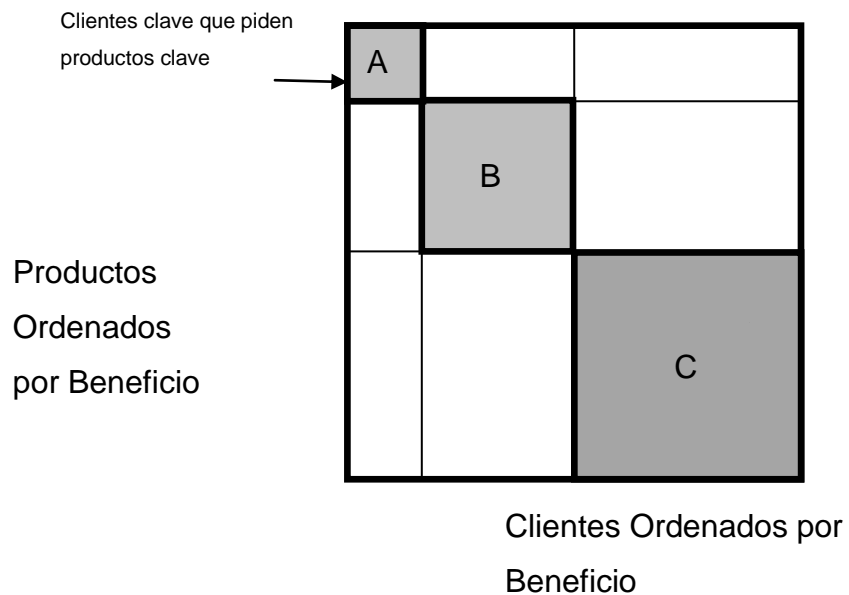
Los de la categoría “B” significan una buena cantidad de repuestos que no son parte del gran valor de la ganancia, pero generan parte y ayudan a dar un buen servicio.

Con los de la clase “C” son los que se necesita tener control ya que representan la obsolescencia del inventario.

El periodo que se recomienda utilizar para hacer la referencia del historial de ventas es un año, con esto la clasificación se hace de la siguiente manera:

- Categoría “A”: 10% de los repuestos, representan el 65% de las ganancias
- Categoría “B”: 20% de los repuestos, representan el 25% de las ganancias
- Categoría “C”: 70% de los repuestos, representan el 10% de las ganancias

Figura 42. **Análisis ABC de los repuestos y clientes**



Fuente: elaboración propia.

Es de vital importancia definir en base a que indicador se va a realizar el análisis ABC. Este tipo de análisis es la base fundamental para el control total del inventario.

En las intersecciones se puede tener las siguientes notaciones:

- A-A: productos que se deben proteger
- A-B y B-A: productos por mejorar
- B-B: productos para mantenerse
- C-C: productos para revisarse

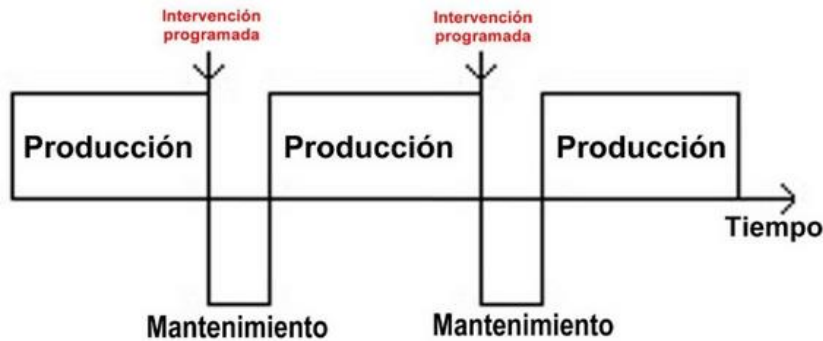
3.4. Análisis de mantenimientos preventivos

El mantenimiento es una función principal que se encarga del estado de las unidades de refrigeración. Es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema, en un estado que brinde un funcionamiento óptimo al menor costo. Para poder llevar a cabo un mantenimiento de la mejor manera es necesario que se especifiquen normas o técnicas y seguir con su recepción, instalación y puesta en marcha; todo esto en conjunto con el personal técnicos en refrigeración del taller, deben ayudar a establecer y documentar el estado.

Los objetivos de un mantenimiento son los siguientes:

- Aumentar disponibilidad de equipos hasta el nivel preciso.
- Reducir los costes al mínimo compatible con el nivel de disponibilidad necesario.
- Mejorar la fiabilidad de las unidades de refrigeración
- Asistencia para la planificación de los mantenimientos de las nuevas unidades.
- Reducir el deterioro de los componentes de las unidades.

Figura 43. **Representación gráfica de un mantenimiento preventivo programado**



Fuente: CARRILLO GORDILLO, Pedro Daniel. Gestión integral del mantenimiento mediante la aplicación de software de control. p. 18.

Dentro de las operaciones en el taller se hace referencia a los mantenimientos preventivos que se les realiza a las unidades de refrigeración. El mantenimiento preventivo es el que se realiza a intervalos predeterminados, esto se hace para reducir el número de averías. Consiste en realizar operaciones, como limpieza, cambios, verificaciones y reparaciones pequeñas, mayormente con respecto a las horas de funcionamiento, se pueden tomar otros criterios como frecuencia de tiempo, cuando la presión disminuya, etc.

Dentro de las ventajas que maneja el mantenimiento preventivo son las siguientes:

- Importante reducción de paradas imprevistas en equipos.
- Solo es adecuado cuando, por naturaleza del equipo, existe cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida.

Existen inconvenientes que pueden ocasionar cierta depreciación en el equipo, como la de no aprovechar la vida útil completa del equipo, esto ayuda a que aumente el gasto y disminuya la disponibilidad si no se elige convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas.

3.4.1. Pasos de los mantenimientos

Los mantenimientos dentro del taller de Thermo King de Guatemala se dividen de la siguiente manera:

3.4.1.1. Mantenimiento mayor

Dentro de los repuestos e insumos que se utilizan en el mantenimiento mayor de 1,500 horas son los siguientes:

- 1 filtro de combustible EMI2000
- 1 filtro de BY-PASS de aceite EMI2000
- 1 filtro de aire
- 1 filtro de aceite motor
- 1 bola de wiper
- 1 esponja verde
- 10 litros de aceite SAE 15W40
- 2 litros de desengrasante para motor
- 1 litro de desengrasante limpiador para aluminio

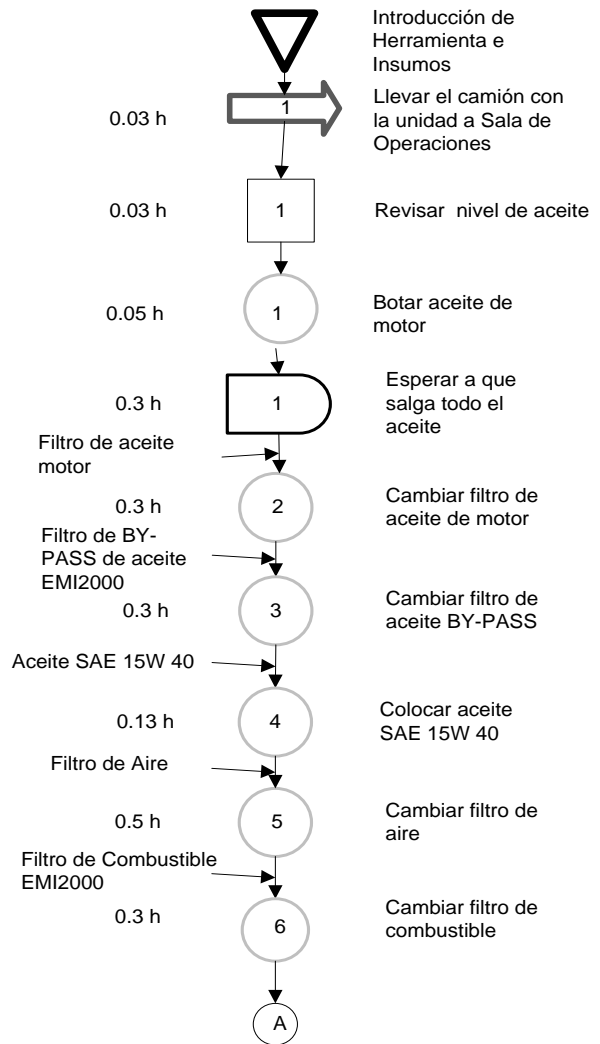
Tabla LXX. **Pasos actuales del mantenimiento mayor**

Orden	Descripción de la Operación	Horas
1	Llevar camión a Sala de Operaciones	0,03
2	Revisar el nivel de aceite	0,03
3	Botar aceite de motor	0,05
4	Esperar a que salga todo el aceite	0,3
5	Cambiar filtro de aceite	0,3
6	Cambiar filtro de aceite BY-PASS	0,3
7	Colocar aceite SAE 15W40	0,13
8	Cambiar filtro de aire	0,5
9	Cambiar filtro de combustible	0,3
10	Tensar fajas	0,7
11	Revisar polea tensora	0,017
12	Revisar y limpiar terminales de batería	0,3
13	Revisar alarmas	0,017
14	Revisar arneses	0,017
15	Limpiar cedazo de bomba de combustible	0,3
16	Instalar manómetros	0,05
17	Revisar nivel de refrigerante	0,017
18	Revisar presión de descarga y succión	0,017
19	Inspeccionar unidad y fugas en las mangueras	0,4
20	Escuchar ruidos y vibraciones inusuales	0,017
21	Revisar embrague, fricciones, bujes y cojinetes	0,4
22	Limpieza de serpentín del evaporador	0,5
23	Limpieza del serpentín del condensador	0,5
24	Quitar manómetros	0,017
25	Ajuste de control cabina	0,2
26	Inspección de pernos, soportes y estructuras de montaje	0,017
27	Llevar el camión al parqueo	0,03
Total		5,456

Fuente: Thermo King de Guatemala.

Figura 44. Diagrama de operaciones del mantenimiento mayor actual

		Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos	
Proceso	Mantenimiento de 1500 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Noviembre 2012	Método	Actual
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	1/4

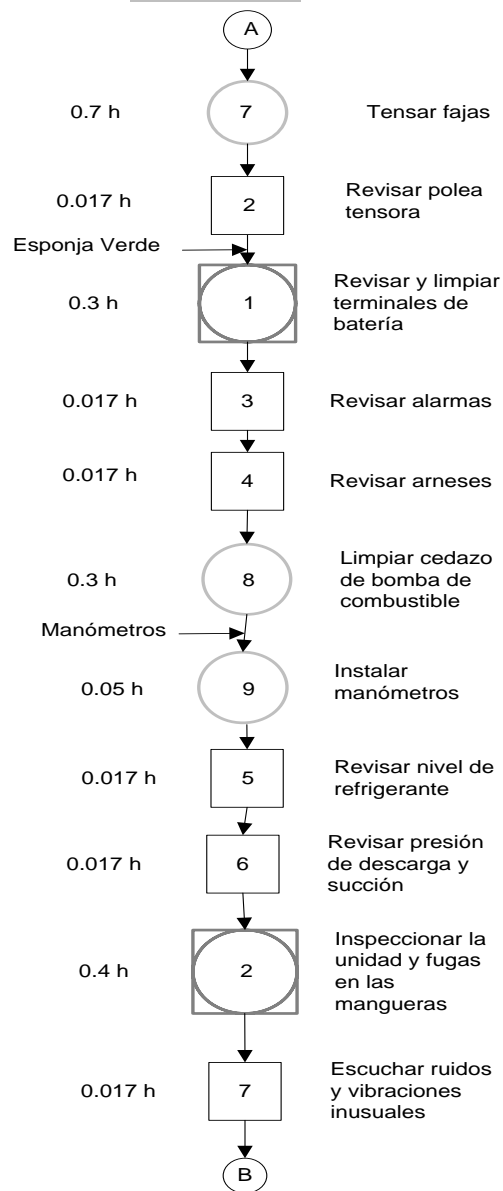


Continuación de la figura 44.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 1 500 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Noviembre 2012	Método	Actual
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	2/4



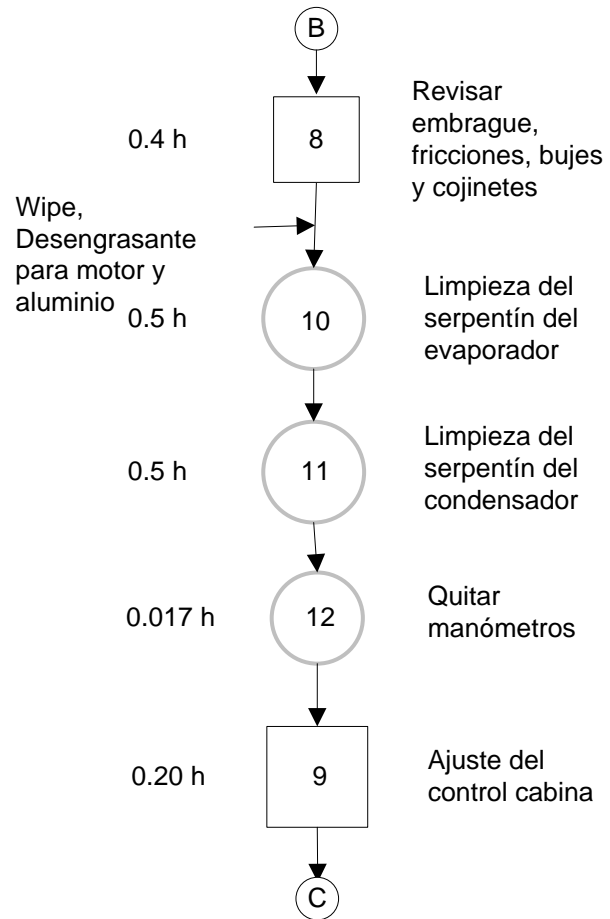
Continuación de la figura 44.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 1 500 horas
Modelo	Unidades Independientes
Fecha de Realización	Noviembre 2012
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa

Revisor	Ricardo Romero
Aprobado	Alejandro González
Método	Actual
Página	3/4

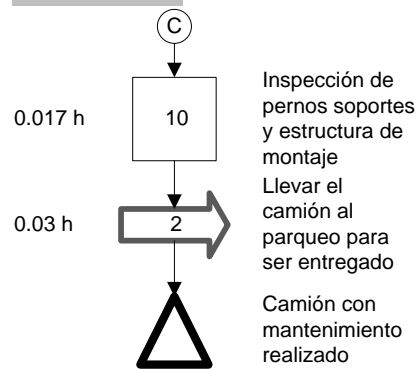


Continuación de la figura 44.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 1 500 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Noviembre 2012	Método	Actual
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	4/4



Símbolo	Actividad	Cantidad	Distancias	Tiempo
	Entrada y Salida	2		-
	Operación	12		3,647 h
	Inspección	10		0,749 h
	Transporte	2	10 m recorridos	0,06 h
	Demora	1		0,3 h
	Inspección y Operación	2		0,7
				Total 5,456 h

Fuente: elaboración propia.

3.4.1.2. Mantenimiento mediano

Dentro de los repuestos e insumos que se utilizan en el mantenimiento mediano de 750 horas son los siguientes:

- 1 filtro de aceite motor
- 1 bola de wiper
- 1 esponja verde
- 10 litros de aceite SAE 15W40
- 2 litros de desengrasante para motor
- 1 litro de desengrasante limpiador para aluminio

Tabla LXXI. **Pasos actuales del mantenimiento mediano**

Orden	Descripción de la Operación	Horas
1	Llevar camión a Sala de Operaciones	0,03
2	Revisar el nivel de aceite	0,03
3	Botar aceite de motor	0,05
4	Esperar a que salga todo el aceite	0,3
5	Cambiar filtro de aceite	0,3
6	Colocar aceite SAE 15W40	0,13
7	Tensar fajas	0,7
8	Revisar polea tensora	0,017
9	Revisar y limpiar terminales de batería	0,3
10	Revisar alarmas	0,017
11	Instalar manómetros	0,05
12	Revisar nivel de refrigerante	0,017
13	Inspeccionar unidad y fugas en las mangueras	0,4
14	Escuchar ruidos y vibraciones inusuales	0,017
15	Revisar embrague, fricciones, bujes y cojinetes	0,4
16	Limpieza de serpentín del evaporador	0,5
17	Limpieza del serpentín del condensador	0,5
18	Quitar manómetros	0,017
19	Ajuste de control cabina	0,2
20	Inspección de pernos, soportes y estructuras de montaje	0,017
21	Llevar el camión al parqueo	0,03
	Total	4,022

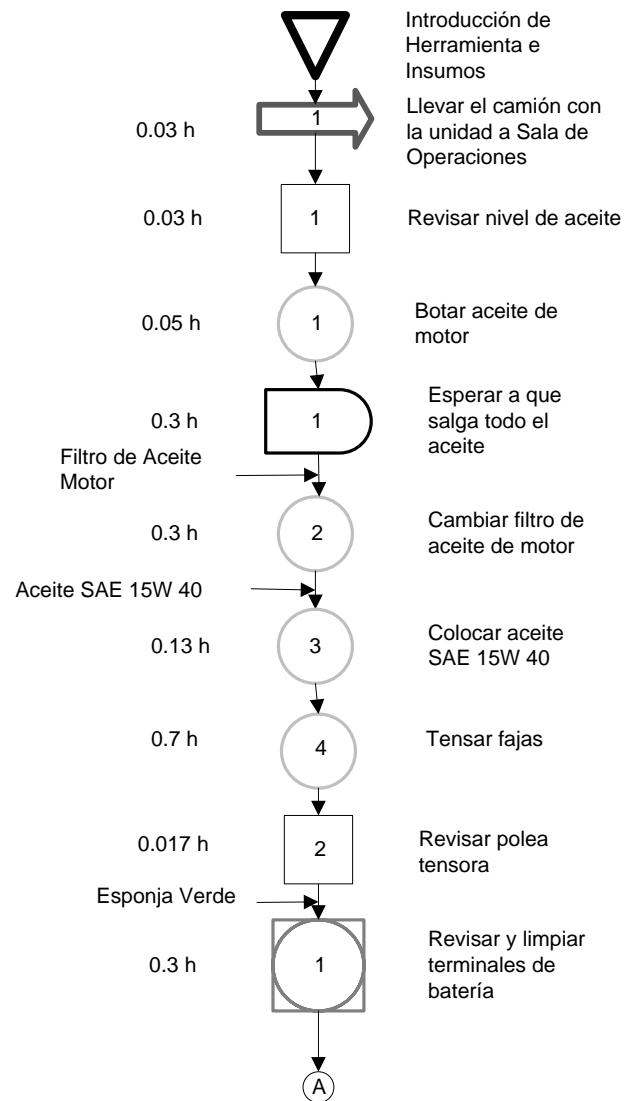
Fuente: Thermo King de Guatemala.

Figura 45. Diagrama de operaciones del mantenimiento mediano actual



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 750 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Noviembre de 2012	Método	Actual
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	1/3

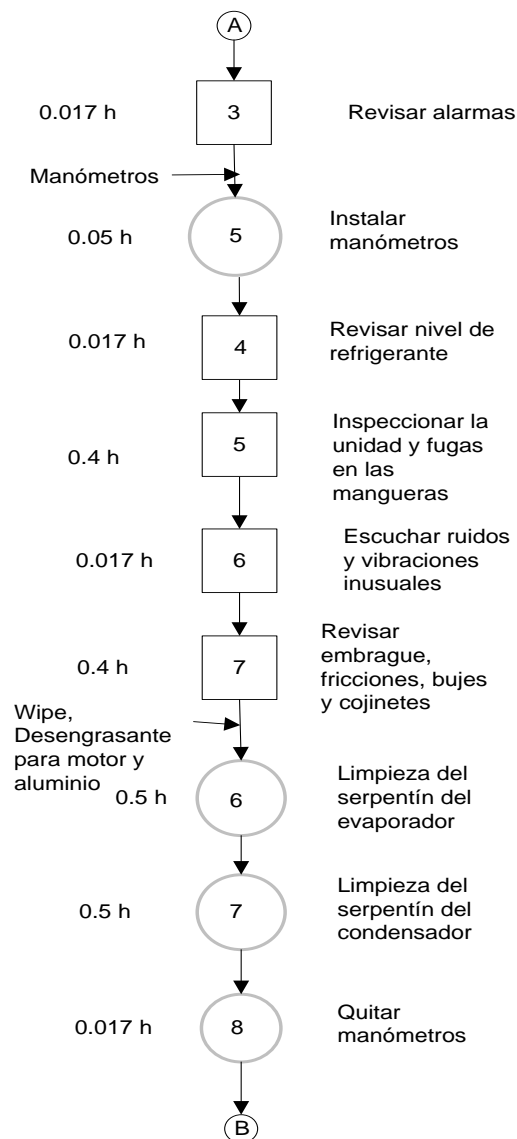


Continuación de la figura 45.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 750 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Noviembre de 2012	Método	Actual
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	2/3

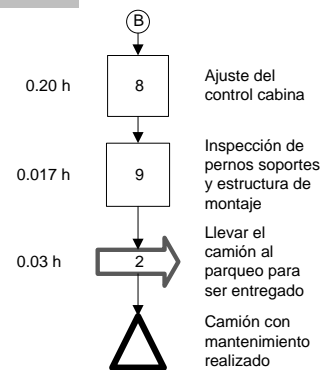


Continuación de la figura 45.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 750 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Noviembre de 2012	Método	Actual
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	3/3



Símbolo	Actividad	Cantidad	Distancias	Tiempo
	Entrada y Salida	2		-
	Operación	8		2,247 h
	Inspección	9		1,115 h
	Transporte	2	10 m recorridos	0,06 h
	Demora	1		0,3 h
	Inspección y Operación	1		0,3 h
				Total 4,022 h

Fuente: elaboración propia.

3.4.1.3. Mantenimiento menor

Dentro de los repuestos e insumos que se utilizan en el mantenimiento menor de 3 meses son los siguientes:

- 1 bola de wipe
- 1 esponja verde
- 2 litros de desengrasante para motor
- 1 litro de desengrasante limpiador para aluminio

Tabla LXXII. **Pasos actuales del mantenimiento menor**

Orden	Descripción de la Operación	Horas
1	Llevar camión a sala de operaciones	0,03
2	Tensar Fajas	0,5
3	Chequear polea tensora	0,017
4	Revisar y limpiar terminales de batería	0,3
5	Instalar manómetros	0,05
6	Revisar el nivel del refrigerante	0,017
7	Inspeccionar unidad y fugas en las mangueras	0,4
8	Limpieza de Tubos del desagüe del descongelador	0,5
9	Limpieza del serpentín del evaporador	0,9
10	Limpieza del serpentín del condensador	0,9
11	Quitar manómetros	0,017
12	Ajuste de control cabina	0,2
13	Inspección de pernos, soportes y estructuras de montaje	0,017
14	Llevar camión al parqueo	0,03
	Total	3,878

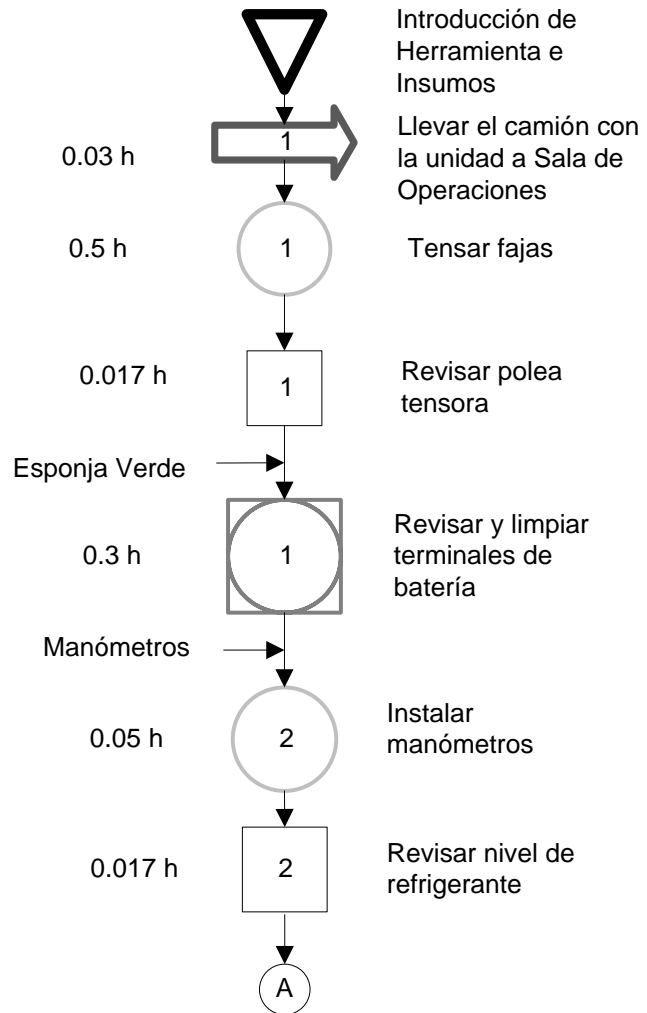
Fuente: Thermo King de Guatemala.

Figura 46. Diagrama de operaciones del mantenimiento menor actual



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 3 meses	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Diciembre de 2012	Método	Actual
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	1/3

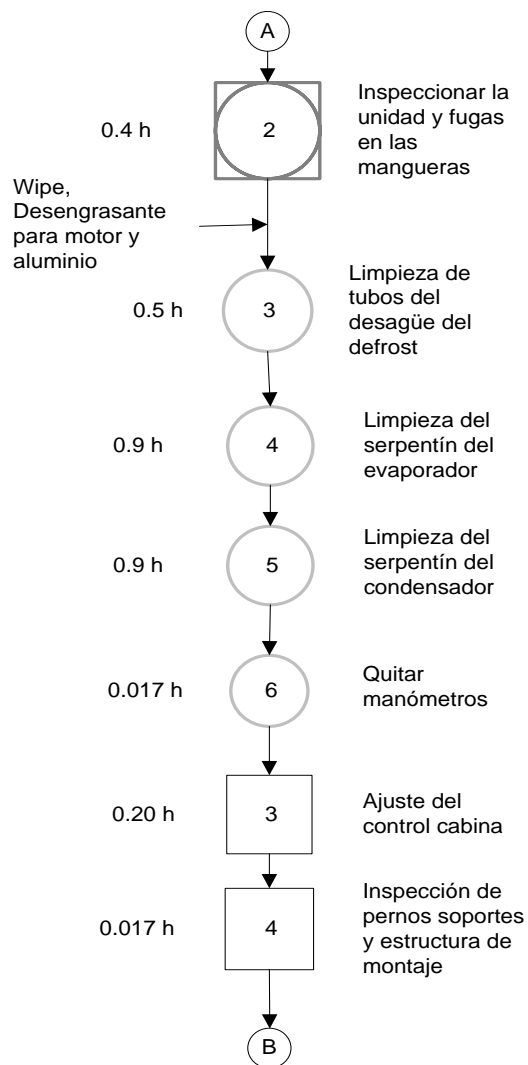


Continuación de la figura 46.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 3 meses	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Diciembre de 2012	Método	Actual
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	2/3

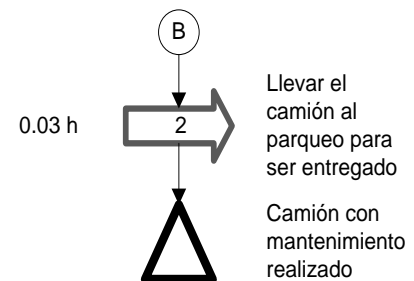


Continuación de la figura 46.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 3 meses	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Diciembre de 2012	Método	Actual
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	3/3



Símbolo	Actividad	Cantidad	Distancias	Tiempo
	Entrada y Salida	2		-
	Operación	6		2.867 h
	Inspección	4		0.251 h
	Transporte	2	10 m recorridos	0.06 h
	Inspección y Operación	2		0.7
				Total 3.878 h

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Formulario de componentes

Es necesario que se tenga esta guía, para un fácil lineamiento sobre los componentes que posee cada unidad. Se habla también de modelos, ya que conforme avanza la tecnología en los sistemas de refrigeración, vienen con mejores funciones y para una guía más fácil el número de modelo cambia.

En la siguiente tabla se encuentran las características técnicas de las unidades serie V.

Tabla LXXIII. **Ficha técnica serie V**

Ficha de características técnicas SERIE V	
Modelos de Unidad	Serie V-100, V-200 y V-300
Marca	Thermo King®
Funcionamiento	Variable-Dependiente
Compresor	6 cilindros. 82cm^3 , 131cm^3 y $146,7\text{cm}^3$ respectivamente
Sistema de Lubricación	Sistema Jet Lube™
Sistema de Enfriamiento	Sistema Jet Cool™
Condensador	Pequeño (sin electricidad), Grande (con electricidad)
Evaporador	Ultraplano ES 100, ES 200 y ES 300 (no funciona a bitemperatura)
Refrigerante	HFC R134a con cero contenido de cloro
Tipo de camión	Furgonetas hasta de 29m^3
Control cabina	Si. Direct Smart Reefer

Fuente: Folleto Thermo King unidades serie V.

La siguiente tabla muestra las especificaciones técnicas de las unidades serie T.

Tabla LXXIV. **Ficha técnica serie T**

Ficha de características técnicas SERIE T	
Modelos de Unidad	Serie T-600, T-800, T-1000, T-600R, T-800R y T-1000R
Marca	Thermo King®
Funcionamiento	Independiente
Compresor	T-600 y T-800: MOD. TK 04 4 <i>pulg</i> ³ T-1000: MOD. TK 06 5,98 <i>pulg</i> ³ T-600R y T-800R: MOD. TK X214 13.9 <i>pulg</i> ³ T-1000R: MOD. TK X426 26 <i>pulg</i> ³
Motor	3 cilindros T-600 y T-800: MOD. TK 370 15HP T-1000 y T1000R: MOD. TK 376 19.6HP T-600R y T-800R: MOD. TK 370 12HP
Sistema de Enfriamiento M	Enfriado por líquido
Refrigerante	HFC R404a con Potencial de Agotamiento del Ozono
Tipo de camión	Furgonetas de 14 a 29 pies de largo
Control cabina	Smart Reefer (T-600R, 800R, 1000R) TSR-2 (T-600, 800, 1000)

Fuente: Folleto Thermo King unidades serie T.

En la siguiente tabla se especifica las características técnicas de las unidades serie SB.

Tabla LXXV. **Ficha técnica serie SB**

Ficha de características técnicas SERIE SB	
Modelos de Unidad	Serie SB-110+, SB-210+, SB-310+, SB-200TG, SB-400 y Spectrum SB
Marca	Thermo King®
Funcionamiento	Independiente
Compresor	SB-110+: MOD. X426L 26pulg ³ SB-210+, SB310+, SB-200GT y Spectrum SB: X430L 30pulg ³ SB-400: S391 23,8pulg ³
Motor	4 cilindros SB-110+ y SB-400: MOD. TK486 34HP SB-210+, SB310+, SB-200GT Y Spectrum SB: TK486V 34HP
Sistema de Enfriamiento M	Enfriado por líquido
Refrigerante	HFC R404a con Potencial de Agotamiento del Ozono
Tipo de camión	Trailers con furgones grandes
Control cabina	Smart Reefer y Smart Reefer 2

Fuente: Folleto Thermo King unidades serie SB.

3.4.3. Condiciones de trabajo del equipo

Para que el equipo trabaje con toda la eficiencia posible es necesario contar con ciertos parámetros que ayudarán a monitorear su funcionamiento.

3.4.3.1. Horas de servicio

Las unidades Thermo King de la serie V-100, V-200, V-300, trabajan hasta 15 horas diarias, ya sea dentro de la ciudad capital o a nivel departamental. Este tipo de unidades funcionan a base de las revoluciones del motor del camión, es por ello que el camión debe trabajar también hasta 15 horas, para que la unidad no se apague y el producto no se descomponga. Puede que estas unidades trabajen más de las horas recomendadas, pero el aumento del desgaste de la unidad y la eficiencia del servicio se acorta y es donde empiezan las fallas o averías. Dentro de los controladores de monitoreo que se tienen para esta unidad, se tiene la función de 3 contadores: uno para contar el número total de horas de funcionamiento, otro para contar el número de horas del compresor accionado por el motor del camión y otro para el conteo del total de horas de funcionamiento del compresor eléctrico.

Las unidades de la serie T son unidades llamadas independientes, es decir, que llevan un motor diesel que las hace funcionar sin ayuda del motor del camión. Los camiones que usan estas unidades se consideran camiones grandes, estos dentro de la ciudad y en el interior del país trabajan hasta 24 horas, y el camión puede apagarse normalmente sin interrumpir el trabajo de enfriamiento del contenedor. Dentro del monitoreo que presenta este modelo es que lleva un programa de conteo de horas de funcionamiento para llevar los respectivos intervalos de sus mantenimientos medianos y mayores, con el objetivo de mantener la unidad en el alto funcionamiento de la eficiencia.

Las unidades serie SB son del tipo independiente, poseen un motor diesel de mayor tamaño que las unidades de la serie T, ya que estas son para furgones de hasta 28pies de largo.

Este modelo puede funcionar las 24 horas por varios días, es utilizado para tramos largos como carreteras entre departamentos y países. Posee también un control cabina que ayuda a programar distintos espacios para horarios de mantenimiento o funcionamiento de la unidad.

3.4.3.2. Capacidad refrigerada

Es la cantidad de calor absorbido por el evaporador, es decir la capacidad de extracción de carga térmica (enfriamiento) que tienen las unidades Thermo King. Esta capacidad de refrigeración se puede medir en tonelada de refrigeración, que la unidad equivale a 12 000 BTU/hr (3 516,85W). Otro concepto relacionado a esto es la carga de refrigeración.

- Carga de refrigeración

Es la cantidad de energía térmica en una unidad de tiempo, que un ambiente a enfriar puede intercambiar con el ambiente externo, debido a las condiciones de temperatura, humedad, velocidad del aire o radiación térmica. Los intercambios de calor que forman parte de la carga refrigerada total, se debe a los siguientes fundamentos:

- Cálculo de espesor de pared aislante y transmisión de calor por agentes externos.
- Calor que se encuentra contenido dentro de la carga
- Respiración del producto, como hortalizas, frutas y verduras
- Calor que se asocia al aire que entra al abrir las puertas del contenedor
- Calor que desprenden personas, mientras trabajan dentro del espacio refrigerado
- Alumbrado dentro del espacio de carga

- Calor desprendido por los ventiladores del evaporador

Para que la entrega del calor del medio ambiente se dé, la temperatura a la cual ocurre el proceso debe estar superior a la del ambiente y mucho más superior a la del líquido que se está evaporando. La temperatura mayor de condensado se da cuando aumenta la presión del gas refrigerante.

Para un mayor conocimiento de la potencia de cada una modelo de unidad, se pueden separar en varias series:

- Serie V

En la siguiente tabla se muestra los datos sobre la capacidad de carga de refrigeración de las unidades serie V.

Tabla LXXVI. **Carga de refrigeración serie V**

Refrigerante 134^a					
A 30°C de temperatura ambiente como Estándar europeo			A 38°C de temperatura ambiente como Estándar americano		
V-100 (Refrigerante HFC R134a)			V-100 (Refrigerante HFC R134a)		
Retorno de aire	Watts	BTU/hr	Retorno de aire	Watts	BTU/hr
0°C (32°F)	1 405	4 800	2°C (35°F)	1 125	3 840
-20 °C(-4°F)	545	1 860	-18 °C (0°F)	520	1 780
V-200 (Refrigerante HFC R134a)			V-200 (Refrigerante HFC R134a)		
Retorno de aire	Watts	BTU/hr	Retorno de aire	Watts	BTU/hr
0°C (32°F)	2 205	7 530	2°C (35°F)	1 740	5 940
-20 °C(-4°F)	1050	3 600	-18 °C (0°F)	1 000	3 420
V-300 (Refrigerante HFC R134a)			V-300 (Refrigerante HFC R134a)		
Retorno de aire	Watts	BTU/hr	Retorno de aire	Watts	BTU/hr
0°C (32°F)	2 865	9 789	2°C (35°F)	2 260	7 720
-20 °C(-4°F)	1 200	4 100	-18 °C (0°F)	1 135	3 880

Fuente: Folleto Thermo King unidades serie V.

- Serie T

Enfriamiento capacidad nominal de 100°F ambiente, calentando a 0°F ambiente. El modelo de la serie T trabaja con refrigerante 404a.

En la siguiente tabla se observa la capacidad de carga de refrigeración de las unidades serie T.

Tabla LXXVII. Carga de refrigeración serie T

Refrigerante 404 ^a					
T-600R			T-800R		
Retorno de aire	Watts	BTU/hr	Retorno de aire	Watts	BTU/hr
1.7°C (35°F)	5 128	17 500	1.7°C (35°F)	5 861	20 000
-17.8°C (0°F)	3 077	10 500	-17.8°C (0°F)	3 663	12 500
-28.9°C (-20 °F)	2 051	7 000	-28.9°C (-20 °F)	2 285	7 800

T-1000R			T-600		
Retorno de aire	Watts	BTU/hr	Retorno de aire	Watts	BTU/hr
1.7°C (35°F)	7 033	24 000	1.7°C (35°F)	5 421	18 500
-17.8°C (0°F)	4 835	16 500	-17.8°C (0°F)	3 516	12 000
-28.9°C (-20 °F)	3 077	10 500	-28.9°C (-20 °F)	2 051	7 000

T-800			T-1000		
Retorno de aire	Watts	BTU/hr	Retorno de aire	Watts	BTU/hr
1.7°C (35°F)	6 887	23 500	1.7°C (35°F)	8 059	27 500
-17.8°C (0°F)	3 956	13 500	-17.8°C (0°F)	5 568	19 000
-28.9°C (-20 °F)	2 373	8 100	-28.9°C (-20 °F)	3 663	12 500

Fuente: Folleto Thermo King unidades serie T.

- Serie SB

Enfriamiento capacidad nominal de 100°F ambiente, calentando a 0°F ambiente. Este modelo de unidades trabaja únicamente con refrigerante 404a.

En la tabla siguiente se muestra los datos sobre la capacidad de carga refrigerada de las unidades serie SB.

Tabla LXXVIII. **Carga de refrigeración serie SB**

Refrigerante 404^a					
SB-110+			SB-210+		
Retorno de aire	Watts	BTU/hr	Retorno de aire	Watts	BTU/hr
1.7°C (35°F)	12 750	43 500	1.7°C (35°F)	14 950	51 000
-17.8°C (0°F)	8 790	30 000	-17.8°C (0°F)	9 380	32 000
-28.9°C (-20 °F)	5 275	18 000	-28.9°C (-20 °F)	6 150	21 000

SB-310+			SB-200TG		
Retorno de aire	Watts	BTU/hr	Retorno de aire	Watts	BTU/hr
1.7°C (35°F)	18 756	64 000	1.7°C (35°F)	14 946	51 000
-17.8°C (0°F)	10 843	37 000	-17.8°C (0°F)	9 378	32 000
-28.9°C (-20 °F)	7 327	25 000	-28.9°C (-20 °F)	6 154	21 000

SB-400			Spectrum SB		
Retorno de aire	Watts	BTU/hr	Retorno de aire	Watts	BTU/hr
1.7°C (35°F)	17 585	60 000	1.7°C (35°F)	14 950	51 000
-17.8°C (0°F)	11 723	40 000	-17.8°C (0°F)	9 085	31 000
-28.9°C (-20 °F)	8 792	30 000	-28.9°C (-20 °F)	5 861	20 000

Fuente: Folleto Thermo King unidades serie SB.

3.4.3.3. Fallas encontradas

La identificación de fallas comunes, cuando la unidad de refrigeración es llevada al taller, esta simplificada por el control cabina, ya que se cuenta con un monitor que revela los códigos de alarmas a las que se debe el mal funcionamiento, o bien la mala operación del conductor. Con los códigos de estas alarmas, la persona del camión debe tomar las acciones correctivas necesarias para resolver el problema de inmediato, antes de que la unidad falle totalmente y el producto contenido en el camión se eche a perder.

Para resolver esto se debe programar características para un óptimo funcionamiento de la unidad, si esta programación se descuida por malas condiciones de funcionamiento, el sistema automáticamente avisa por un código de alarma.

Las alarmas se pueden clasificar en tres grupos, las que se pueden dejar pasar y avisar hasta el final del día, las que se requiere ver especificaciones para ser reparadas y las de acción inmediata.

Dentro de las alarmas más comunes están las siguientes:

- 02 - Comprobación del sensor del serpentín del evaporador, controlar la temperatura. Informe de alarma al final del día.
- 05 - Compruebe la temperatura ambiente del sensor de alarma. Informe al final del día.
- 06 - Compruebe la temperatura del refrigerante. Informe de alarma al final del día.

- (09) - Alta temperatura del evaporador. Si la unidad / zona se apaga reparación inmediatamente. De lo contrario, el informe de alarma al final del día.
- (21) - Ciclo de refrigeración comprobar manualmente controlar la temperatura. Informe de alarma al final del día.
- (22) - Ciclo de calefacción, comprobar manualmente y controlar la temperatura. Informe de alarma al final del día.
- 31 - Interruptor de presión de aceite. Si la unidad / zona se apaga reparar inmediatamente. De lo contrario, el informe de alarma al final del día.
- 32 - Capacidad de refrigeración zona baja de la unidad / no puede funcionar y se apaga. Repare inmediatamente.
- 37 - Revisión del nivel de refrigerante. Informe de alarma al final del día.
- 44 - Sistema de combustible. Revise si la unidad / zona se apaga reparar inmediatamente. De lo contrario, el informe de alarma al final del día.
- 55 - Velocidades del motor. Ver informe de alarma al final del día.
- 61 - Voltaje de batería baja. Si la unidad / zona se apaga reparación inmediatamente. De lo contrario, el informe de alarma al final del día.
- 66 - Bajo nivel de aceite del motor. Si la unidad / zona se apaga reparar inmediatamente. De lo contrario, el informe de alarma al final del día.
- 81 - Temperatura del compresor alta. Si la unidad / zona se apaga reparar inmediatamente. De lo contrario, el informe de alarma al final del día.
- 83 - Temperatura del refrigerante del motor baja. Reporte de alarma al final del día.
- 103 - Nivel bajo de combustible del calentador (CR). Controle la temperatura manualmente. Informe de alarma al final del día.
- 118 - Cambio automático de operación eléctrica a diesel normal - no afecta al rendimiento.

- 134 - Controlador de potencia en horas de informe de alarma al final del día.
- 188 - Registro de Fallas microprocesador DAS (DAS) Informe de la alarma al final del día.

3.4.4. Desempeño de las unidades

Para la medición del correcto funcionamiento de todas las unidades Thermo King, se llevan a cabo controles en base a recolección de datos, captación de las fallas y errores que se han cometido por parte de los conductores de los camiones, al no seguir correctamente las reglas de uso. Para ello en el taller se utilizan los siguientes métodos para dar un óptimo funcionamiento a los equipos.

La siguiente figura es un ejemplo del control por monitoreo que se puede realizar dentro de la cabina, sobre el funcionamiento de la unidad.

Figura 47. **Control cabina para monitoreo de las unidades**



Control de
Precisión y
Desempeño
Óptimo de las
Unidades de
Refrigeración

Fuente: Folleto Thermo King.

3.4.4.1. Monitoreo y control de fallas

La repartición de producto perecedero, requiere cierta delicadeza y control de temperaturas, que sea preciso y confiable. La habilidad que poseen algunos conductores, con respecto al manejo de las condiciones ideales en que deben ser transportados los productos, no es la deseada, ya que el monitoreo frecuente del desempeño de la unidad no es realizado en el tiempo correcto, esto provocando descontroles y riesgos de que el producto sufra un acortamiento de su ciclo de vida.

El control de estas fallas, como se menciona en el apartado 3.4.3.3. Fallas encontradas, se verifica por medio de las alarmas con su respectivo código, estas pueden ser de acción inmediata, como por ejemplo:

- 44 - Sistema de combustible. Revise si la unidad / zona se apaga reparar inmediatamente.

Y otras con poco riesgo de daño, como por ejemplo:

- 55 - Velocidades del motor. Ver informe de alarma al final del día.

3.4.4.2. Captación de datos

Para las series V de Thermo King, cuentan con un control Direct Smart Reefer® con y software de menor capacidad, pero no se descartan las funciones principales, ya que por medio de un control microprocesador incluye sus distintas funciones y es muy fácil de operar.

Las características que incluye son:

- Monitorea continuamente la temperatura de la carga y del contenedor
- Arranque automático que protege la carga
- Posee un horómetro para registrar hasta 3 distintas horas.
- Códigos de alarma entendibles
- Recordatorios de mantenimientos
- Descongelamiento manual o automático
- Funciones de protección de batería el vehículo

Ejemplo del control de monitoreo de la carga para la serie V.

Figura 48. **Monitor serie V “Direct Smart Reefer®”**



Panel de control del controlador en cabina "Direct Smart Reefer"

Fuente: Folleto Thermo King unidades serie V.

Las series T de la misma marca trabajan con controladores llamados TSR-2™, posee una interfaz en la que el operador no puede cometer errores, trabaja con un sistema de aplicación que da un diagnóstico sobre el funcionamiento de la unidad e indicar los horarios de su mantenimiento preventivo. Cuenta con termómetro LED para indicar las temperaturas a la que está sujeta la carga.

Ejemplo de control de monitoreo cabina para la serie T.

Figura 49. **Monitor serie T “TSR-2™”**



Fuente: Folleto Thermo King unidades serie T.

Las unidades de Thermo King, específicamente las series SB, cuentan con un control Smart Reefer® y un Smart Reefer2®, con aplicaciones que les proporciona las herramientas necesarias para la captación de datos de la unidad en cuanto a la protección del producto y ayudan a tener un registro completo sobre temperaturas de cargas y su funcionamiento. Estos datos pueden ser descargados a una computadora, o bien enviados electrónicamente por frecuencias de radio desde la unidad hasta una estación base, por medio del sistema opcional R:COM.

Entre las herramientas proporcionadas están las siguientes:

- Rápida y fácil graduación y visualización de los parámetros de temperatura
- Conveniente registro de los encabezamientos de viajes
- Rápida descarga de archivos al finalizar los viajes
- Opciones para ver los datos en forma de gráficos o tablas.

Ejemplo de controladores de monitoreo cabina para la SERIE SB.

Figura 50. **Monitor serie SB Smart Reefer® y Smart Reefer 2®**



Fuente: Folleto Thermo King unidades serie SB.

3.4.4.3. Protección de la carga

Con la utilización de un controlador inteligente como el Direct Smart Reefer® y el Smart Reefer® y Smart Reefer2®, cuentan con un teclado simple que reduce posibilidades de manejo incorrecto del sistema, con esto se obligará a un uso correcto de la unidad. Se mantendrá una temperatura estable para que la carga no sufra ningún daño durante su transporte, especialmente para productos vivos como las hortalizas, verduras y frutas, y en algunos otros casos implementos médicos entre los más delicados, el plasma sanguíneo. Con esto las fluctuaciones de temperatura de la carga se minimizarán hasta desaparecer.

Con el óptimo funcionamiento de la unidad y dando protección a la carga, los costos de funcionamiento serán menores, los mantenimientos serán entre periodos más alargados y las reparaciones se reducirán.

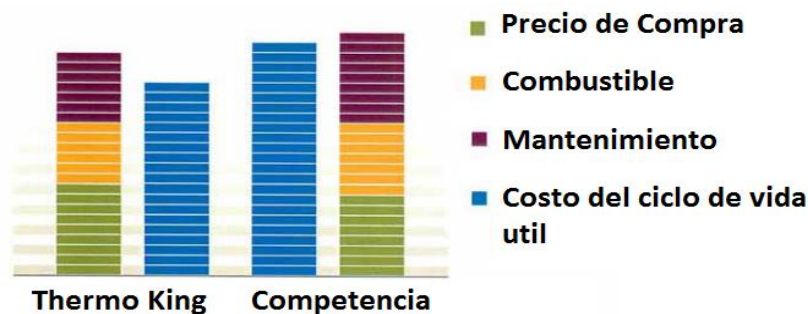
3.4.4.4. Ciclo de vida útil

Todas las unidades cuentan con dos años de garantía sobre todos los componentes principales; la empresa se compromete a la labor de los mantenimientos preventivos dependiendo del tipo de unidad que se trate.

Dentro del ciclo de vida de la unidad lo más importante son sus costos y el alargamiento de su funcionamiento. Dentro del taller de Thermo King, el costo de ciclo de vida incluye: precio al que se compro la unidad, combustible, mantenimiento y el valor residual. Comparado con el resultado de los ingresos la empresa ofrece un diseño de componentes mejor, calidad de construcción y desempeños superiores; esto implica a la vez mayor protección de la carga.

Dentro de los mantenimientos con la utilización de nuevos componentes de mejor calidad serán con intervalos más alargados, con ello la unidad trabajará de una forma óptima, reduciendo los costos de funcionalidad y reduciendo así también el impacto hacia el ambiente, que es uno de los mayores retos de la empresa implementando un programa de responsabilidad social.

Figura 51. **Gráfica del costo del ciclo de vida útil**



Fuente: Folleto Thermo King.

4. APLICACIÓN DE LOS REPUESTOS EN LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS

4.1. Modelos de equipos de refrigeración

Existen varios modelos que son distribuidos por la empresa Thermo King de Guatemala, en este caso se estudiarán la serie V, serie T y la serie SB.

4.1.1. Modelo serie V

Dentro de las serie V, los modelos a estudiar en este caso serán la serie V-100, serie V-200 y la serie V-300. Son unidades destinadas al servicio de camiones pequeños y furgonetas pequeñas de hasta $29m^3$. Cuenta con los componentes más sencillos de utilizar entre ellos el Direct Smart Reefer®, proporcionando las mejores opciones para adaptarse a todo tipo de necesidades del cliente.

Dentro de las ventajas que ofrece esta serie están:

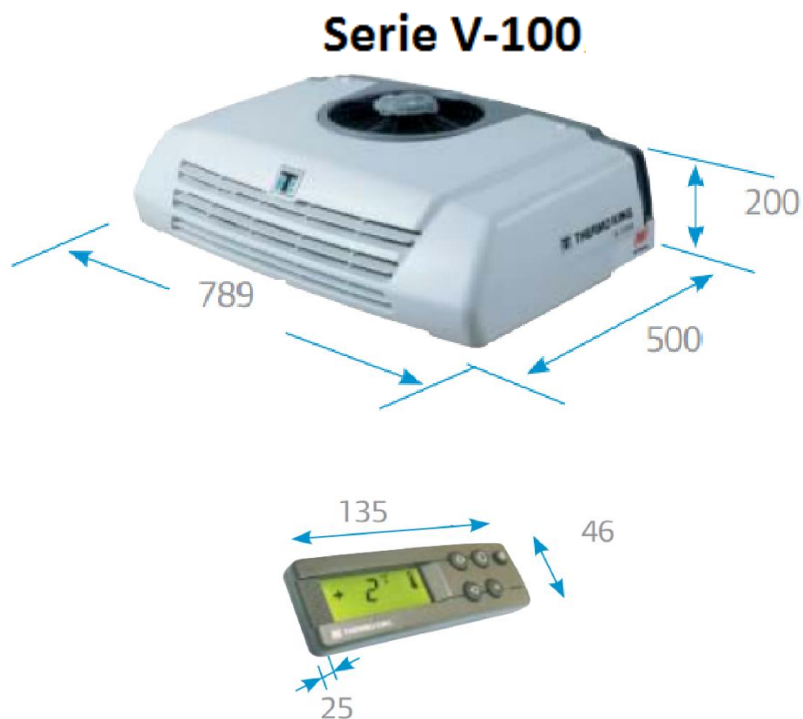
- Caudal suficiente de aire para un mayor control de temperatura, permitiendo una distribución uniforme así como también una protección de la carga.
- Mayor capacidad de refrigeración, especialmente cuando el evaporador funciona eléctricamente. Esto ayuda a la rápida recuperación de la temperatura, luego de haber aperturas de las puertas de la cámara.

- Se da la facilidad de escoger dos tipos de refrigerantes: R-134a y R-404a. El refrigerante más utilizado por estas unidades es el R-134a, es el más indicado para países donde ocurren temperaturas en el ambiente hasta de 45°C y por su baja temperatura y presión ayuda a que se prolongue la vida del compresor.

Este modelo de unidades tiene dos piezas diseñadas para aplicaciones frescos o productos vivos, congelados y ultra-congelados. Al decir que son unidades variables-dependientes se refiere a que el motor del camión acciona el compresor principal.

En la siguiente imagen se presentan las dimensiones en milímetros de una unidad serie V-100

Figura 52. **Esquema serie V-100**



Continuación de la figura 52.

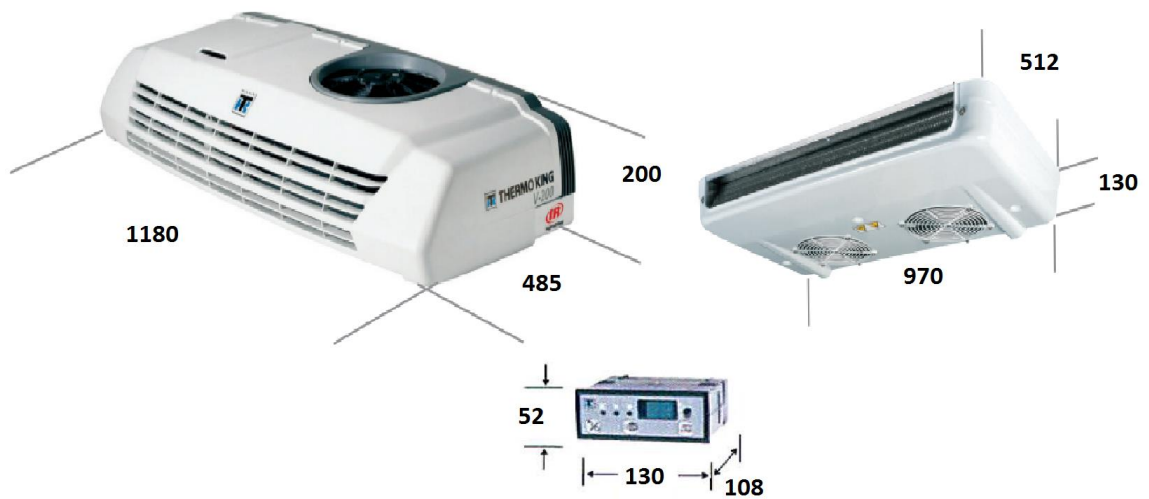


Fuente: Folleto Thermo King unidades serie V.

En la siguiente imagen se presentan las dimensiones en milímetros de una unidad serie V-200.

Figura 53. **Esquema serie V-200**

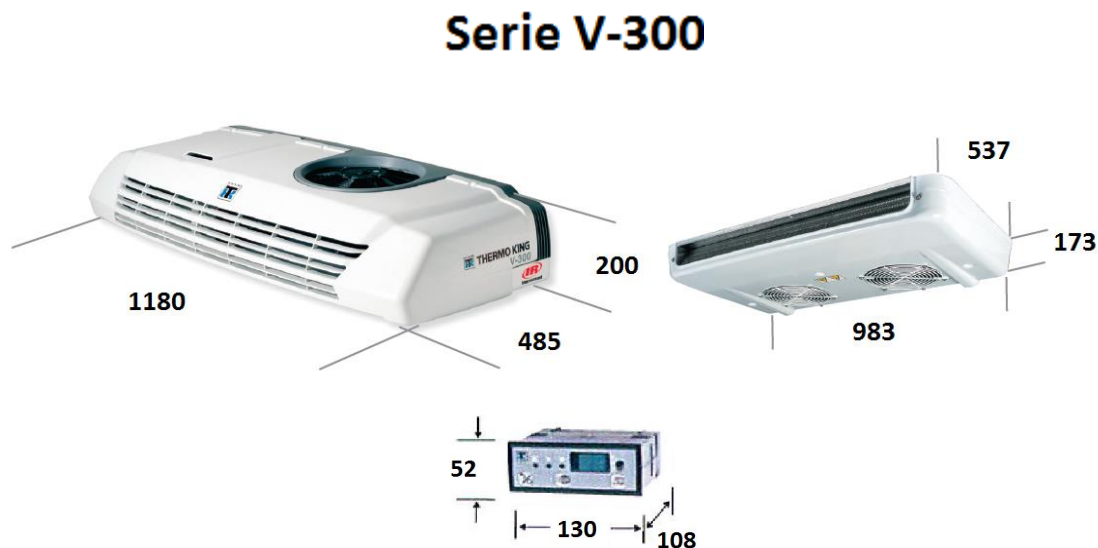
Serie V-200



Fuente: Folleto Thermo King unidades serie V.

En la siguiente imagen se presentan las dimensiones en milímetros de una unidad serie V-300.

Figura 54. Esquema serie V-300



Fuente: Folleto Thermo King unidades serie V.

4.1.2. Modelo serie T

Los modelos que se encuentran a estudiar en esta serie serán la serie T-600, T-800, T-1000, T-600R, T-800R y T-1000R.

Estas unidades trabajan con camiones de 14 a 28pies de largo. Cuenta con la mayor confiabilidad y desempeño que se espera de parte de las exigencias de los clientes. Posee armazones y paneles exteriores livianos y resistentes a la corrosión, lo que permite removerlos en cualquier momento, en vez de quitar todo el revestimiento.

Esta serie permite el acceso rápido y total compartimiento del motor, lo que ayuda al ahorro de combustible, tiempo y dinero del mantenimiento, así como también presenta un costo de ciclo de vida útil más bajo que la competencia.

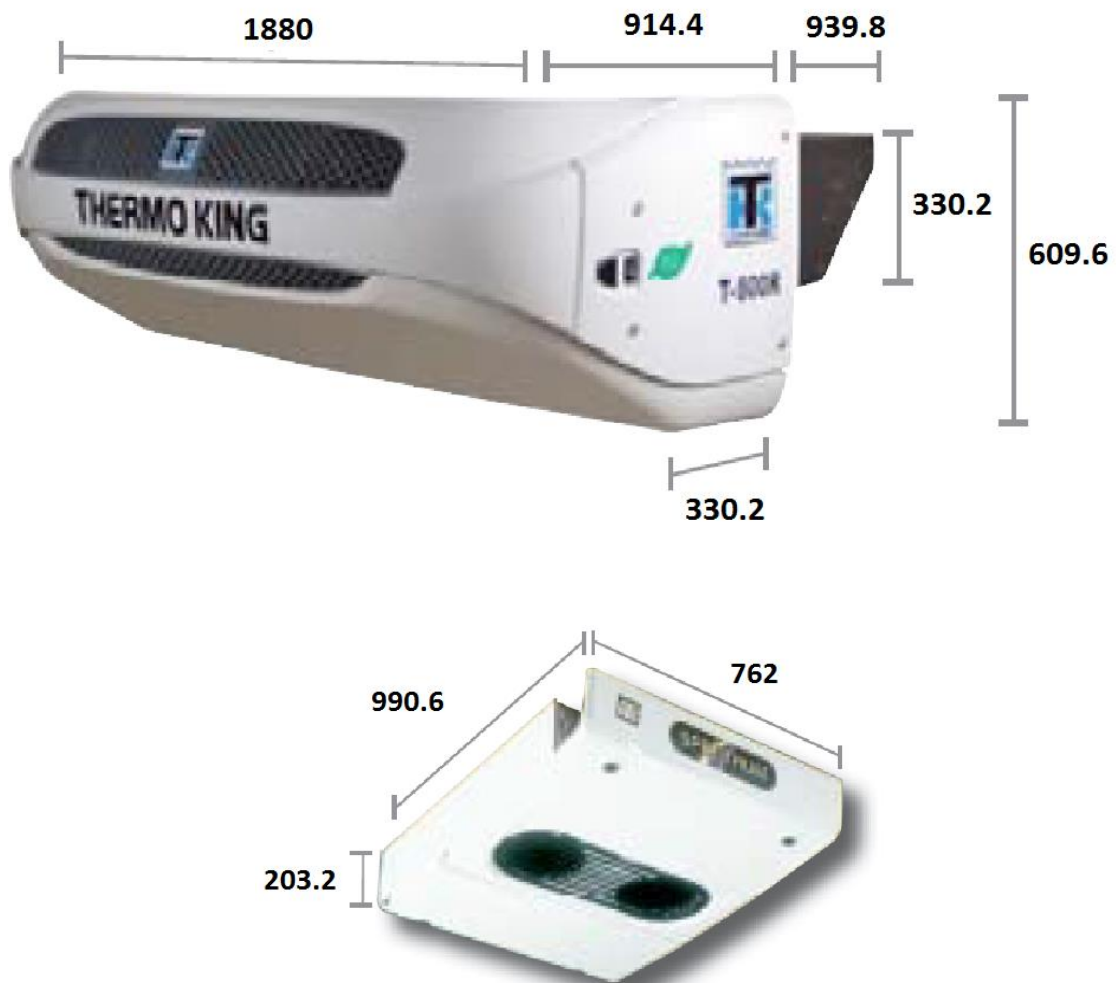
Dentro de las características estándar y opcionales que poseen estas unidades están las siguientes:

- Posee un control cabina Smart Reefer para controlar y proteger la carga.
- Minimización de fluctuaciones de temperatura de la carga.
- Captación de datos para control de horarios de automático funcionamiento y conteo de horas para sus mantenimientos.
- Un costo de ciclo de vida bajo al reducir consumo de combustible y alargamiento de los mantenimientos.
- Identificación de fallar por medio de alarmas codificadas, para mayor referencia, para el conductor o para el técnico en refrigeración.

En el siguiente esquema se presentan las dimensiones en milímetros de las unidades serie T-600, T-800 y T-1000.

Figura 55. Esquema serie T-600, T-800 y T-1000

Serie T-600, T-800 y T-1000

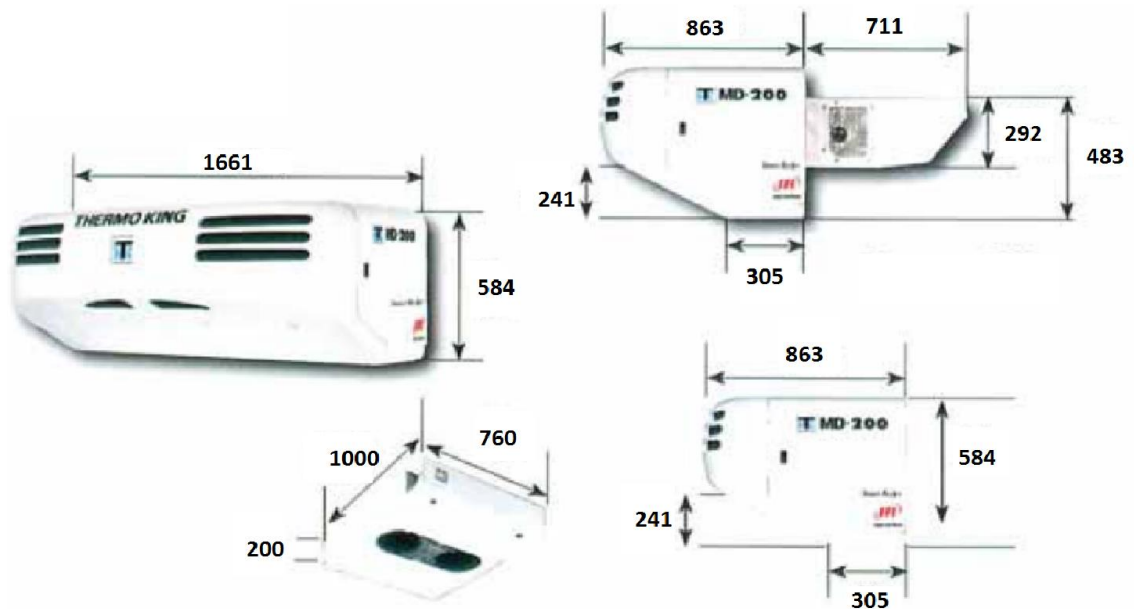


Fuente: Folleto Thermo King unidades serie T.

La siguiente imagen muestra las dimensiones en milímetros de las unidades serie T-600R y T-800R.

Figura 56. Esquema serie T-600R y T-800R

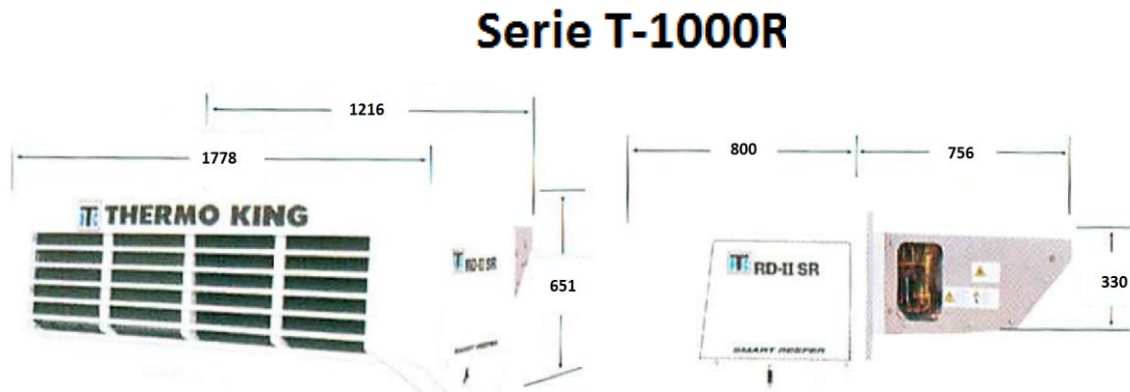
Serie T-600R y T-800R



Fuente: Folleto Thermo King unidades serie T.

El siguiente esquema se muestra las dimensiones en milímetros de una unidad serie T-1000R.

Figura 57. Esquema serie T-1000R



Fuente: Folleto Thermo King unidades serie T.

4.1.3. Modelo serie SB

Las unidades para esta serie SB se encuentran los modelos siguientes: SB-110+, SB-210+, SB-310+, SB-200TG, SB-400 y la Spectrum SB.

Las unidades SB están destinadas a trabajar con cabezales de contenedores de gran capacidad hasta 53pies de largo, las cuales ayudan al transporte de productos entre países. Poseen una alta capacidad de enfriamiento, ya que destacan en su descenso de temperatura mucho más rápido que otras, un control preciso de temperaturas desde los controles de la cabina, para fácil uso del conductor. Su costo del ciclo de vida trata de ser menor, ya que ahorra combustible y debido a los componentes que posee de mayor calidad y confiabilidad, sus intervalos de mantenimientos son más alargados.

Algunas de las características principales que poseen estas unidades están las siguientes:

- Posee un control cabina Smart Reefery Smart Reefer2 para controlar y proteger la carga.
- Control de temperatura preciso y confiable
- Tecnología con funcionamiento silencioso, para evitar la contaminación ruidosa.
- Un costo de ciclo de vida bajo al reducir consumo de combustible y alargamiento de los mantenimientos.

El siguiente esquema muestra la imagen de las dimensiones de una unidad serie SB.

Figura 58. Esquema serie SB



Fuente: Folleto Thermo King unidades serie SB.

4.2. Mejoras en condiciones de trabajo del equipo

Para la mejora del desempeño de los equipos y prestar un buen servicio hacia los clientes, es necesario que las mejoras se den, con el fin de corregir funciones poco profesionales y aumentar la calidad del servicio de mantenimiento preventivo.

4.2.1. Número de mantenimientos al año

Las unidades variables serie V dentro del país trabajan alrededor de 8 a 12 horas diarias, dependiendo del producto que se distribuye por la empresa a la que se trabaje, para que estas unidades presten un servicio eficiente es recomendable que se haga de 4 a 5 mantenimientos al año, previniendo los fallos a los que puede estar expuesto.

Las unidades serie T y serie SB trabajan de 12 a 24 horas diarias, por lo que se maneja un mantenimiento mediano y un mantenimiento mayor y se recomienda que se hagan 6 mantenimientos de cada uno, alternándose uno a uno durante los meses del año.

4.2.2. Tiempo entre cada mantenimiento

El tiempo recomendable entre cada mantenimiento para las unidades variables, es más largo que para las unidades independientes, debido a que su capacidad de trabajo para refrigerar es menor, por lo que existe menos riesgo de avería. En las series variables serie V el tiempo recomendable entre cada mantenimiento es cada 3 meses, es decir que si está sujeta la unidad a trabajar 12 horas diarias, el mantenimiento se hace cada 1 080 horas.

Las unidades independientes series T y SB el tiempo entre cada mantenimiento es un mes, se hace la observación que para estas unidades existe el mantenimiento mediano y el mantenimiento mayor, uno se hace al mes y el otro a los dos meses respectivamente alternados durante todo el año.

4.2.3. Horas de servicio

Por el tamaño de las unidades, el tipo de servicio que prestan es pequeño y los viajes cortos a los que están sujetas a realizar, las unidades de la serie V, es recomendable que presten un servicio de 12horas diarias a lo mucho, esto con el fin de evitar sobrecalentamientos, sobrecargas de voltajes o un mal funcionamiento de la unidad y llegue a arruinarse el producto. Cumpliendo con este horario y sus mantenimientos preventivos cada 3 meses, la unidad tendrá un desempeño óptimo y un aumento de productividad.

Las unidades serie T y SB están sujetas a mayor carga de trabajo, debido a que el tamaño de la carga a refrigerar es mayor, por lo que se necesita un mayor control y calidad en el funcionamiento del servicio que dan. Las unidades están sujetas a trabajar hasta 24horas, pero es recomendable programarles su etapa de descanso o descongelamiento, debido a que la serie SB viaja entre países, con viajes duraderos hasta de 2 o 3 semanas, y el conductor debe estar atento a las inspecciones de dichos períodos.

Cumpliendo con los requerimientos y los mantenimientos periódicos dependiendo de la unidad que se trate, el ciclo de vida de la unidad aumentará. Se logrará que la unidad tenga el consumo de combustible adecuado, un bajo costo de mantenimiento ya que se alargarán los intervalos entre ellos, haciendo que su costo de ciclo de vida sea bajo.

4.2.4. Reducción de fallas encontradas

Como ya se conoce el funcionamiento y los componentes que utilizan las unidades de refrigeración, con la mejoría de los mantenimientos se pretende que las fallas encontradas durante el mantenimiento preventivo, ya no existan para lograr que las unidades ya no interrumpan su funcionamiento en cualquier momento. A pesar de ser fallas son condiciones del equipo que se pueden dar solución dentro del mantenimiento preventivo.

Dentro de las fallas más comunes se deben a diferentes causas, dentro de las que se pueden encontrar están:

- Sobrecarga o bajo nivel de refrigerante
- Aire a través del condensador muy caliente o muy frío
- Aire en el sistema
- Alas del ventilador quebradas o dobladas
- Aire a través del evaporador restringido
- Radiador tapado o con mucho óxido
- Evaporador requiere descongelamiento
- Demasiado o poco aceite en el sistema
- Bomba de aceite con defecto
- Polea de compresor suelta
- Fajas poco tensas
- Refrigerante líquido entrando al compresor
- Mangueras obstruidas
- Filtros de aceite, combustible y aire demasiado sucios
- Conexiones eléctricas sueltas
- Terminales de batería con exceso de materia
- Instrumentación mal calibrada

Todas estas son causas que se pueden prevenir con la implementación de los mantenimientos preventivos, para evitar fallas que puedan llevar a un costo elevado.

4.2.5. Medición del desempeño

Con el objetivo de que las unidades presenten un mejor servicio en el enfriamiento de la carga, es necesario que los conductores de los camiones, utilicen el sistema de control de precisión y desempeño óptimo de las unidades. Para ello cada unidad está compuesta de un sistema de control y monitoreo para llevar el conteo de horas de servicio, intervalos de mantenimiento, modos de trabajo y temperatura a la que se encuentra funcionando.

Es preferible que se mantenga un control preciso y confiable de la unidad, para tener la habilidad de mantener un procedimiento estable en cuando a las condiciones necesarias que requiere el producto a transportarse y monitorear un desempeño del sistema con la seguridad de alarmas, sabiendo interpretar las de accionamiento rápido y tomando una acción correctiva inmediata.

Para ello es recomendable que los operadores de las unidades Thermo King, reciban capacitaciones antes de ser usuarios, para conocer las bases sobre las cuales trabajan los sistemas de refrigeración, las funciones a las cuales puede operar y las restricciones de las condiciones a las cuales ya no son recomendables trabajar.

4.3. Mejoras de mantenimientos preventivos

Las mejoras que se recomiendan para optimizar los procedimientos de los mantenimientos preventivos se representan por medio de los siguientes diagramas de operaciones, con sus respectivos tiempos.

4.3.1. Mantenimiento mayor

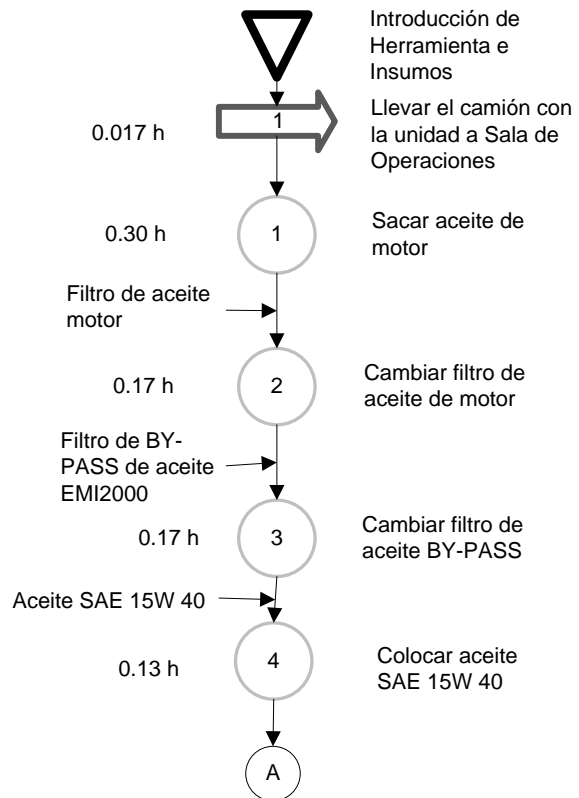
El mantenimiento mayor se especifica con las siguientes operaciones y tiempos de duración.

Figura 59. **Diagrama de operaciones del mantenimiento
mayor mejorado**



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 1 500 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero de 2013	Método	Mejorado
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	1/4

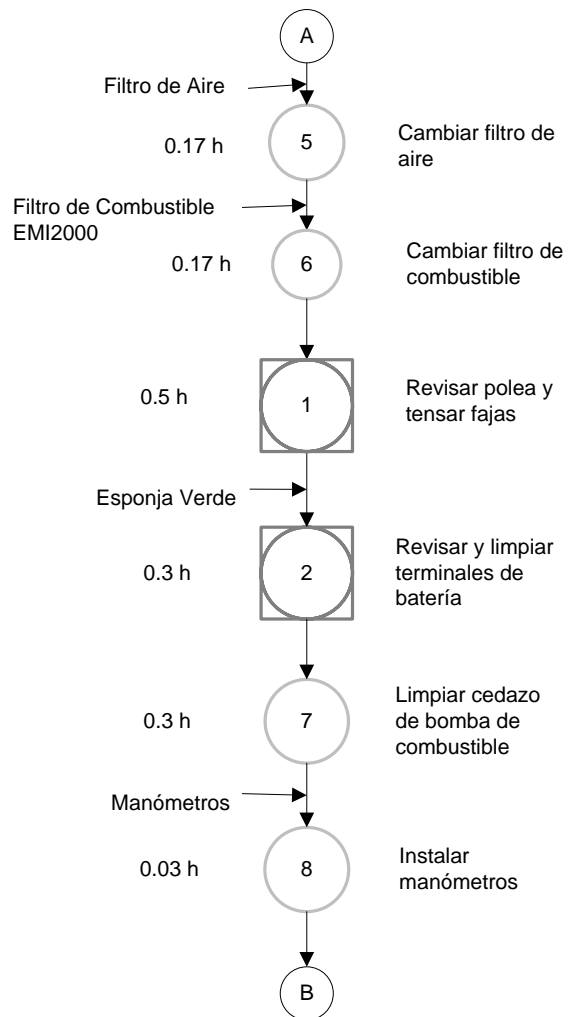


Continuación de la figura 59.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 1500 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero de 2013	Método	Mejorado
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	2/4

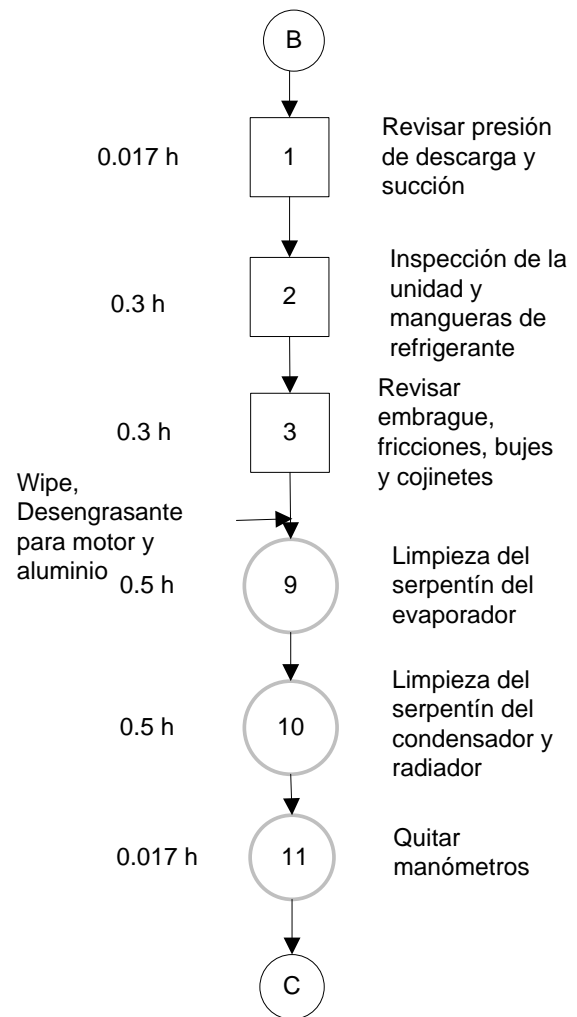


Continuación de la figura 59.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 1500 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero de 2013	Método	Mejorado
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	3/4

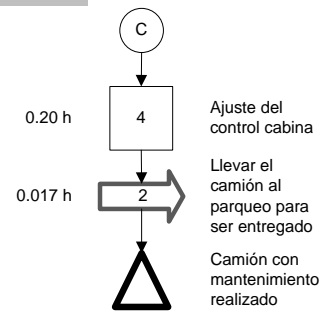


Continuación de la figura 59.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 1500 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero de 2013	Método	Mejorado
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	4/4



Símbolo	Actividad	Cantidad	Distancias	Tiempo
▽ △	Entrada y Salida	2		-
○	Operación	11		2,457 h
□	Inspección	4		0,817 h
→	Transporte	2	10 m recorridos	0,034 h
⊔	Demora	0		0 h
○ ⊔	Inspección y Operación	2		0.8
				Total 4,108 h

El mantenimiento mayor se reduce 1,348 horas.

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Mantenimiento mediano

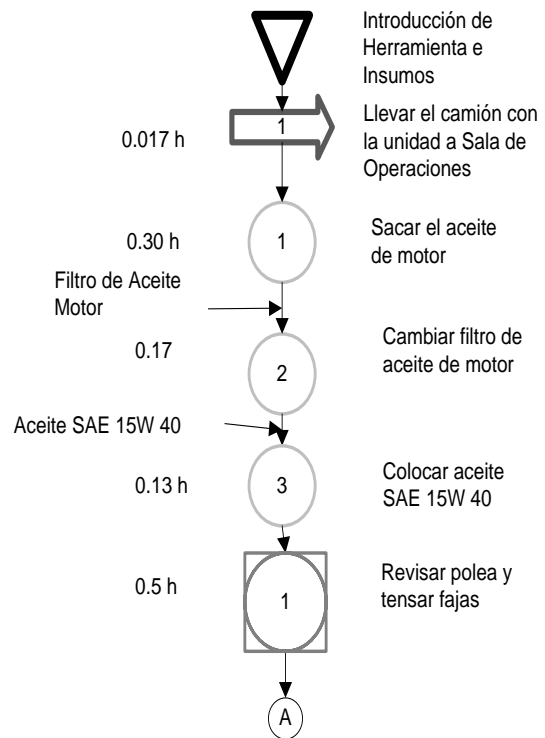
El mantenimiento mediano se especifica con las siguientes operaciones y tiempos de duración.

Figura 60. **Diagrama de operaciones del mantenimiento mediano mejorado**



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 750 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero de 2013	Método	Mejorado
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	1/3

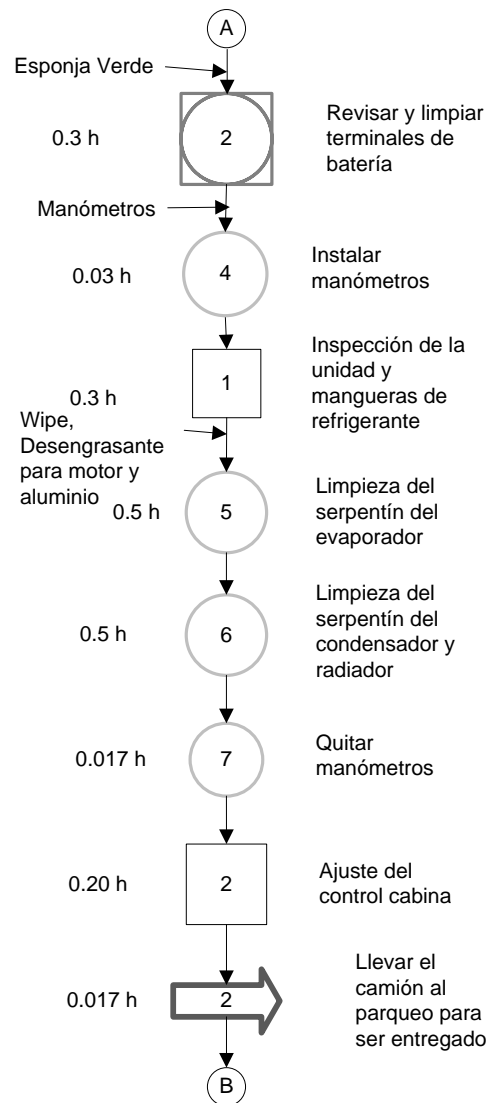


Continuación de la figura 60.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 750 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero de 2013	Método	Mejorado
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	2/3

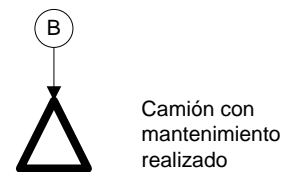


Continuación de la figura 60.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 750 horas	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero de 2013	Método	Mejorado
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	3/3



Símbolo	Actividad	Cantidad	Distancias	Tiempo
	Entrada y Salida	2		-
	Operación	7		1,647 h
	Inspección	2		0,5 h
	Transporte	2	10 m recorridos	0,034 h
	Demora	0		0 h
	Inspección y Operación	2		0,8 h
				Total 2,981 h

El mantenimiento mediano se reduce 1,041horas.

Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Mantenimiento menor

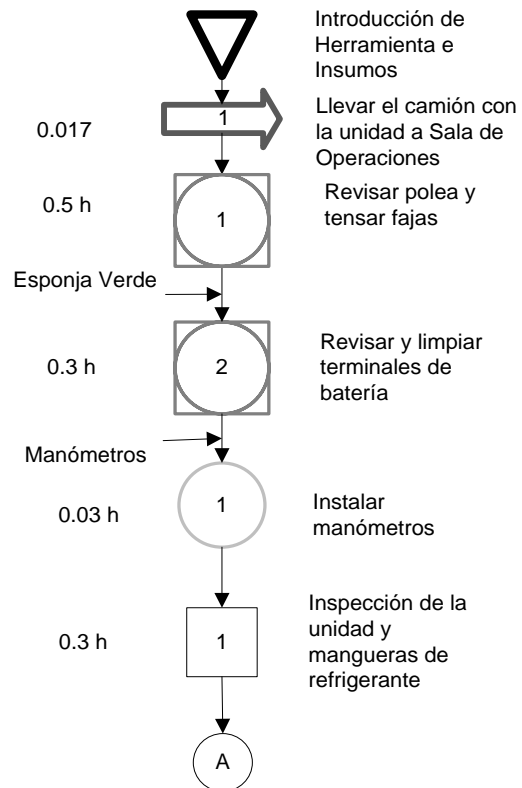
El mantenimiento menor se especifica con las siguientes operaciones y tiempos de duración.

Figura 61. Diagrama de operaciones del mantenimiento menor mejorado



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 3 meses	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero de 2013	Método	Mejorado
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	1/3

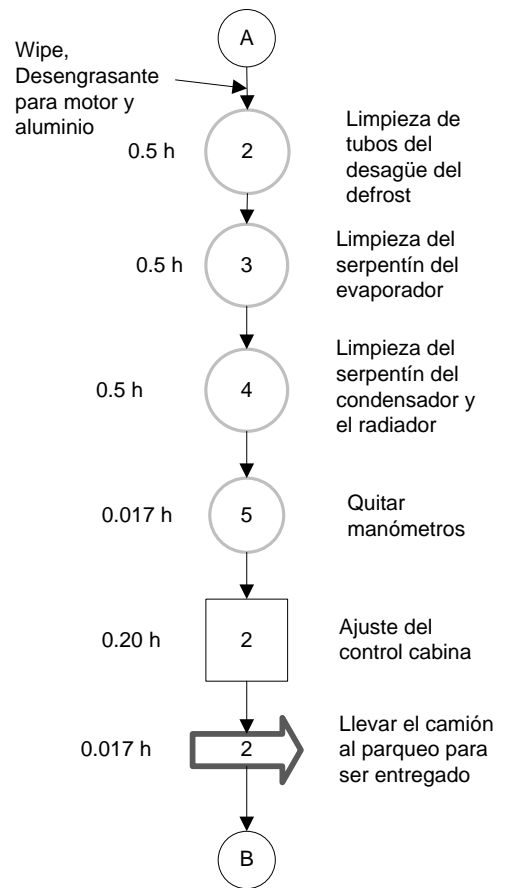


Continuación de la figura 61.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 3 meses	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero de 2013	Método	Mejorado
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	2/3

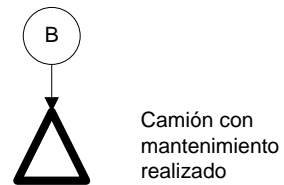


Continuación de la figura 61.



Diagrama de Operaciones para Mantenimiento Preventivos

Proceso	Mantenimiento de 3 meses	Revisor	Ricardo Romero
Modelo	Unidades Independientes	Aprobado	Alejandro González
Fecha de Realización	Enero de 2013	Método	Mejorado
Elaborado por	José Roberto Mazariegos Sosa	Página	3/3



Símbolo	Actividad	Cantidad	Distancias	Tiempo
	Entrada y Salida	2		-
	Operación	5		1,547 h
	Inspección	2		0,5 h
	Transporte	2	10 m recorridos	0,034 h
	Inspección y Operación	2		0,8
				Total 2,881 h

El mantenimiento menor se reduce 0,997 horas.

Fuente: elaboración propia.

5. PLAN DE SEGUIMIENTO

En el plan de seguimiento se plantearán todos los objetivos de la implementación para darle continuidad al trabajo que se realizó, con el fin de que la empresa se mantenga en una constante mejora durante su administración y actividades de taller, fijando metas medibles alcanzando la mayor productividad.

5.1. Definición de objetivos

Fijar objetivos a corto plazo es la mejor manera de comenzar el cambio, ya que con ello se medirá si realmente se están cumpliendo todo lo establecido mientras comienza la implementación. Luego pasar a objetivos mayores, los cuales lograrán gradualmente que poco a poco se fije una mejora dentro de las atribuciones de cada persona en sus actividades.

5.1.1. A corto plazo

- Conocer mejor la rotación, para desglosar los factores que influyen para su aumento en el inventario.
- Establecer una cantidad óptima de pedidos, para reducir el inventario y aumentar su rotación, así como también reducir y eliminar los repuestos que ya no se venden.
- Mejorar el servicio de atención a la bodega con la implementación de indicadores de rentabilidad del inventario, que regularicen las entregas y despachos que se hacen en la bodega.

- Establecer mejores métodos para los mantenimientos preventivos, para hacer un óptimo uso de los recursos y un alargamiento entre periodos.

5.1.2. A mediano-largo plazo

- Establecer mejores procedimientos de almacenaje para eficientar el proceso de búsqueda y despacho de los repuestos.
- Conforme vaya creciendo la demanda dentro del país, aumentar las áreas de taller y bodega para brindar un mejor servicio al cliente.
- Lograr la implementación de un plan de seguridad hacia los trabajadores del taller, haciéndoles más confiable sus actividades.
- Implementar un plan de reciclaje para ayudar al medio ambiente, colaborando con la sociedad y hacer un país más limpio.

5.1.3. Ventajas y diferencias

Dentro de las ventajas que ahora se observarán a partir de la implementación, es que habrá un mejor ordenamiento en la bodega, se almacenará de la mejor manera y optima para que el almacenista ubique los repuestos de forma inmediata, logrando el despacho urgente y no perder la venta.

Los costos a diferencia de métodos anteriores utilizando proyecciones, habrá una mejor reorganización en cuanto al cálculo de unidades a ordenar, esto con el fin de reducir inventarios excedentes o faltantes que puedan haber, así como también los costos de productos ya obsoletos que no tienen ningún movimiento.

La planeación de los pedidos es una forma ventajosa, ya que con ello se sabrá la fecha precisa que se deben hacer los pedidos de acuerdo a la tardanza histórica de pedidos anteriores.

5.2. Diseño de formatos de control de inventarios

Para llevar un mejor control sobre las actividades que se desarrollan en la bodega de Thermo King, se hace la propuesta del uso de los siguientes formatos.

5.2.1. Registro del inventario

El siguiente formato, ayuda al personal de bodega que registre los respuestos que serán comprados.


Figura 62. Formato de registros de inventario al realizar compra

		<h1>Orden de Compra</h1>		No. De Orden	
				Fecha de Emisión	
Proveedor		Dirección		Medio de Envió	
Nit		Teléfono			
Términos de entrega		Forma de pago			
Moneda		Fecha de Pago			
Tipo de cambio					
Sírvasse por este medio entregar los siguientes artículos					
No. De Parte	Descripción	Cantidad	Marca	Precio Unitario	Precio
Cantidad en letras				Costo total	
Emitida por		Autorizada por			

Fuente: elaboración propia.

El siguiente formato registra la entrada de los productos que se solicitaron en la orden de compra.


Figura 63. Formato de registros de inventario al entrar los repuestos

		<h2 style="margin: 0;">Entradas a Bodega</h2>			No. De Recepción	
					Fecha de Emisión	
					Medio de Envío	
Proveedor			Dirección			
Nit			Teléfono			
No. De Orden de Compra			Tipo de Entrada: Local <input type="checkbox"/> Importación <input type="checkbox"/> Traslado <input type="checkbox"/>			
Fecha de Entrada						
Lugar de Recepción						
No. De Parte	Descripción	Cantidad Solicitada	Cantidad Entregada	Faltante	Precio Unitario	Precio
Cantidad en letras					Costo total	
Recibida por			Autorizada por			

Fuente: elaboración propia.

El siguiente formato registra los repuestos que se solicitaron en la orden de compra y vienen con daños.


Figura 64. **Formato de registros de inventario al reportar daños en los repuestos**

 THERMO KING DE GUATEMALA		<h2>Reporte de Daños</h2>			No. De Reporte	
					Fecha de Emisión	
Proveedor				Dirección		
Nit				Teléfono		
No. De Orden de Compra						
Fecha de Pedido						
Motivo de Reporte de daño						
Sirvase por este medio entregar los siguientes artículos						
No. De Parte	Descripción	Cantidad	Marca	Precio Unitario	Precio	
Cantidad en letras				Costo total		
Emitida por			Autorizada por			

Fuente: elaboración propia.

El formato siguiente registra las devoluciones que son realizadas por los clientes, incluyéndose el motivo por el que se hace, para mejorarlo en la próxima vez.

Figura 65. Formato de registros de inventario al reportar devoluciones de repuestos

		<h2>Devolución de Cliente</h2>				No. De Devolución	
						Fecha de Emisión	
Cliente		Factura		Dirección			
Nit				Teléfono			
No. De Cotización				Fecha de Devolución			
Fecha de Compra				Deseos del Cliente			
Motivo de Devolución Repuestos Devueltos				Abono a tarjeta de Crédito <input type="checkbox"/> Importe Cuenta Bancaria <input type="checkbox"/> Cambiar por otros repuestos <input type="checkbox"/>			
No. Parte	De	Descripción	Cantidad	Marca	Precio Unitario	Precio	
Repuestos por el cambio							
Cantidad en letras					Costo total		
Recibido por			Autorizada por				

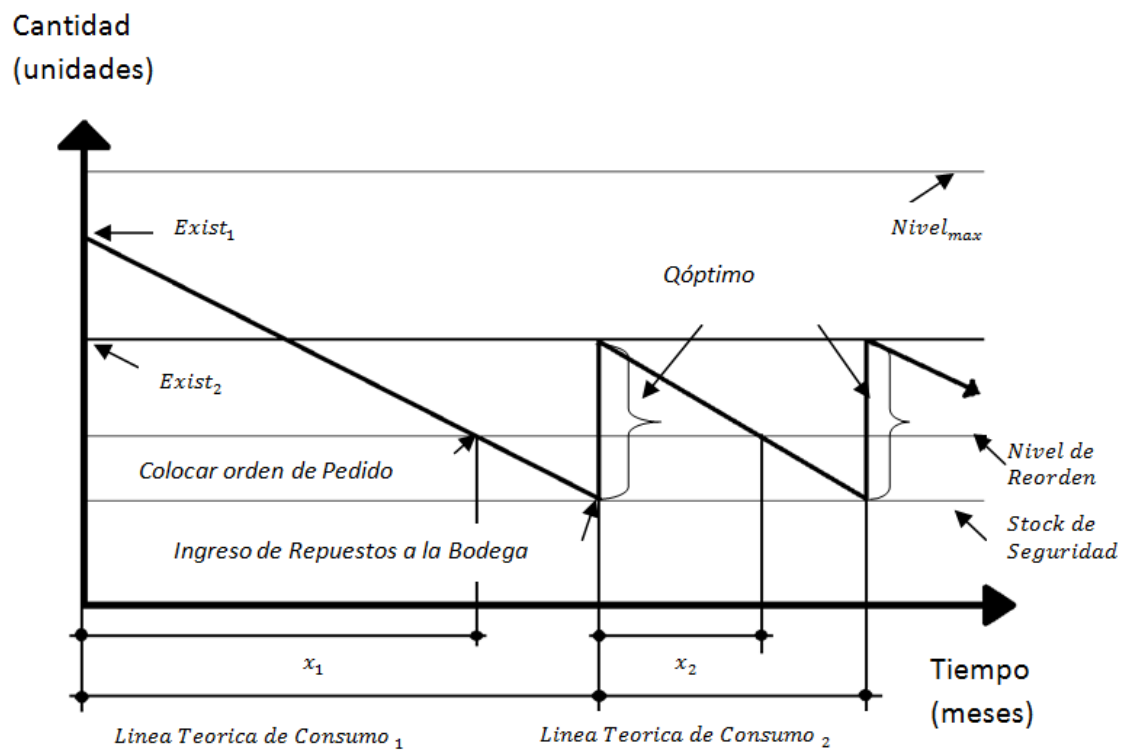
Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Diagrama de cantidades requeridas

Con un diagrama de cantidades requeridas se dará una mejor guía gráfica sobre los números óptimos de pedidos, fechas y cantidades que se debe hacer.

La gráfica muestra la forma en que se realizarán las cantidades requeridas por pedido.

Figura 66. Gráfica de cantidades requeridas



Fuente: elaboración propia.

5.3. Diseño de formatos de mantenimientos


Dentro del taller es necesario que se lleve un control en cuanto a los mantenimientos preventivos que se realizan a las unidades, las herramientas que se utilizan y los repuestos que se usan en cada uno.

Se detallará en los formatos las salidas de los repuestos y herramientas de la bodega, para ingresarlos a usuarios de técnicos en refrigeración.

5.3.1. Registro de herramientas

Este formato ayuda a registrar la herramienta que será utilizada durante los mantenimientos preventivos.

Figura 67. **Formato de registro de herramientas usadas en los mantenimientos preventivos**


		<h2>Registro de Herramientas</h2>		No.	
				Fecha de Emisión	
Técnico	No. De Registro	Datos de la Unidad: Marca _____			
Orden de Trabajo		Modelo _____		Serie _____	
Fecha de Inicio		Tipo _____		Motor _____	
Tipo de Mantenimiento		Refrigerante _____			
Datos del Camión: Marca _____		Modelo _____		Línea _____	
Placas					
Capacidad		Motor _____			
Item de Herramienta	Descripción	Cantidad	Marca		
Entregado por	Autorizada por	Firma Recibido			

Fuente: elaboración propia.

5.3.3. Formato de actividades de mantenimiento

El detalle de todas las actividades que conlleva el mantenimiento mayor, se registrará en el siguiente formato.


Figura 69. Formato de actividades del mantenimiento preventivo de 1500 horas

		Mantenimiento 1,500 horas		No.
				Fecha de Emisión
Cliente		Datos de la Unidad:		
Técnico	No. De Registro	Marca	_____	
Orden de Trabajo		Modelo	_____	
Fecha de Inicio		Serie	_____	
		Tipo	_____	
		Motor	_____	
		Refrigerante	_____	
Datos del Camión: Marca _____				
Modelo _____ Línea _____				
Placas _____				
Capacidad _____ Motor _____				
Herramientas e Insumos	Actividad	Hecho		
	Cambio de aceite 15W 40			
	Cambio de filtro de aceite			
	Cambio de filtro de aceite By Pass			
	Cambio de filtro de aire			
	Cambio de filtro de combustible			
	Revisar polea y tensar fajas			
	Revisar y limpiar terminales de Bateria			
	Limpiar cedazo de bomba de combustible			
	Colocación de manómetros			
	Inspección de unidad y mangueras de fluidos			
	Revisar embrague, fricciones y cojinetes			
	Limpieza de Serpentin del Evaporador			
	Limpieza del Serpentin del Condensador			
Ajuste Control Cabina				
Firma Técnico	Autorizada por	Cliente		

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente formato se registrará las actividades que se llevan a cabo en el mantenimiento mediano.


Figura 70. Formato de actividades del mantenimiento preventivo de 750 horas

		<h1>Mantenimiento 750 horas</h1>		No.
				Fecha de Emisión
Cliente		Datos de la Unidad:		
Técnico	No. De Registro	Marca	_____	
Orden de Trabajo		Modelo	_____	
Fecha de Inicio		Serie	_____	
		Tipo	_____	
		Motor	_____	
		Refrigerante	_____	
Datos del Camión: Marca _____ Modelo _____				
Línea _____ Placas _____				
Capacidad _____ Motor _____				
Herramientas e Insumos	Actividad	Hecho		
	Cambio de aceite 15W 40			
	Cambio de filtro de aceite			
	Revisar polea y tensar fajas			
	Revisar y limpiar terminales de Batería			
	Colocación de manómetros			
	Inspección de unidad y mangueras de fluidos			
	Limpieza de Serpentin del Evaporador			
	Limpieza del Serpentin del Condensador			
	Ajuste Control Cabina			
Firma Técnico		Autorizada por	Cliente	

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente formato se detalla las actividades que se realizarán en el mantenimiento menor.

Figura 71. Formato de actividades del mantenimiento preventivo de 3 meses

		<h1>Mantenimiento 3 meses</h1>		No.
				Fecha de Emisión
Cliente		Datos de la Unidad: Marca _____ Modelo _____ Serie _____ Tipo _____ Motor _____ Refrigerante _____		
Técnico	No. De Registro			
Orden de Trabajo				
Fecha de Inicio				
Datos del Camión: Marca _____ Modelo _____ Línea _____ Placas _____ Capacidad _____ Motor _____				
Herramientas e Insumos	Actividad	Hecho		
	Revisar polea y tensar fajas			
	Revisar y limpiar terminales de Batería			
	Colocación de Manómetros			
	Inspección de unidad y mangueras de fluidos			
	Limpieza de desagüe del Defrost			
	Limpieza de Serpentin del Evaporador			
	Limpieza del Serpentin del Condensador			
	Ajuste de Control Cabina			
Firma Técnico		Autorizada por		Cliente

Fuente: elaboración propia.

5.4. Formatos de comparación de condiciones

Para dar un mejoramiento en las condiciones a las cuales trabaja el equipo es necesario que se lleven informes sobre el trabajo que realizan las unidades.

5.4.1. Medición del desempeño

La medición del desempeño de los equipos es importante para conocer la forma de trabajar de los mismos.

Figura 72. Formato para medición del desempeño de las unidades


		<h1>Medición del Desempeño</h1>		No.
				Fecha de Emisión
Cliente		Datos de la Unidad:		
Técnico	No. De Registro	Marca	_____	
Orden de Trabajo		Modelo	_____	
Fecha de Inicio		Serie	_____	
		Tipo	_____	
		Motor	_____	
		Refrigerante	_____	
Datos del Camión: Marca _____				
Modelo _____ Línea _____				
Placas _____				
Capacidad _____ Motor _____				
Inspección de la Programación del Control Cabina				
Datos recopilados por el control Cabina				
Ajustes a Realizar				
% de Mejoramiento	Firma Técnico	Autorizada por	Cliente	

Fuente: elaboración propia.

5.4.2. Fallas encontradas

En el siguiente formato se llevara el control de las fallas que se encuentren en las unidades, a fin de corregirlas.

Figura 73. Formato de conteo de fallas encontradas en las unidades

		<h1 style="text-align: center;">Fallas Encontradas</h1>		No.
				Fecha de Emisión
Cliente _____		Datos de la Unidad:		
Técnico _____	No. De Registro _____	Marca _____		
Orden de Trabajo _____		Modelo _____		
Fecha de Inicio _____		Serie _____		
		Tipo _____		
		Motor _____		
		Refrigerante _____		
Datos del Camión: Marca _____				
Modelo _____ Línea _____				
Placas _____				
Capacidad _____ Motor _____				
Código	de	Descripción	Hecho	
Alarma				
Firma Técnico _____		Autorizada por _____	Cliente _____	

Fuente: elaboración propia.

5.4.3. Mejora del funcionamiento

Para ver las correcciones que se realizaron en el equipo es necesario llevar el siguiente formato de mejora de funcionamiento

Figura 74. Formato de mejora del funcionamiento de las unidades


		<h1>Mejora del Funcionamiento</h1>		No.
				Fecha de Emisión
Cliente		Datos de la Unidad:		
Técnico	No. De Registro	Marca	_____	
Orden de Trabajo		Modelo	_____	
Fecha de Inicio		Serie	_____	
		Tipo	_____	
		Motor	_____	
		Refrigerante	_____	
Datos del Camión: Marca		Modelo	_____	
Línea		Placas	_____	
Capacidad		Motor	_____	
Fallas comunes encontradas				
Fallas que se lograron corregir				
Otros procesos realizados				
% de Mejora	Firma Técnico	Autorizada por	Cliente	

Fuente: elaboración propia.

5.4.4. Plazo entre cada mantenimiento

En el siguiente formato se llevará a cabo el control de los mantenimientos que se le han hecho a la unidad.

Figura 75. Formato de control de mantenimientos preventivos

	<h1>Control de Mantenimientos</h1>		No.
			Fecha de Emisión
Cliente	Datos de la Unidad:		
Teléfono	Marca _____		
Dirección	Modelo _____		
	Serie _____		
	Tipo _____		
	Motor _____		
	Refrigerante _____		
Datos del Camión: Marca _____ Modelo _____			
Línea _____ Placas _____			
Capacidad _____ Motor _____			
Fecha de Mantenimiento		Próximo Mantenimiento	
		Autorizada por	Cliente

Fuente: elaboración propia.

5.4.5. Cantidad de mantenimientos al año

Para saber cómo ha sido tratada la unidad, es necesario conocer que tipos de mantenimientos se le han aplicado.

Figura 76. Formato de conteo de mantenimientos preventivos

		<h1 style="margin: 0;">Bitácora de Mantenimientos</h1>		No.
				Fecha de Emisión
Cliente		Datos de la Unidad: Marca _____ Modelo _____ Serie _____ Tipo _____ Motor _____ Refrigerante _____		
Teléfono				
Dirección				
Datos del Camión: Marca _____ Línea _____ Placas _____ Capacidad _____ Motor _____		Modelo _____		
No. De Mantenimiento	Tipo de mantenimiento	Fecha de Realización	Técnico	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
		Autorizada por		Cliente

Fuente: elaboración propia.

6. RESPONSABILIDAD SOCIAL

6.1. Plan de seguridad industrial

La seguridad industrial se usa como un conjunto de técnicas y procesos que ayudan a que el riesgo que puedan tener las actividades diarias sea menor, evitando que se produzca algún accidente en el taller. Para que la seguridad en el taller de Thermo King de Guatemala, se desarrolle es necesario tomar acciones preventivas como reglamentos y políticas de seguridad, procedimientos seguros, capacitación constante y uso de equipos de protección personal acorde al trabajo que ayuden a prevenir accidentes laborales.

La higiene industrial es la disciplina que ayuda a prevenir las enfermedades profesionales de los técnicos, mediante el control de agentes químicos utilizados en los mantenimientos preventivos, el humo de la combustión y el uso de refrigerantes y aceites, como insumos.

Este plan de seguridad industrial debe adaptarse a la legislación laboral nacional, y debe ser apoyado por todo el personal que trabaja en el taller, desde la gerencia hasta el taller y la seguridad. El programa es necesario que se implemente a corto o mediano plazo, ya que es para el bien de los trabajadores mantener buenas condiciones laborales y para mantener una conciencia de los accidentes que pueden ocurrir, haciendo con cuidado el trabajo que les corresponde.

Para realizar una evaluación de riesgos en el plan de seguridad industrial se toman los siguientes aspectos:

- Aspectos operativos
 - Las actividades de los mantenimientos que se realizan, la duración y la frecuencia
 - Las condiciones laborales donde se realizan las tareas
 - Los técnicos que realizan los mantenimientos
 - Herramientas y equipo que se utiliza para la realización
 - Características de los repuestos e insumos
 - Distancia o altura a la que se realizan los trabajos
 - Posturas del cuerpo que adoptan los técnicos para realizar sus actividades

- Aspectos administrativos
 - Organización del trabajo, descansos, horas extras, jornada laboral y rotaciones de puestos
 - Capacitación que se ha recibido para realizar sus actividades
 - Recomendaciones y prevenciones que se reciben de los proveedores para utilizar un producto
 - Utilización de equipos de protección personal
 - Procedimientos seguros y medidas de control para la prevención de riesgos
 - Establecimiento de reglamentos y normas sobre la salud y la seguridad industrial
 - Control y monitoreo de datos sobre frecuencia de accidentes y enfermedades.

En cuanto a los riesgos presentes esto dependerá enormemente de las actividades que se realizan en el taller, de la organización que tienen y de las condiciones laborales a las que estén expuestos.

Hay factores de riesgo que se pueden estudiar y pueden aplicar a las condiciones del taller entre ellos están los siguientes:

- Factores de riesgo físico

Entre los que se pueden incluir están el ruido que producen los motores de las unidades al estar en prueba, iluminación que hace falta por no haber la suficiente lámina clara en el techo, ventilación por la falta de extractores de viento, altas temperaturas por el calor y la estructura del techo. Otras causas más comunes también son; que el técnico permanezca durante largos períodos de tiempo y cambia el ambiente normal en un desequilibrio entre el organismo y medio.

- Factores de riesgo químico

Estos pueden dar lugar a enfermedades profesionales como consecuencia de la exposición a contaminantes tóxicos, manipulación de ellos en forma de polvos, humos, gases o vapores. Entre los contaminantes que se pueden mencionar están los aceites, los combustibles y el humo que producen las unidades, refrigerantes y desengrasantes. La concentración de ellos en el ambiente durante una jornada de trabajo determinará el grado de exposición del trabajador. Estos agentes químicos pueden ingresar al organismo del trabajador por medio de vía nasal, por medio de la piel, o digestiva; pudiendo ocasionar accidentes o enfermedades riesgosas.

- Factores de riesgo mecánico

Este es el más importante para hacer énfasis en las actividades del taller, ya que en este se ubican todos los riesgos relacionados con condiciones operativas en cuanto a instalaciones mecánicas, herramientas, equipos y sus condiciones de seguridad. En el grupo se pueden incluir aspectos como riesgos eléctricos, orden y limpieza y riesgo de incendios.

- Factores de riesgo ergonómico

La comodidad del trabajador es algo importante para su desempeño y productividad en sus actividades, tanto en el área administrativa, como en el taller en las posturas que tome el técnico para hacer sus inspecciones o reparaciones. Es en esta parte donde se incluye el diseño del puesto de trabajo con el fin de determinar si la estación está adaptada a las características y condiciones físicas.

6.1.1. Objetivos

Dentro de los objetivos que pretende la implementación de un plan de seguridad e higiene dentro del taller de Thermo King de Guatemala están los siguientes:

- Disminuir la frecuencia de los accidentes en el trabajo, capacitando mejor a los técnicos en refrigeración y mejorando las condiciones del lugar.
- Reducir o eliminar los riesgos de las distintas actividades que se realizan en el área, recomendando el uso de equipo de protección y realizar actividades con mayor cuidado.

- Lograr actitud positiva y constructiva en cuanto a la implementación y prevención de los accidentes y enfermedades profesionales, haciéndoles saber que es para su bien y capacitándoles como realizar el trabajo con todo cuidado.
- Crear un lugar agradable con buenas condiciones de trabajo, por medio de una señalización.
- Eliminar toda posibilidad de un daño a la salud del técnico, haciendo la evaluación de riesgos y análisis de riesgos en el trabajo.
- Crear confianza en los técnicos para realizar sus actividades, creando un normativo que los obligue a seguir las reglas y a utilizar su equipo evitando los accidentes posibles que pueda tener.

6.1.2. Recursos

Dentro de los recursos que se deben tener para la implementación del plan de seguridad industrial en la empresa están los siguientes:

- Equipo de protección

El taller de Thermo King no cuenta con poco equipo de protección, sin embargo, si se poseen equipos contra incendios como los extinguidores. Es necesario que el personal, especialmente el del taller utilice equipo de protección para las tareas que realiza, así como también resguardar la integridad física y crear un ambiente seguro.

Los equipos para protección se pueden dividir de la siguiente manera:

- Equipo contra incendios

Para esto deben utilizarse extinguidores en las diferentes aéreas de las instalaciones, y su revisión debe hacerse anualmente ya que tienen periodo de vencimiento. Estos deben de estar ubicados en cabinas para una mejor identificación de la ubicación y no debe obstaculizarse su paso para tener un acceso rápido en caso de emergencia.

Figura 77. Esquema de un extintor de fuego y sus partes



Fuente: PIGHIN, Héctor Daniel. Manual de capacitación para el brigadista. p. 24.

- Equipo de protección individual (EPI)

En el área de taller donde se realizan operaciones más riesgosas, es necesario que los técnicos en refrigeración utilicen equipos de protección personal para evitar los riesgos a los cuales están sujetos. Entre los equipos que deben utilizar los técnicos puede enlistarse los siguientes:

- Guantes: para evitar quemaduras, contacto con artefactos eléctricos, y contacto con químicos tóxicos.

Figura 78. **Guantes para la industrial mecánica**



Fuente: SÁNCHEZ RIVERO, Juan Manuel. El coordinador de seguridad y salud. p. 485.

- Lentes y careta: en caso de chispas o humo para que los ojos no tengan contacto con ellos.

Figura 79. **Lentes para trabajo de cortadura con sierra**



Fuente: EQUIPO VÉRTICE. PRL avanzado. Equipos de protección individual. p. 61.

- Mascarilla: es necesario que los humos no intoxiquen al trabajador.

Figura 80. **Mascarilla de seguridad**



Fuente: SÁNCHEZ RIVERO, Juan Manuel. El Coordinador de seguridad y salud. p. 495.

- Botas punta de acero: a veces materiales pesados caen al piso sin darse cuenta, para ello es necesario proteger los pies.

Figura 81. **Botas industriales con punta de acero**



Fuente: SÁNCHEZ RIVERO, Juan Manuel. El coordinador de seguridad y salud. p. 479.

- Bata de una pieza: es importante que los mecánicos mantengan una buena presentación y no manchen su ropa.

Figura 82. **Bata de una pieza para trabajos de mecánica**



Fuente:

http://2.bp.blogspot.com/_orz_A0Ng3CE/TNLtwHxJxwI/AAAAAAAAACI/1On57x1Siig/s1600/bra+ga+manga+larga.jpg. Consulta: febrero de 2013.

- Faja: cargar cosas pesadas siempre recae al área de la espalda, para ello es necesario tener una faja para mantenerla recta.

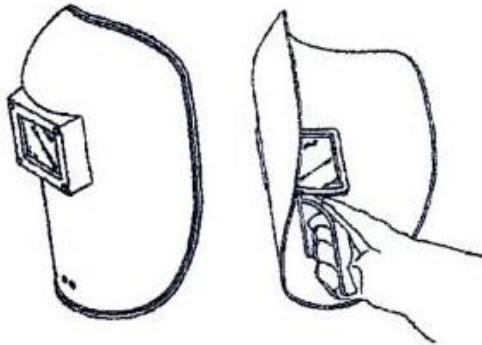
Figura 83. **Faja lumbar para cargas pesadas**



Fuente: http://cogarsa.com/cogarsa/images/stories/virtuemart/product/faja_lumbar.jpg. Consulta: febrero de 2013.

- Careta: en la soldadura puede que salten chispas por todos lados, para ello se necesita una protección en la cara y para evitar los rayos de brillo en los ojos.

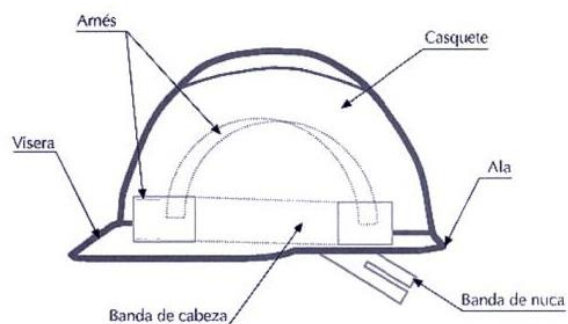
Figura 84. **Careta para soldadura eléctrica**



Fuente: RUBIO ROMERO, Juan Carlos. Manual de coordinación de seguridad y salud en las obras de construcción. p. 263.

- Casco: al momento de manipular cargas elevadas es necesario utilizar una protección para la cabeza.

Figura 85. **Casco para protección en cargas elevadas**



Fuente: RUBIO ROMERO, Juan Carlos. Manual de coordinación de seguridad y salud en las obras de construcción. p. 267.

- Equipo de primeros auxilios

Con el uso de equipos de protección personal, no se evita totalmente el accidente, sin embargo es conveniente tener un botiquín de primeros auxilios que ayude a curar pequeños accidentes que ocurren dentro del taller, como por ejemplo raspaduras, caídas, quemaduras, cortaduras, etc.

Dentro de este botiquín es necesario que se tenga: alcohol, agua oxigenada, vendas, curitas, pinzas, micropore, algodón, metafen, aspirinas y otras pastillas para dolores menores.

Figura 86. **Armario de botiquín de primeros auxilios**



Fuente: GUTIÉRREZ, Enrique; GÓMEZ, José Luis. Primeros auxilios. p. 142.

- Señalización industrial

La señalización industrial es importante ya que con ella el técnico estará informado sobre lo que debe hacer en caso de alguna emergencia. Para ello las señales deben ser totalmente claras y entendibles y de carácter obligatorio para que todos estén sujetos a ellas en el momento de la emergencia.






En el taller es necesario señalar salidas de emergencia para el área administrativa y para el área de taller, se logro ver franjas amarillas sobre señalización de áreas, es necesario que en el piso se pinte un paso peatonal, y se identifiquen las áreas por las cuales tiene que pasar el camión al momento de llegar por un mantenimiento preventivo de la unidad. En caso de emergencia de incendios los extinguidores deben de estar señalizados y no obstruidos para su fácil acceso, las rutas de evacuación deben de ser de paso ligero para que el personal pase en caso de riesgo.

Figura 87. Señalización de prohibición



















SEÑALES DE PROHIBICIÓN					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y LLAMAS DESNUDAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	

Fuente: CORTÉS DÍAZ, José María. Seguridad e higiene del trabajo. p. 188.





Figura 88. Señalización de advertencia

SEÑALES DE ADVERTENCIA					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE EXPLOSIÓN MATERIAS EXPLOSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE RADIACIÓN MATERIAL RADIOACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACIÓN SUSTANCIAS TÓXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CORROSIÓN SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO ELÉCTRICO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Continuación de la figura 88.









PELIGRO INDETERMINADO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LÁSER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CARRETILLAS DE MANUTENCIÓN		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CAÍDA DE OBJETOS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
DESPRENDI- MIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
MAQUINA PESADA EN MOVIMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CAÍDAS A DISTINTO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CAÍDAS AL MISMO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA PRESIÓN		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Continuación de la figura 88.

ALTA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
BAJA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Fuente: CORTÉS DÍAZ, José María. Seguridad e Higiene del trabajo. p. 189.

Figura 89. Señalización de obligación

SEÑALES DE OBLIGACIÓN					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE VÍAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL OÍDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Continuación de la figura 89.





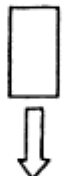

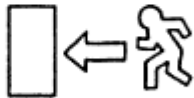
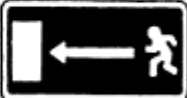
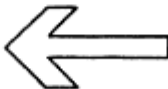

PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
SEÑALES DE OBLIGACIÓN					
					
Protección obligatoria del cuerpo	Obligación general (acompañada, si procede, de una señal adicional)	Protección individual obligatoria contra caídas	Vía obligatoria para peatones		

Fuente: CORTÉS DÍAZ, José María. Seguridad e higiene del trabajo. p. 190.

Figura 90. Señalización de salvamento

SEÑALES DE SALVAMENTO					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	

Continuación de la figura 90.

LOCALIZACIÓN DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCIÓN HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACIÓN SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCIÓN HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCIÓN DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
<p>* Es importante no confundir esta señal con otra de las mismas características, pero con el color de seguridad ROJO y que se utilizará para indicar la dirección a seguir para acceder a un equipo de lucha contra incendio o a un medio de alarma o alerta, la cual podrá utilizarse sola o acompañada de la significativa correspondiente.</p>					

Fuente: CORTÉS DÍAZ, José María. Seguridad e higiene del trabajo. p. 191.

Figura 91. **Señal de riesgo permanente**



Fuente: CORTÉS DÍAZ, José María. Seguridad e higiene del trabajo. p. 191.

Figura 92. **Otras señales de salvamento**

SEÑALES DE SALVAMENTO Y DE EQUIPO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS				
Primeros auxilios	Camilla	Ducha de seguridad	Lavado de los ojos	Teléfono de salvamento y primeros auxilios
Manguera para incendios	Escalera de mano	Extintor	Teléfono para la lucha contra incendios	
Dirección que debe seguirse (señal indicativa adicional a las anteriores)				

Fuente: CORTÉS DÍAZ, José María. Seguridad e higiene del trabajo. p. 195.

6.1.3. Costos

Los costos que incluye implementar un programa de seguridad industrial no solo incluyen la capacitación sino también todos los materiales que se deberán usar como señalización y equipos.

Entre lo que genera un costo se puede decir lo siguiente:

- Personal que diseñe el programa
- Capacitaciones para todo el personal
- Señales impresas
- Equipo de protección personal
- Productos de limpieza
- Extintores
- Productos para mantenimiento de instalaciones
- Pintura y brochas
- Material de divulgación del programa de seguridad e higiene

Para la relación beneficio costo, el programa realmente es necesario ya que no se cuenta con ningún manual de reglas que regularice la seguridad de los técnicos y empleados de administración. Los accidentes pueden ocurrir en cualquier momento, por lo que el uso de equipo es urgente para evitar cualquier tropiezo.

6.1.4. Organización

- Evaluación de riesgos

Para la organización de un plan de seguridad es esencial empezar por medio de una evaluación de los riesgos a los que está sujeto el personal, ya con ello se sabrá cuales son los accidentes que pueden ocurrir y tratar de plantear soluciones para evitarlos.

Los datos que se saquen en esta evaluación harán una mejor planificación, nombrando personal responsable para cualquier situación de emergencia que suceda.

Para una evaluación de riesgos es necesario hacer rondas de inspección visual, para la identificación de todas las áreas que están riesgosas y que la persona pueda ocurrirle un accidente.

Ya con toda la información recaudada se puede hacer el diseño de formatos que lleven un control diario, mensual o semestral, para saber que las condiciones laborales son las correctas y el personal no está en riesgo que le ocurra un accidente.

- Brigadas de emergencia

El fin de esta es resguardar y velar por la vida de las personas, así como también el valor de los bienes de la empresa, en caso de una emergencia. Es necesario que personal con capacidad de liderazgo y con capacidades superiores a los demás formen la brigada, para una mejor organización. El nombramiento de estas personas debe de hacerse en el momento de las

capacitaciones, para que todos sepan cuáles son las tareas que se les asignan a las personas y saber para qué actividad están destinadas.

El personal de una brigada de emergencia debe atender las siguientes funciones:

- Evaluar daños y análisis de necesidades
- Apoyo en la organización del socorro y atención a las personas
- Apoyo en la sistematización de la información y difusión
- Atención de víctimas
- Atención de salud y los damnificados

- Orden y limpieza

Un lugar que este ordenado y limpio da la sensación de completa seguridad y confianza, en el cual el riesgo de que ocurran accidentes es muy bajo. Para ello se debe organizar al personal para elaborar un programa de limpieza y orden más que todo en el área de taller que es donde ocurren las actividades más riesgosas e inculcarles el habito de el orden y la limpieza, brindarles recursos para la actividad y establecer políticas para que se mantenga el área limpia y ordenada.

6.2. Medio ambiente

El medio ambiente está formado por varios sistemas biológicos que resultan de la interrelación entre el hombre con el hábitat en el que se encuentra.

Para iniciar el impacto del medio ambiente creado por la empresa, es necesario analizar las vías por las que se produce esta afectación, es decir todos los efectos negativos que provoca sobre el medio por el flujo de materiales, energía o emisiones. Entre las que se puede mencionar están:

- Aire: uno de los agentes contaminantes es el humo que emanan las unidades a la hora de la combustión, para ello es necesario que se utilicen repuestos de mayor calidad, que ayuden a reducir la contaminación.
- Agua: el lavado de las unidades y el lavado de la tubería es uno de los factores que contamina el agua, es necesario que los mantenimientos se alargue su intervalo así se podría reducir el uso de este recurso no renovable.
- Residuos: los repuestos que se cambian constantemente en los mantenimientos, son contaminantes ya que no se tienen ningún plan de reciclaje para volver a fabricar otros o darles una segunda vida.
- Utilización de la energía: hacer las unidades más eficientes haría que el impacto al medio ambiente por medio de la absorción de la energía sea mejor.

6.2.1. Reciclaje de repuestos e insumos usados

Como un sistema de reciclaje se recomienda instalar un pequeño sistema, el cual debe contener 4 toneles, uno para el papel que se utiliza en las oficinas, cartón del empaque en que vienen envueltos los repuestos y una que otra unidad; otro tonel en el que se coloquen los plásticos, es decir todas las bolsas envoltorios, botellas donde vienen los insumos; otro tonel para la basura orgánica, y el último para metales en el cual se coloquen todos los repuestos, piezas y utensilios en el taller que ya no se utilicen.

Figura 93. **Botes para el programa de reciclado**



Fuente: http://safe-img04.olx.com.mx/ui/11/05/40/1310966032_144840540_4-Botes-de-basura-para-reciclaje-Otras-ventas.jpg. Consulta: febrero de 2013.

Con la implementación de esto se quiere lograr que el taller se mantenga más ordenado, para evitar riesgos de accidentes y mantener la confianza de que es un lugar de trabajo seguro. Es de aclarar que se puede hacer tratos con empresas recicladoras, para que ellos lleguen al taller a traer su materia prima, lo que para el taller ya es basura y sacar alguno que otro provecho de él. O también no verlo como lucrativo, pero si colaborar con el medio ambiente haciendo una clasificación de la basura, para mayor facilidad de reciclaje.

6.2.2. Recomendar el uso de insumos no contaminantes

Se recomienda el no uso de los refrigerantes contenidos de cloro como lo son los CFC y HCFC que al reaccionar con la molécula del ozono producen reacciones contaminantes.

Para ello existen nuevas generaciones de refrigerantes que son llamados ecológicos como los hidrocarburos y permanece poco tiempo en la atmosfera. Es necesario que estos gases refrigerantes por mucho o poco contaminantes que sean no se dejen escapar a la atmosfera, ya que su permanencia en el ambiente hace que la radiación solar sea remitida al espacio y esto provoque sobrecalentamiento.

CONCLUSIONES

1. Conocer cuántas veces pasó el inventario por la bodega, es un indicador muy importante para la empresa. El aumento de ventas, solicitar los repuestos necesarios y combinar la propuesta de una nueva forma de calcular la rotación ayudó a que esta aumentara, gracias a que la empresa contaba con datos de inventario excedente de años anteriores, compras que se hacen durante el año e inventarios registrados por la bodega; todo esto fue incluido en la nueva propuesta de cálculo de rotación.
2. El uso de métodos de inventarios poco eficientes da como resultado a que existan excedentes o escasez de repuestos. Con la propuesta del modelo de inventario, la cantidad óptima a pedir será la exacta, en función de su demanda. Para mantener un control sobre los tiempos de pedido, se realizó un cronograma de fechas durante el semestre, logrando así mantener abastecido el *stock* de repuestos para los mantenimientos preventivos.
3. Con las propuestas de mejoras en cuanto a las instalaciones y a las funciones que se desarrollan en la bodega, mantener una forma de almacenamiento clave en esta, ayuda a que la entrega de los repuestos e insumos se realice con más facilidad y rapidez, combinando la limpieza y el orden, y esto dará como resultado, que el costo de la bodega este mejor distribuido y en algunos casos pueda reducido.

4. Antes de conocer las actividades de los mantenimientos preventivos que se realizan dentro del taller, primero es necesario conocer cómo funciona un sistema de refrigeración, para luego comprender todas las funciones que prestan las unidades de Thermo King. Las unidades analizadas son la serie V, serie T y serie SB, en diferentes versiones, cada una con diferentes capacidades y cargas de refrigeración.
5. Además de conocer el funcionamiento de las unidades, es necesario que se conozca el funcionamiento de cada uno de los componentes de un sistema de refrigeración. Dentro de los mantenimientos preventivos los repuestos que se más se cambian para un mejor funcionamiento son los filtros y las fajas, su análisis en cuanto a sus operaciones ayudó a que el tiempo de los mantenimientos, se reduzca a solo actividades necesarias.
6. El alargamiento de los mantenimientos preventivos, no solo se debe a que los componentes que se utilizan de la marca Thermo King son de mejor calidad, sino que la propuesta se hace para mantener un nivel ecológico dentro de las actividades, haciendo conciencia en reducir el desecho sólido y líquido que se deriva de ellos.
7. Teniendo un lugar de trabajo más ordenado y limpio, crea confianza en los técnicos, logrando que su trabajo lo realicen con más seguridad sin que ningún riesgo los interrumpa. Las condiciones inseguras se dan en cualquier momento, es por ello que el uso de equipo de protección es necesario y obligatorio para evitar accidentes, así como también la señalización para dar un mejor orden a las operaciones que se realizan y en caso de emergencia obedecerlas sin importar jerarquías.

RECOMENDACIONES

1. Mantener un constante control sobre los índices de calidad en logística, haciendo énfasis en los índices que se relacionan directamente al servicio al cliente interno y externo, y a la rotación del inventario, ya que son los únicos que representan los ingresos para la empresa.
2. El orden y el aseo en la bodega debería hacerse mensualmente, para que las operaciones que en ella se desarrollen, no sean interrumpidas. Para ello se propuso la apertura de la ventanilla hacia el taller, una mesa para manejar operaciones de clientes internos y una sala de ventas adecuado para clientes externos.
3. Con las implementaciones de nuevas tecnologías en cuanto a los mecanismos de las unidades, pero siempre teniendo el mismo principio del ciclo de refrigeración, es necesario que los técnicos en refrigeración mantengan una constante capacitación, para desarrollar sus actividades acorde a las necesidades de los clientes y a las nuevas tecnologías del futuro.
4. Las actividades dentro de los mantenimientos preventivos es necesario que se hagan de una manera completa, utilizando la herramienta adecuada, los insumos y repuestos de mayor calidad; para mantener la calidad en los servicios que presta el taller hacia los clientes no solo de la marca Thermo King®, sino que a otras marcas relacionadas a la refrigeración de contenedores.

5. Para que un técnico en refrigeración haga su trabajo de la mejor manera con toda la confianza y seguridad, es necesario que esté equipado con la herramienta exacta y necesaria. Además contar con su equipo de protección para evitar accidentes y eliminación de riesgos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALARCÓN CREUS, José. *Tratado práctico de refrigeración automática*. 12a ed. España: MarcomboBoixareu, 1998. 456 p.
2. B. CHASE, Richard. *Administración de operaciones*. 12a ed. México: Editorial McGraw-Hill, 2009. 800 p.
3. CARRILLO GORDILLO, Pedro Daniel. *Gestión integral del mantenimiento mediante la aplicación de software de control*. Trabajo de graduación de Ing. Técnica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de Alcalá, Escuela Politécnica Superior, 2008. 241 p.
4. CASTELLS, Xavier Elías. *Reciclaje de residuos industriales*. 3a ed. España: Ediciones Díaz de Santos, 2000. 609 p.
5. CORTÉS DÍAZ, José María. *Seguridad e higiene del trabajo*. 9a ed. España: Tébar, 2007. 775 p.
6. FRANCO LIJÓ, Juan Manuel. *Manual de refrigeración*. 2a ed. España: Reverté, 2006. 230 p.
7. GALGANO, Eduardo. *Los siete instrumentos de la calidad total*. 3a ed. España: Díaz de Santos, 1995. 320 p.

8. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
9. GARCÍA SABATER, José Pedro. *Gestión de stocks de demanda independiente*. 2a ed. España: UPV, 2004. 146 p.
10. GÓMEZ DE LEÓN, Félix Cesareo. *Tecnología del mantenimiento industrial*. España: Universidad de Murcia, 1998. 341 p.
11. H. BALLOU, Ronald. *Logística. Administración de la cadena de suministros*. 5a ed. México: Pearson Educación, 2004. 789 p.
12. J. MORAN, Michael; N. SHAPIRO, Howard. *Fundamentos de termodinámica técnica*. 2a ed. España: Reverté, 2005. 888 p.
13. MOLINA SOLARES, Fernando Estuardo. *Procedimientos para revisiones de sistemas de refrigeración en camiones*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 79 p.
14. MORA GARCÍA, Luis Aníbal. *Indicadores de la gestión logística. Soluciones Integrales en Logística*. 140 p.
15. SETÓ PAMIES, Dolors. *De la calidad de servicio a la fidelidad del Cliente*. España: Esic Editorial, 2004. 171 p.

ANEXOS

Anexo I. Logotipo de la empresa Thermo King de Guatemala



Fuente: Thermo King de Guatemala.

Anexo II. Diagrama de recuperación y reciclaje de vapor de refrigerante

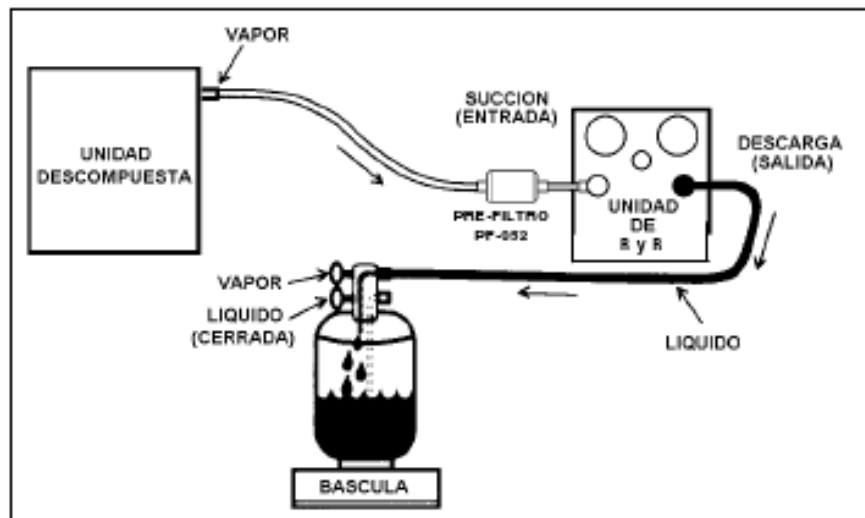


Figura 9.5 - Recuperación de vapor de refrigerante de un sistema.

Fuente: Recuperación y reciclado de refrigerantes. p. 108.

Anexo III. Equipo para recuperado y reciclado refrigerantes

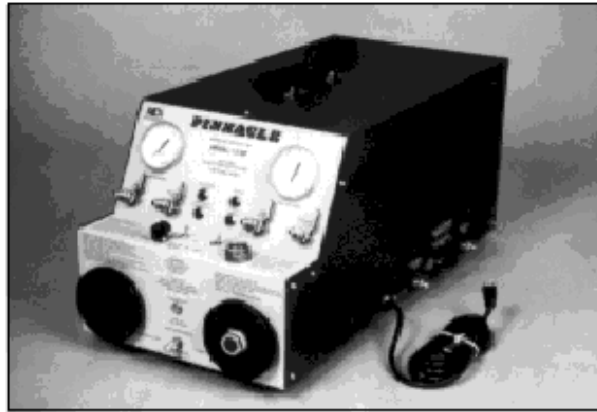


Figura 9.7 - Equipo para recuperación y reciclado de refrigerantes 12, 22, 500 y 502.

Fuente: Recuperación y reciclado de refrigerantes. p. 109.

Anexo IV. Normativo para Transporte Refrigerado

Acuerdo sobre Transporte Internacional de Mercancías Percederas (ATP)

El acuerdo internacional ATP establece las normas que garantizan el transporte de alimentos en condiciones óptimas para su consumo El Acuerdo sobre Transporte Internacional de Mercancías Percederas y sobre Vehículos Especiales utilizados con esta finalidad (ATP) fue aprobado en septiembre de 1970. España firmó el Instrumento de Adhesión al citado acuerdo en marzo de 1972 y desde su entrada en vigor, en noviembre de 1976, el uso de las definiciones y normas contenidas en él para la construcción, control y ensayo de vehículos para el transporte de estas mercancías, se ha ido extendiendo en España. El mismo efecto ha tenido en el resto de Europa.

El objetivo del ATP es asegurar que las mercancías percederas sean transportadas en el ámbito internacional de modo que se garanticen las condiciones óptimas para su consumo, asegurando, del mismo modo, que los vehículos que realicen este transporte satisfagan las condiciones técnicas regidas por el propio acuerdo.

Desde su aprobación ha servido de referencia para el desarrollo posterior de la legislación del transporte de mercancías percederas, no sólo en el

ámbito internacional, sino también en el nacional. Las definiciones y normas que contiene se aplican a todo transporte de mercancías perecederas, tanto destinado a terceros o como mercancía propia, efectuado exclusivamente por ferrocarril, por carretera o por una combinación de ambos métodos, cuando el lugar de carga y de descarga de la mercancía se encuentre en estados diferentes y cuando el lugar de descarga de la mercancía esté ubicado en el territorio de una de las partes contratantes.

Las mercancías perecederas y sus temperaturas

El ATP establece un listado de las mercancías que han de considerarse perecederas a los efectos de la aplicación del acuerdo. Los operadores económicos que transporten mercancías perecederas deben utilizar vehículos isoterms, refrigerantes, frigoríficos o caloríficos, salvo que las temperaturas previsibles durante el transporte conviertan a esta obligación en no aplicable para el mantenimiento de las condiciones de unas temperaturas fijas que se establecen con relación a los productos listados. Los principales se detallan a continuación:

- Productos ultracongelados y congelados (crema congelada, -20 °C; pescados, productos preparados a base de pescado, moluscos y crustáceos congelados o ultracongelados y cualquier otro producto ultracongelado, -18 °C; cualquier producto congelado, excepto mantequilla, -12 °C; mantequilla congelada, -10 °C).
- Mantequilla: 6 °C.
- Productos de caza: 4 °C.
- Leche en cisterna (cruda o pasteurizada) destinada al consumo inmediato: 4 °C.
- Leche industrial: 6 °C.

- Productos lácteos (yogur, kéfir, crema, nata y queso fresco): 4 °C.
- Pescado, moluscos y crustáceos (con exclusión del pesado ahumado, salado seco o vivo, los moluscos vivos y crustáceos vivos): deberán envasarse siempre en hielo fundante.
- Productos preparados a base de carne (de los que se excluyen los que se han estado estabilizado por salazón, ahumado, secado o esterilización): 6 °C.
- Carne (exceptuados el despojos rojo): 7 °C.
- Ave de corral y conejos: 4 °C.

Un vehículo para cada producto

No todos los vehículos son apropiados para el transporte de mercancías perecederas a fin de mantener la temperatura establecida legalmente para conservar el alimento en condiciones inocuas y aptas para su consumo. La norma define la siguiente tipología de vehículos de transporte:

- **Vehículo isoterma:** vehículo cuya caja está construida con paredes aislantes, incluidos las puertas, el suelo y el techo, que limita el intercambio de calor entre el interior y el exterior.
- **Vehículo refrigerado:** vehículo isoterma que, gracias a una fuente de frío, permite reducir la temperatura del interior de la caja vacía, y de mantenerla después para una temperatura exterior media de 30°C a -20°C como máximo, según la clase de vehículos refrigerados que se establecen.
- **Vehículo frigorífico:** vehículo isoterma que incorpora un dispositivo de producción de frío, y permite, con una temperatura media exterior de 30°C, reducir la temperatura del interior de la

caja vacía y de mantenerla de forma permanente entre 12 °C y -20 °C, dependiendo de la clase de vehículo para esta categoría.

- **Vehículo calorífico:** vehículo isoterma provisto de un dispositivo de producción de calor que permite elevar la temperatura en el interior de la caja vacía y mantenerla después durante doce horas, por lo menos, sin repostado a un valor prácticamente constante y no inferior a 12°C.

El control de la conformidad de los vehículos especiales destinados al transporte internacional de mercancías perecederas deberá hacerse antes de su puesta en servicio y, periódicamente, al menos cada seis años.

Las condiciones de los vehículos especiales de transporte o abastecimiento



Los vehículos adaptados al transporte de productos perecederos deben someterse a controles estrictos. En febrero de 2000 se aprobó la norma que regula las especificaciones técnicas que deben cumplir los vehículos especiales para el transporte terrestre de productos alimentarios a temperatura regulada.

Asimismo, la norma da cuenta de los procedimientos para el control de conformidad con las especificaciones, que, además, actualiza la reglamentación

nacional relativa al transporte de mercancías perecederas. Su objetivo es establecer y adecuar la reglamentación básica para la construcción, control y ensayo de los vehículos.

La norma establecía un plazo máximo, hasta el 1 de enero de 2001 o hasta que se cumplan los veinte años de su construcción, para aquellos vehículos no correspondientes a un tipo homologado y que estuviesen en posesión de un certificado de autorización especial conforme a la norma anterior, que data de 1985.

En octubre de 2001 una Orden Ministerial rectificó las exigencias de la norma de 2000 (un Real Decreto) al considerar que el plazo otorgado entre la publicación de ésta y el 1 de enero de 2001, límite que se había establecido para el sector del transporte de este tipo de productos, podía ocasionar un desabastecimiento en el mercado de mercancías perecederas por su falta de transporte, al no tener capacidad la industria nacional para proceder a la renovación de la flota existente en ese corto plazo que se había otorgado. Y así quedó establecido que los citados vehículos a partir del 1 de enero de 2003 no podrán ser mantenidos en servicio cuando hayan cumplido veinte años desde su construcción.

