



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

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA
EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL EN
LA EMPRESA LA NUEVA ERA**

MARIO ALEXANDER MONTERROSO MORALES
Asesorado por el Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga

Guatemala, octubre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS
DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL EN LA EMPRESA LA NUEVA
ERA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARIO ALEXANDER MONTERROSO MORALES

ASESORADO POR EL INGENIERO LUIS ALFREDO ASTURIAS ZÚÑIGA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	---
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL EN LA EMPRESA LA NUEVA ERA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 6 de agosto de 2004.

Mario Alexander Monterroso Morales

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por haberme permitido culminar este trabajo, dándome la fuerza y el entendimiento necesario.

A MI TIA VILMA LUCRECIA Y MI ABUELITA MARTA

Quienes me apoyaron y me dieron el aliento necesario para terminar el presente trabajo de graduación.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Fuente de sabiduría que ha guiado mi vida y cuya iluminación espero siempre.

A MI PADRE

Mario Aníbal Monterroso, por ser mi ejemplo a seguir.

A MI FAMILIA

A mi madre Rosa Margarita

A mi abuelita Marta Agustina

A mis tíos Vilma Lucrecia, Carlos Constantino, Ludmila Carina y Gustavo

A mis hermanos Walter Manuel, Iris y Zuly.

A mis primos Mario Gustavo y Linda

A quienes agradezco su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. CONCEPTOS GENERALES	
1.1 Descripción general de la empresa.....	1
1.2 Conceptos generales del mantenimiento.....	2
1.2.1 Definición de mantenimiento.....	2
1.2.2 Tipos de mantenimiento.....	3
1.2.2.1 Mantenimiento de avería.....	3
1.2.2.2 Mantenimiento correctivo.....	4
1.2.2.3 Mantenimiento preventivo.....	5
1.2.2.4 Mantenimiento predictivo.....	6
1.2.3 Factores de la importancia del mantenimiento.....	7
1.2.4 Ventajas del mantenimiento preventivo.....	8
1.3 Fundamentos de refrigeración.....	9
1.3.1 Refrigeración.....	9
1.3.2 Tipos de refrigeración.....	10
1.3.2.1 Refrigeración doméstica.....	10
1.3.2.2 Refrigeración comercial.....	10
1.3.2.3 Refrigeración industrial.....	10
1.3.3 Ciclo de refrigeración.....	11
1.3.4 Refrigerantes.....	14

1.3.4.1	Propiedades de los refrigerantes.....	14
1.3.4.2	Tipos de refrigerantes.....	16
1.3.4.2.1	Refrigerante R-12.....	16
1.3.4.2.2	Refrigerante R-134a.....	17
1.3.4.2.3	Refrigerante R-404a.....	18
1.4	Componentes de los equipos de refrigeración.....	19
1.4.1	Compresores.....	19
1.4.1.1	Compresores reciprocantes.....	20
1.4.1.2	Compresores rotativos.....	21
1.4.1.3	Compresores helicoidales(de tornillo).....	22
1.4.1.4	Compresores centrífugos.....	23
1.4.2	Condensadores.....	24
1.4.2.1	Condensadores enfriados por agua.....	25
1.4.2.2	Condensadores enfriados por aire.....	27
1.4.3	Evaporadores.....	29
1.4.3.1	Evaporadores de placa.....	29
1.4.3.2	Evaporadores de aire forzado.....	30
1.4.3.3	Evaporadores multitubulares.....	31

2. SITUACIÓN ACTUAL EN QUE SE ENCUENTRAN LAS UNIDADES DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL

2.1	Inventario técnico de los equipos de refrigeración.....	33
2.1.1	Ubicación técnica.....	33
2.2	Descripción del equipo existente.....	34
2.2.1	Características técnicas.....	34
2.2.1.1	Marca.....	35
2.2.1.2	Modelo.....	35
2.2.1.3	No. Serie.....	35
2.2.1.4	Temperatura.....	35

	2.2.1.5	Amperaje.....	36
	2.2.1.6	Presiones de operación.....	36
	2.2.1.7	Tipo de refrigerante.....	36
	2.2.1.8	Cantidad.....	37
	2.2.2	Requerimientos de instalación.....	37
2.3		Condiciones de los equipos.....	41
	2.3.1	Compresor.....	41
		2.3.1.1 Condiciones.....	41
		2.3.1.2 Datos del fabricante.....	41
	2.3.2	Condensador.....	43
		2.3.2.1 Condiciones.....	44
		2.3.2.2 Datos del fabricante.....	44
	2.3.3	Evaporador.....	46
		2.3.3.1 Condiciones.....	46
		2.3.3.2 Datos del fabricante.....	46
	2.3.4	Dispositivo de expansión.....	48
		2.3.4.1 Condiciones.....	48
		2.3.4.2 Datos del fabricante.....	48
	2.3.5	Ventiladores.....	50
		2.3.5.1 Condiciones.....	50
		2.3.5.2 Datos del fabricante.....	51
	2.3.6	Filtros.....	54
		2.3.6.1 Condiciones.....	54
		2.3.6.2 Datos del fabricante.....	54
2.4		Procedimientos de mantenimiento realizado.....	56
2.5		Fallas más comunes de los equipos.....	56

3. DESCRIPCIÓN Y PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

3.1	Equipos de refrigeración.....	57
3.2	Protocolo de mantenimiento.....	57
3.2.1	Rutina diaria.....	58
3.2.2	Rutina mensual.....	59
3.3	Condiciones de seguridad.....	68
3.3.1	Propuesta de seguridad.....	68
3.4	Efectos de los contaminantes en los sistemas de Refrigeración.....	72
3.4.1	Propuesta de recuperación de refrigerantes.....	72
3.4.2	Efectos nocivos de la humedad.....	78
3.5	Guía para el análisis de fallas.....	79
3.5.1	Cuadro de diagnóstico de fallas.....	79
3.5.2	Manual de reparaciones más comunes.....	100

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

4.1	Capacitación.....	117
4.2	Atribuciones y responsabilidades del personal.....	119
4.3	Conformación de un archivo de mantenimiento.....	138
4.3.1	Administración del mantenimiento.....	138
4.3.1.1	Solicitud de trabajo.....	139
4.3.1.2	Orden de trabajo.....	141
4.3.2	Ficha de equipo.....	146
4.3.3	Ficha histórica del equipo.....	148
4.3.4	Ficha de control de órdenes.....	150

5. SEGUIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL

5.1	Círculos de calidad.....	153
-----	--------------------------	-----

5.2	Auditorías periódicas.....	154
5.2.1	Auditoría interna.....	157
5.2.2	Auditoría externa.....	157
	CONCLUSIONES.....	159
	RECOMENDACIONES.....	161
	BIBLIOGRAFÍA.....	163

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ciclo de refrigeración	11
2	Compresor recíprocante hermético	20
3	Compresor Rotativo	21
4	Compresor de Tornillo	22
5	Compresor Centrífugo	23
6	Condensador enfriado por agua	26
7	Esquema de condensador enfriado por agua	26
8	Condensador de aire de circulación natural	27
9	Condensador de aire forzado tipo horizontal	28
10	Condensador de aire forzado de tipo vertical	28
11	Evaporador de placa	29
12	Evaporador de aire forzado	30
13	Evaporador multitubular	31
14	Esquema del equipo para la recuperación de refrigerante	73
15	Ficha de solicitud de trabajo	140
16	Ficha de orden de trabajo para mantenimiento correctivo	143
17	Ficha de orden de trabajo para mantenimiento preventivo A	144
18	Ficha de orden de trabajo para mantenimiento preventivo B	145
19	Ficha técnica de equipo	147
20	Ficha histórica del equipo	149
21	Ficha de control de órdenes de trabajo	151
22	Formato de tarjeta de mantenimiento	156

TABLAS

I	Inventario de unidades de refrigeración comercial	38
II	Inventario de unidades de refrigeración comercial	39
III	Inventario de unidades de refrigeración comercial	40
IV	Inventario de compresores	42
V	Inventario de condensadores	44
VI	Inventario de evaporadores	46
VII	Inventario de dispositivos de expansión	49
VIII	Inventario de ventiladores	51
IX	Inventario de filtros	54
X	Cuadro de diagnóstico de fallas No.1	80
XI	Cuadro de diagnóstico de fallas No.2	81
XII	Cuadro de diagnóstico de fallas No.3	82
XIII	Cuadro de diagnóstico de fallas No.4	83
XIV	Cuadro de diagnóstico de fallas No.5	84
XV	Cuadro de diagnóstico de fallas No.6	85
XVI	Cuadro de diagnóstico de fallas No.7	86
XVII	Cuadro de diagnóstico de fallas No.8	87
XVIII	Cuadro de diagnóstico de fallas No.9	88
XIX	Cuadro de diagnóstico de fallas No.10	89
XX	Cuadro de diagnóstico de fallas No.11	90
XXI	Cuadro de diagnóstico de fallas No.12	91
XXII	Cuadro de diagnóstico de fallas No.13	92
XXIII	Cuadro de diagnóstico de fallas No.14	93
XXIV	Cuadro de diagnóstico de fallas No.15	94
XXV	Cuadro de diagnóstico de fallas No.16	95
XXVI	Cuadro de diagnóstico de fallas No.17	96
XXVII	Cuadro de diagnóstico de fallas No.18	97

XXVIII Cuadro de diagnóstico de fallas No.19	98
XXIX Cuadro de diagnóstico de fallas No.20	99

GLOSARIO

Atribución	Cada una de las responsabilidades que da a una persona el cargo que ejerce.
Calor latente	Término utilizado para referirse al calor que produce un cambio de estado, caracterizado por mantener la temperatura constante a una presión dada.
Calor sensible	Calor caracterizado por producir un aumento de temperatura, sin alterar el estado de la sustancia.
Lado de alta	Es la parte de sistema de refrigeración que opera bajo la presión de condensación.
Lado de baja	Parte del sistema de refrigeración que opera a la presión de evaporación.
Manómetro	Instrumento para medir presiones manométricas de líquidos y gases.
Presión de descarga	Es la presión de operación medida en la línea de descarga o la salida del compresor.
Presión de succión	Es la presión de operación media en la línea de succión a la entrada del compresor.

Presión absoluta	Es la suma de presión manométrica y atmosférica.
Presión atmosférica	Es la presión que producen los gases del ambiente sobre la tierra.
Presión manométrica	Es la presión que excede a la presión atmosférica y es registrada por un dispositivo de medición (manómetros).
Purga	Liberar gas comprimido a la atmósfera a través de alguna parte o partes con el fin de remover los contaminantes de esa parte o partes.
Relé de arranque	Mecanismo o aparato eléctrico que conecta y desconecta el embobinado de arranque de un motor eléctrico.
Responsabilidad	Es la obligación de responder de los actos propios y en algunos casos de los ajenos dentro de una organización.
Vacío	Espacio del cual se ha extraído aire o gas.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, propone la implementación de un plan de mantenimiento para equipos de refrigeración comercial, con el objetivo de optimizar su funcionamiento y prolongar su tiempo de vida.

El capítulo uno aborda conceptos generales sobre el mantenimiento y la refrigeración, el cual es de gran importancia para comprender los temas posteriores. El capítulo dos contiene la información necesaria para la realización del trabajo, como por ejemplo, cantidad de unidades, estado actual, condiciones de funcionamiento, es decir, toda la información necesaria para realizar las rutinas de mantenimiento y sistemas de control. El capítulo tres contiene el diseño de las herramientas necesarias para la realización de los servicios de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, a las unidades de refrigeración, es decir, el diseño de las rutinas de mantenimiento preventivo y la periodicidad con que se deben realizar; tablas para el análisis de fallas y los procedimientos necesarios que generalmente se realizan para las reparaciones de las unidades de refrigeración. En el capítulo cuarto se describen los procedimientos utilizados para conseguir una adecuada implementación del plan de mantenimiento. El capítulo cinco describe los procedimientos realizados para el seguimiento de las actividades de mantenimiento, que son basadas principalmente en auditorías, las cuales permiten la retroalimentación de las actividades y la posibilidad de aplicar acciones correctivas cuando sea necesario.

OBJETIVOS

- **GENERAL**

Desarrollar un plan de mantenimiento para equipos de refrigeración comercial, que constituya una herramienta indispensable para el personal de mantenimiento.

- **ESPECÍFICOS**

1. Describir la importancia del mantenimiento y la refrigeración en nuestro país.
2. Verificar el estado actual de los equipos de refrigeración.
3. Analizar el funcionamiento de los equipos de refrigeración.
4. Proponer una rutina de mantenimiento preventivo.
5. Capacitar al personal de mantenimiento para que pueda prestar un servicio de mejor calidad.
6. Reducir los paros no programados del equipo de refrigeración.
7. Asegurar que los equipos de refrigeración funcionen en condiciones óptimas.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, Guatemala cuenta con equipos muy eficientes de refrigeración, para la producción, almacenamiento y venta de productos, para lo cual debe tomarse en cuenta que estos equipos aunque sean de buena calidad, están sometidos a sobrecargas de trabajo o condiciones ambientales no apropiadas, lo cual deteriora y disminuye su vida útil. Es aquí donde radica la importancia del mantenimiento.

El programa de mantenimiento preventivo es necesario para que los equipos puedan prestar el servicio para el cual fueron diseñados, minimizando el tiempo perdido en reparaciones y los costos que estos conllevan, por medio de visitas periódicas, limpieza, ajustes y lubricación, para asegurar el funcionamiento adecuado de dichos equipos.

Es por esto que este trabajo contiene información que será de utilidad para conocer el funcionamiento de los equipos, sus componentes principales, así como un programa de mantenimiento detallado, que será de utilidad para las personas encargadas de prestar el mantenimiento de los equipos de refrigeración.

1. CONCEPTOS GENERALES

1.1 Descripción general de la empresa

La Nueva Era es una empresa de origen guatemalteco, dedicada a la refrigeración, tuvo sus inicios en el año de 1985, empezando a trabajar únicamente en la reparación de equipos de refrigeración de tipo doméstico por varios años, pero posteriormente fue creciendo y empezó a incursionar en el área de la refrigeración comercial a partir del año de 1995, realizando instalaciones y reparación de unidades de refrigeración.

Actualmente **La Nueva Era** está empezando a ofrecer servicios de mantenimiento preventivo debido a las altas exigencias de calidad de los productos alimenticios que se ofrecen en el mercado nacional.

Entre los tipos de empresas para los cuales presta sus servicios La Nueva Era se encuentran grandes empresas de prestigio dedicadas a la elaboración, distribución y venta de alimentos tales como supermercados, pastelerías, panaderías, restaurantes, carnes blancas y embutidos.

1.2 Conceptos generales del mantenimiento

A continuación se presentan una serie de definiciones muy importantes relacionadas con el mantenimiento que deben ser comprendidas claramente, ya que posteriormente se utilizarán estos términos.

1.2.1 Definición de mantenimiento

En todos los equipos e instalaciones se producen fallas y deterioro provocado por su uso y las condiciones en las que se encuentran, por estas razones es necesario el mantenimiento, para poder disminuir su desgaste y aumentar su tiempo de vida.

El mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite que los equipos e instalaciones puedan cumplir con las funciones para las cuales fueron diseñados tanto en capacidad como en calidad, pudiendo ser utilizados en condiciones seguras y económicas.

Es importante indicar que el mantenimiento siempre debe estar enfocado hacia el servicio que proporciona la maquina y no a la maquina misma, debido a que el servicio es la razón por la cual se construyen las maquinas e instalaciones. La inestabilidad en la operación de los equipos da por resultado variabilidad excesiva en el producto o el servicio que prestan, por consecuencia ocasiona un producto defectuoso o un servicio insatisfecho. Para poder prestar un servicio de calidad adecuada, el equipo debe de operar dentro de rangos de especificaciones adecuadas, las cuales pueden mantenerse mediante el mantenimiento.

1.2.2 Tipos de Mantenimiento

Todas las empresas sin importar su tipo o tamaño, deben de tener incluidas dentro de sus actividades el servicio de mantenimiento para sus equipos o instalaciones, estos se pueden clasificar de la siguiente manera:

1.2.2.1 Mantenimiento de avería

Este tipo de mantenimiento se realiza cuando se presenta una falla inesperada que ocasiona el paro en los equipos, haciendo necesaria una reparación de emergencia.

Posteriormente a que se produce la avería se planifican las actividades que se tienen que seguir para la reparación, determinando los repuestos, materiales, mano de obra y herramientas que se utilizaran en la reparación.

El mantenimiento de avería tiene un costo muy alto debido a la falta de planificación y programación, prolongando el tiempo muerto de los equipos y el tiempo de la mano de obra detenida.

1.2.2.2 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es muy parecido al mantenimiento por avería en el sentido de que se realiza hasta el momento en que se produce la falla en el equipo, la diferencia radica en que en el mantenimiento por avería se planifica lo que se debe hacer después de que se produzca la falla, mientras que en el mantenimiento correctivo ya se tiene planificado el procedimiento a seguir para realizar la reparación previamente, disponiendo del personal, herramientas y repuestos para poderla realizar correctamente el trabajo requerido.

Sus funciones se pueden dividir en dos tipos:

- Corregir las fallas del equipo reparando la pieza dañada o sustituyéndola si fuera necesario.
- Reacondicionar el equipo haciendo cambios en su diseño o en los materiales utilizados para poder obtener un buen funcionamiento del equipo.

Tanto el mantenimiento correctivo como el de avería son los que ocasionan los mayores costos de operación dentro de las empresas debido a que no se tiene planificada la fecha en la cual se realizara el trabajo puesto que la falla se produce en un tiempo inesperado.

1.2.2.3 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo surge de la necesidad de disminuir el alto costo del mantenimiento correctivo, principalmente a causa de los altos tiempo de paros que provocan las fallas.

Consiste básicamente en la programación de inspecciones, ajustes, reparaciones, limpieza, lubricación, calibración, sustitución de algún componente, debe llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido, apoyándose en el conocimiento del equipo en base a la experiencia y los datos del fabricante.

El propósito del mantenimiento preventivo es prevenir cualquier tipo de fallas potenciales, manteniendo la infraestructura, equipos e instalaciones en completa operación a los niveles más adecuados y una eficiencia optima, reacondicionando o sustituyendo componentes, a intervalos regulares de tiempo sin importar el estado en que se encuentren los componentes en ese momento, pudiendo realizar estas tareas en un momento adecuado para la empresa, cuando casi no interfiera con la producción o el servicio que se presta, requiere de un alto nivel de planeación. Para la determinación de las rutinas se requiere de conocimiento acerca de la distribución de las fallas de los equipos.

1.2.2.4 Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que se manifieste por completo, debido a las condiciones que se presenten antes de que ocurra la falla.

El objetivo del mantenimiento predictivo es conseguir adelantarse a la falla o adelantarse al momento en el cual el equipo deja de trabajar en condiciones óptimas. Para conseguirlo se utilizan herramientas y técnicas para monitorear periódicamente los parámetros físicos entre los cuales se tiene que encontrar la maquinaria que se desea controlar.

El mantenimiento predictivo presenta principalmente las siguientes desventajas:

- La implementación de este sistema de mantenimiento se requiere de una alta inversión en equipos para realizar los análisis.
- Requiere una alta inversión de tiempo, debido a la constante supervisión de los parámetros a controlar.
- El personal utilizado requiere de constante capacitación debido a la alta especialización que se necesita para utilizar los instrumentos de medición y poder interpretar sus resultados de los análisis.

1.2.3 Factores de la importancia del mantenimiento

Los factores que determinan la importancia que tiene el mantenimiento en las empresas son los siguientes:

- La creciente mecanización, debido a los grandes adelantos tecnológicos, los sistemas productivos del país se encuentra cada vez más automatizados, debido a esto el mantenimiento es vital para mantener en un adecuado funcionamiento la gran cantidad de equipos.
- Aumento de inventarios de repuestos, una alta existencia de repuestos presentan costos demasiado altos para las empresas debido a su almacenamiento y traslado, pero también se tienen que tomar en cuenta los costos que provocan la no existencia de repuestos en el momento que se necesita deteniendo la producción o dejando de prestar el servicio, por lo tanto un adecuado plan de mantenimiento es necesario para poder determinar la cantidad y tipo adecuado de repuestos que se necesitan mantener en inventario.
- Exigencia de la calidad, la creciente competencia y demanda por parte de los clientes, obliga a las empresas producir y prestar servicios de mejor calidad, un adecuado servicio de mantenimiento es necesario para evitar la variabilidad y cumplir con las estrictas exigencias de los clientes.
- La necesidad que tienen las empresas de aprovechar la totalidad de los recursos disponibles obliga a tener servicios de mantenimiento constante que mantengan a los equipos funcionando adecuadamente.

1.2.4 Ventajas del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo tiene las siguientes ventajas:

- La confiabilidad: Los equipos al tener un adecuado programa de mantenimiento preventivo trabajan en mejores condiciones de funcionamiento y seguridad.
- Disminución del tiempo muerto: El tiempo en que se encuentran detenida la maquinaria y equipo es pequeño y pueden ser programados en fechas que no perjudiquen a la empresa.
- Mayor duración de los equipos e instalaciones: Un adecuado servicio de mantenimiento disminuye considerablemente el deterioro de estos, prolongado en tiempo de vida de la unidad.
- Una mejor uniformidad en la carga de trabajo para el personal que se ocupa del mantenimiento, debido a una adecuada programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones: un adecuado programa de mantenimiento preventivo reduce considerablemente las reparaciones de los equipos, al punto de casi eliminarlos.
- Menor inventario de repuestos: lo que provoca menores costos de almacenamiento debido a la disminución de repuestos y materiales.

1.3 Fundamentos de refrigeración

Debido a que el presente trabajo trata específicamente del mantenimiento de equipos de refrigeración, es importante conocer los términos que comúnmente se utilizan en esta rama de la mecánica.

1.3.1 Refrigeración

Como se dijo anteriormente la refrigeración en el transcurso de los años ha ido evolucionando hasta ocupar un papel muy importante en Guatemala, ya que prácticamente todas las empresas cuentan con equipos de refrigeración, para la distribución, almacenamiento, venta y uso exclusivo de su personal, como por ejemplo los laboratorios, hospitales, hoteles, restaurantes, supermercados, etc. o para intervenir en algún proceso productivo como en el caso de las plantas de manufactura de productos plásticos, las de fabricación de hielo, carnes, vegetales y lácteos.

La refrigeración no es más que el proceso de extracción de calor existente en una sustancia que queremos enfriar y el traslado a otro lugar donde no afecte. Este proceso consiste en una transferencia de calor debido a la diferencia de temperatura de dos sustancias, el calor se trasfiere de la sustancia que tiene mayor temperatura hacia la que tiene temperatura más baja.

1.3.2 Tipos de refrigeración

La refrigeración se clasifica de acuerdo a la aplicación de la siguiente manera:

1.3.2.1 Refrigeración doméstica

El tipo de equipos de los que se ocupa la refrigeración de tipo doméstica, son únicamente los refrigeradores y congeladores que se utilizan en los hogares, sin ningún fin de lucro, únicamente para satisfacer un servicio en el hogar. Son unidades pequeñas, con compresores de tipo hermético y su potencia se encuentra entre 1/20 y 1/2 de Hp.

1.3.2.2 Refrigeración Comercial

La refrigeración comercial se encarga del diseño, instalación y mantenimiento de los equipos de refrigeración que se utilizan en las empresas de servicio, que se encargan de la distribución, almacenamiento y exhibición de artículos perecederos, por ejemplo en: supermercados, hospitales, laboratorios, restaurantes, hoteles, heladerías, pastelerías, etc. Estos equipos cuentan con compresores de los tipos herméticos y semiabiertos, su capacidad de potencia se encuentra entre 1/4 y 15 Hp.

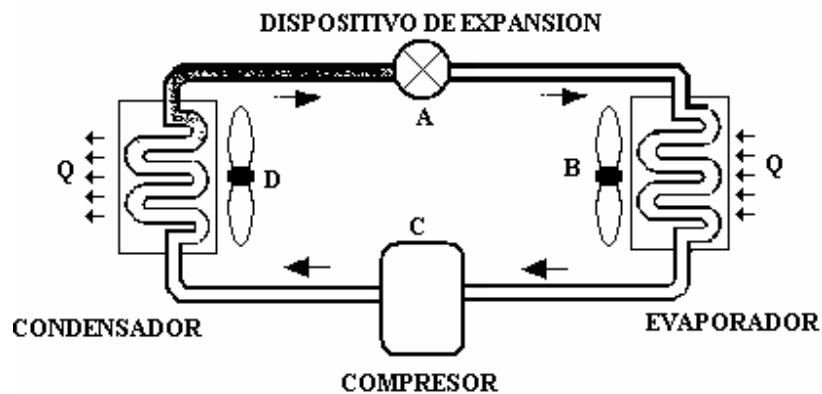
1.3.2.3 Refrigeración Industrial

La refrigeración industrial abarca los grandes equipos de refrigeración que se utilizan en las plantas de producción. Por ejemplo las plantas de producción de hielo, embutidos, lácteos, cervecerías, etc. Estos equipos utilizan grandes compresores del tipo abierto, con potencias de 15 a 100 Hp.

1.3.3 Ciclo de refrigeración

En esta sección se describirá el funcionamiento del ciclo de refrigeración por medio del sistema de refrigeración por compresión de vapor, el cual necesita para funcionar de cuatro elementos principales que son comunes en los diversos sistemas de refrigeración conocidos: El dispositivo de expansión, evaporador, compresor y condensador.

Figura 1. Ciclo de refrigeración



Fuente: www.camba.com/domo/termodin.htm

Las transformaciones físicas que ocurren en el fluido refrigerante durante su recorrido por todo el sistema frigorífico, son responsables del efecto de refrigeración. El ciclo de la refrigeración se divide en cuatro procesos los cuales se detallarán a continuación:

- A. El proceso de expansión: Cuando el refrigerante entra al dispositivo de expansión se encuentra en estado líquido, con alta presión y temperatura, es aquí donde se produce una estrangulación debido a la abertura estrecha de este dispositivo, esto provoca un aumento de la velocidad y una disminución de la presión, esta presión es inferior a la presión de saturación correspondiente a esta temperatura debido a esto parte del líquido se evapora tomando el calor latente necesario para dicha evaporación de la mezcla líquido-vapor, causando disminución de temperatura del refrigerante, esta nueva temperatura alcanza el valor de la temperatura de saturación a la presión de salida del dispositivo de expansión (punto de ebullición).
- B. Proceso de evaporación: El refrigerante es transportado hacia el evaporador, éste es el encargado de absorber el calor de la sustancia que se desea enfriar que puede ser aire o agua y trasladarlo posteriormente hacia el refrigerante. Dicha sustancia tiene que encontrarse a una temperatura mayor que la del refrigerante, para que pueda darse transferencia de calor de la sustancia a dicho refrigerante por medio de las paredes de la tubería del evaporador. El fluido refrigerante que ingresa al evaporador se encuentra en su punto de ebullición, por lo tanto el calor que pueda absorber a lo largo del evaporador hará que se evapore. Todo el refrigerante es evaporado poco antes del extremo final del serpentín, lo que causa que el vapor que sale del evaporador se encuentre sobrecalentado, garantizando de esta manera que no salga líquido del evaporador que pueda dañar el compresor, es importante indicar que el aumento de temperatura no afecta la presión esta siempre permanece constante en este proceso.

- C. Proceso de compresión: El vapor de refrigerante resultante de la evaporación es trasladado al compresor por medio de la línea de succión, al llegar al compresor el refrigerante es comprimido elevando su presión hasta que alcance la presión necesaria para su condensación. Para poder realizar la compresión del gas, se requiere de trabajo mecánico el cual es proporcionado por el compresor, este trabajo contribuye a aumentar la energía almacenada en el vapor comprimido, produciendo un aumento de temperatura sobrecalentando el refrigerante, luego el gas caliente es expulsado por la línea de descarga del compresor.
- D. Proceso de condensación: El condensador recibe el gas caliente a alta presión que descarga el compresor y posteriormente expulsa el calor del sistema de refrigeración. El calor fluye a través de las paredes de la tubería del condensador, desde el refrigerante a mayor temperatura hasta el fluido de enfriamiento que puede ser aire o agua. Como el refrigerante está sobrecalentado cuando entra al condensador, primero se enfría hasta que alcanza su temperatura de saturación correspondiente a su nueva presión. Posteriormente la liberación adicional de calor da como resultado la condensación gradual del refrigerante, hasta que se condense en su totalidad. El refrigerante sale del condensador como un líquido saturado, este líquido es trasladado al dispositivo de expansión para empezar de nuevo el ciclo.

1.3.4 Refrigerantes

Un refrigerante es cualquier sustancia que actúa como agente de enfriamiento absorbiendo calor de otro cuerpo, para trasladarlo y liberarlo en un lugar donde no afecte.

1.3.4.1 Propiedades de los refrigerantes

Para obtener un funcionamiento adecuado de los equipos de refrigeración, los refrigerantes que se utilizan deben reunir las siguientes características:

- Poseer un alto calor latente de ebullición, debido a que mientras mayor sea el calor latente de evaporación del líquido refrigerante, mayor será la cantidad de calor que absorberá en el proceso de evaporación, empleando la menor cantidad posible de refrigerante en el proceso.
- El punto de ebullición tiene que ser lo suficientemente baja para que sea siempre inferior a la temperatura de los cuerpos que se desean enfriar.
- Baja presión de condensación, lo que permite licuar rápidamente el refrigerante a las presiones de trabajo normales, si se necesitara una alta presión para condensarlo el compresor debería hacer un mayor trabajo.
- No tiene que afectar las propiedades del aceite lubricante, debido a que el aceite lubricante es muy importante para la lubricación de los compresores.
- El refrigerante no debe ser inflamable.

- Es un factor de gran importancia el efecto que los refrigerantes puedan tener sobre los metales, por ejemplo el refrigerante R-717 no puede ser utilizado con el cobre debido a que esta hecho de amoniaco el cual lo deteriora rápidamente las tuberías de cobre.
- Se debe seleccionar un refrigerante que sea lo menos toxico posible, para que no sea dañino para el cuerpo humano y no contamine los productos almacenadas en caso de fuga.
- La composición química del refrigerante seleccionado debe permitir una fácil localización en el momento que se produzcan fugas en el sistema de refrigeración.
- Finalmente es de mucha importancia que el refrigerante seleccionado tenga el costo más bajo posible con una calidad aceptable y sea de fácil disponibilidad en el mercado.

1.3.4.2 Tipos de refrigerantes

La industria manufacturera fabrica una gran cantidad de refrigerantes, pero solo se analizaran tres el R-12, R-134a y R-404a, debido a que son los que se utilizan en los equipos de refrigeración comercial.

1.3.4.2.1 Refrigerante R-12

Este compuesto pertenece a la familia de los clorofluorocarbonos CFC, son compuestos totalmente halogenados, es decir que no contienen hidrogeno enlazados a la cadena carbonada. Cada molécula de este compuesto de un átomo de carbono, dos de cloro y dos de fluor. Su fórmula química es CCl_2F_2 y su nombre químico diclorodifluorometano. El nombre que se utiliza en la industria de la refrigeración es refrigerante R-12. Es un refrigerante que fue utilizado en el pasado en equipos de refrigeración domestica y comercial. Es recomendado utilizar como lubricantes de los sistemas de refrigeración que utilicen refrigerante R-12 el aceite mineral debido a su excelente miscibilidad a las presiones y temperaturas de trabajo. No es un gas toxico razón por la cual fue el más utilizado en las instalaciones frigoríficas, pero debido a que deteriora la capa de ozono, a causa del cloro que compone esta sustancia, su utilización a sido restringida, dando como fecha limite para su utilización del año 2014. Absorbe poco la humedad pero si el R-12 se mezcla con agua forma ácido fluorhídrico, el cual es un ácido altamente corrosivo, dañando componentes del sistema de refrigeración principalmente el compresor y forma hielo obstruyendo los dispositivos de expansión, por estas causas se recomienda utilizar filtros en el sistema.

1.3.4.2.2 Refrigerante R-134a

Este compuesto pertenece a la familia de los hidrofluorocarbonos (HFC) llamados refrigerantes ecológicos debido a que no posee átomos de cloro en sus moléculas, compuesto responsable del deterioro de la capa de ozono. Su nombre químico es 1,1,1,2-tetrafluoroetano y tiene por fórmula química la siguiente $\text{CH}_2\text{-FCF}_3$.

Debido a que posee propiedades muy similares al refrigerante R-12 se ha implementado como sustituto en las instalaciones de aire acondicionado y refrigeración doméstica y comercial, sus presiones de aspiración y descarga son ligeramente más bajas de el R-12.

No es tóxico, ni inflamable y no deteriora la atmósfera. Pero tiene muy mala miscibilidad con los aceites minerales utilizados con su antecesor, por lo tanto sólo se pueden emplear aceites a base de éster, se recomiendan aceites POE (poliéster), la miscibilidad es un factor que debe considerarse debido a que garantiza el retorno del aceite al compresor durante el ciclo de refrigeración, los aceites POE son higroscópicos debido a esto no debe exponerse por tiempos prolongados en el aire ambiente y poseen una alta tendencia a arrastrar impurezas del sistema de refrigeración, por lo tanto se debe instalar filtros en el sistema específicamente en el área de aspiración del compresor y antes del dispositivo de expansión.

Debido a que el refrigerante R-134 y los aceites POE absorben más fácilmente la humedad que el refrigerante R-12 y el aceite mineral es importante utilizar filtros de mayor tamaño.

1.3.4.2.3 Refrigerante R-404a

El refrigerante R-404a al igual que el R-134a pertenece al grupo de los nuevos refrigerantes hidrofluorocarbonos HFC exentos de cloro, es sustituto del R-502 que por contener cloro en su estructura molecular deteriora la capa de ozono.

El R-404a esta compuesto de una mezcla de los refrigerantes R-143a, R-125 y R-134a, todos son compuestos que pertenecen al grupo HFC, la formula molecular que corresponde a la mezcla azeotropica es la siguiente: $\text{CHF}_2\text{CF}_3 / \text{CH}_3\text{CF}_3 / \text{CH}_2\text{FCF}_3$.

Es utilizado en mostradores refrigerados, cuartos fríos, maquinas de hielo y en el procesamiento de alimentos, etc.

Por las mismas razones que el refrigerante R-134a, debe emplearse aceites POE a base de éster para asegurar que exista miscibilidad entre el refrigerante y el aceite. Debido a la tendencia de los aceites poliéster de absorber la humedad y arrastrar impurezas del sistema de refrigeración, se recomienda la instalación de filtros en el lado de aspiración y antes del dispositivo de expansión.

1.4 Componentes de los equipos de refrigeración

A continuación se describirán los principales componentes que conforman los equipos de refrigeración, describiendo el trabajo que realizan dentro del sistema y sus tipos principales.

1.4.1 Compresores

Comúnmente se dice que el compresor es el corazón del sistema de refrigeración, debido a que bombea el refrigerante a través de todo el sistema. La principal función del compresor es aumentar la presión y temperatura del gas refrigerante hasta alcanzar la presión de saturación en la cual el gas pueda condensarse. El gas a baja presión que proviene del evaporador es aspirado por el compresor comprimido y aumentado su temperatura para luego trasladarlo al evaporador.

La gran presión de descarga del compresor proporciona la energía necesaria para poder hacer circular el refrigerante por todo el sistema de refrigeración y se realice todo el ciclo frigorífico.

Debido a la variedad de refrigerantes y aplicaciones de los sistemas, se necesitan muchos tipos de compresores, en algunas ocasiones se requiere manejar grandes volúmenes de refrigerantes y pequeñas presiones y en otras ocasiones se requiere pequeños volúmenes con altas presiones, por estos motivos existen varios tipos de compresores que se utilizan comúnmente en los sistemas de refrigeración:

1.4.1.1 Compresores Reciprocantes

Los compresores reciprocantes se componen principalmente de cilindro, pistón, biela, un cigüeñal y válvulas de succión y descarga. Realizan un movimiento lineal de desplazamiento.

Cuando el pistón se desplaza hacia abajo en la carrera de succión, aumenta el volumen de la cámara de compresión, creando una zona de baja presión por debajo de la presión de la línea de succión, la diferencia de presión obliga a la válvula de succión a abrirse, haciendo que el refrigerante fluya hacia adentro del compresor en la zona de baja presión. Posteriormente el pistón se desplaza hacia arriba, en la carrera de compresión, provocando un aumento de presión del refrigerante, este aumento de presión obliga a que permanezca cerrada la válvula de succión. Cuando el pistón alcanza el final de la carrera de compresión, la presión del gas alcanza su valor máximo, esta presión es mayor que la que se encuentra en la línea de descarga, obligando a la válvula de descarga a abrirse, dejando fluir el gas a alta presión fuera del compresor.

Figura 2. Compresor reciprocante hermético



Fuente: www.copeland-corp.com

1.4.1.2 Compresores Rotatorios

Este tipo de compresores realizan un movimiento de trabajo circular. Se componen un rodillo cilíndrico de acero el cual gira sobre un eje, que se encuentra instalado en una carcasa cilíndrica, el rodillo hace contacto en las paredes del cilindro en un punto a la vez a medida que gira el eje. Posee una aspa que se encuentra instalada en una ranura de la pared del cilindro y es accionada por un resorte para mantener el aspa siempre en contacto con el rodillo deslizándose hacia dentro y fuera de la ranura, el aspa sirve para separar el área de succión y descarga, no permitiendo que el gas que entre al compresor se mezcle con el gas comprimido que sale. Las válvulas de succión y descarga se encuentran localizadas en la pared del cilindro cerca del aspa. Cuando se forma un espacio en el lado de succión se crea una baja presión haciendo que la válvula de succión se abra arrastrando el refrigerante hacia la cámara y posteriormente el gas se comprime a medida que el rodillo rota debido a que se reduce gradualmente el espacio donde se encuentra alojado el gas, al completar la rotación el gas alcanza su máxima presión y temperatura obligando a la válvula de descarga a abrirse, liberando el gas a alta presión hacia afuera del compresor.

Figura 3. Compresor Rotativo



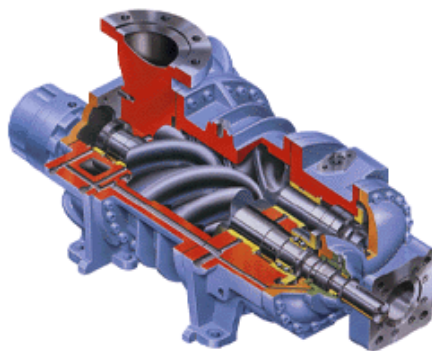
Fuente: www.elparamo.com

1.4.1.3 Compresores Helicoidales (De Tornillo)

Están conformados por dos rotores helicoidales, que se encuentran engranados entre sí, su forma es muy parecida a la de los tornillos de esta característica surge su nombre. El rotor macho cuenta con lóbulos alrededor de su perímetro, los que se ajustan exactamente sobre un rotor hembra que cuenta con ranuras en su superficie.

Un motor eléctrico acciona el rotor macho, debido a que este se encuentra engranado al rotor hembra le transmite movimiento. Los compresores de tornillo, no utilizan válvulas de aspiración y descarga, el refrigerante gaseoso es aspirado directamente hacia los rotores desde el lado de succión. Cuando los rotores giran, el gas queda alojado en la cavidad que se forma entre ellos. El rotor macho disminuye gradualmente el espacio entre él y el rotor hembra, aumentando así la presión del gas y trasladarlo al lado de descarga para su posterior traslado al condensador.

Figura 4. Compresor de Tornillo



Fuente: www.mycomspain.com

1.4.1.4 Compresores Centrífugos

Este tipo de compresores son utilizados para equipos de refrigeración industrial en el enfriamiento de agua. Están conformados por un impulsor equipados con un cierto número de álabes curvos, montados en un eje y alojados dentro de una carcasa en forma de espiral. A diferencia de los anteriores no aumenta su presión por compresión, sino que depende de la fuerza centrífuga para comprimir el refrigerante gaseoso, sus partes móviles ejercen una fuerza continua sobre un flujo constante de gas arrastrándolo y aumentando su velocidad, para finalmente convertir la alta velocidad en presión. Son empleados en grandes sistemas de refrigeración.

Figura 5. Compresor Centrífugo



Fuente: www.energuia.com/es/productos

1.4.2 Condensadores

Los condensadores son dispositivos de transferencia de calor, tienen como finalidad liberar en calor absorbido por el refrigerante en el evaporador y el compresor al ambiente que lo rodea, logrando de esta manera que el refrigerante que entre en el dispositivo en estado gaseoso se condense.

Cuando el refrigerante entra al condensador se encuentra a una temperatura mayor que la de saturación correspondiente a esa presión, es decir se encuentra sobrecalentado, por lo tanto en la primera parte del dispositivo se realiza la liberación de calor sensible hasta que el vapor se enfríe y pueda alcanzar la temperatura de saturación, de este punto en adelante el calor que libera el refrigerante en su recorrido es el calor latente que condensará el refrigerante gradualmente hasta terminar su recorrido por el condensador.

Los condensadores deben de tener una superficie de contacto lo suficientemente grande para obtener una rápida transferencia de calor, es decir que mientras más grande es la superficie de contacto la transferencia de calor es mayor, debido a que el calor que posee el refrigerante es trasladado desde las paredes del condensador hacia el medio utilizado para enfriar que puede ser aire o agua dependiendo del tipo de condensador utilizado.

1.4.2.1 Condensadores enfriados por agua

Los condensadores enfriados por agua son más eficientes que los condensadores enfriados por aire, se emplean generalmente en las instalaciones industriales o en los lugares donde el aire del ambiente contiene gran cantidad de contaminantes como por ejemplo el polvo y aceite los cuales pueden interferir fácilmente con la transferencia de calor.

Las principales ventajas que poseen es que son de gran capacidad y no necesitan ser instalados en lugares que posean mucha ventilación.

El principal problema que presentan son la formación de incrustaciones lo que interfieren en la transferencia de calor.

Están formados por un depósito cilíndrico de acero con tapaderas atornilladas o soldadas en sus extremos, en el interior del depósito se encuentran instaladas una gran cantidad de tuberías de cobre. El refrigerante circula en el interior del depósito mientras que el agua de enfriamiento circula en el interior de las tuberías, a medida que el agua circula a contracorriente condensa el refrigerante contenido en el depósito.

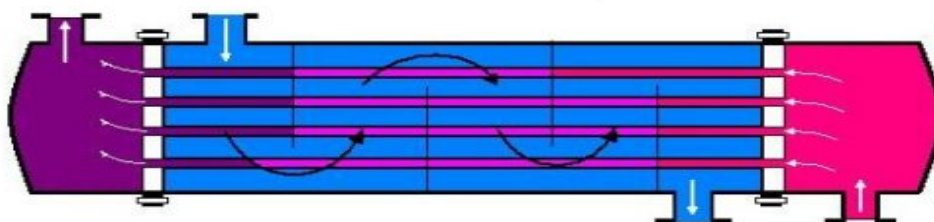
Es preferible la utilización de condensadores enfriados por agua con tapaderas atornilladas, debido a que se pueden retirar fácilmente simplificando el proceso de mantenimiento y eliminación de incrustaciones.

Figura 6. Condensador enfriado por agua



Fuente: www.refrin.com.ar/Contenido/Equipamiento/Refrigeracion/condevvert.htm

Figura 7. Esquema de condensador enfriado por agua



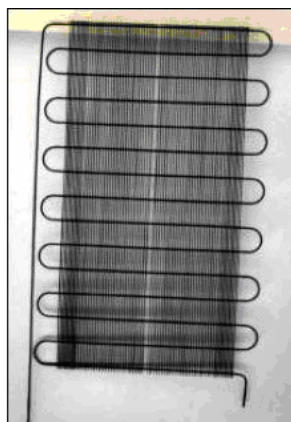
Fuente: www.natec-ingenieros.com/i+d.html

1.4.2.2 Condensadores enfriados por aire

Los condensadores enfriados por aire son utilizados específicamente para unidades de refrigeración comercial y domiciliar, utilizan como agente para la condensación del refrigerante el aire del ambiente. La circulación por aire determina el tipo de condensador utilizado puede utilizarse de forma natural y forzada.

En los condensadores de aire por circulación natural, el flujo de aire se realiza por convección natural, se utilizan en unidades de poca capacidad generalmente de tipo doméstico. Están conformados por un serpentín al cual se le agregan una serie de varillas de acero en todo su recorrido. La finalidad de las varillas de acero es aumentar la superficie de contacto con el aire, se instalan en la parte externa de los equipos. El proceso de convección se realiza de la siguiente manera, el aire caliente por ser menos denso que el fresco, sube y su lugar es ocupado por aire fresco, éste a su vez se calienta y se eleva produciéndose de esta manera circulación natural de aire en la superficie condensador, extrayendo de esta manera el calor por convección natural.

Figura 8. Condensador de aire de circulación natural



Fuente: www.persano.com

Los condensadores de aire forzado se utilizan en las instalaciones de refrigeración comercial e industrial, el serpentín está hecho de tuberías de cobre con aletas de aluminio para aumentar la superficie de transferencia de calor logrando de esta forma aumentar su eficiencia y reducir sus dimensiones, la circulación de aire forzada se realiza por medio de ventiladores acoplados directamente en los condensadores junto a el compresor, pueden ir acoplados sobre una misma base con el compresor formando la unidad condensadora o también se pueden montar a distancia en los exteriores de los edificios, buscando condiciones más favorables para la liberación de calor al ambiente. Los condensadores de aire forzado pueden ser de tipo horizontal y vertical dependiendo la posición de los ventiladores.

Figura 9. Condensador de aire forzado tipo horizontal



Fuente: www.frigicoll.es

Figura 10. Condensador de aire forzado de tipo vertical



Fuente: www.carrier.es/producto

1.4.3 Evaporadores

Los evaporadores al igual que los condensadores son elementos intercambiadores de calor que consisten en recipientes metálicos, que proporcionan la superficie necesaria para realizar la transferencia de calor, absorbiendo el calor necesario del medio que se desea enfriar para la evaporación del refrigerante.

Los principales evaporadores que se utilizan en la refrigeración son: Los evaporadores de placa, de aire forzado y multitubulares los cuales se explicaran a continuación.

1.4.3.1 Evaporadores de placa

Se construyen con dos placas de aluminio acanaladas, soldadas entre sí, formando tuberías en los cuales fluye el refrigerante para ser evaporado. Este tipo de evaporadores son muy utilizados en los equipos de refrigeración doméstica, su utilización en equipos de refrigeración comercial e industrial es muy limitado.

Figura 11. Evaporador de placa



Fuente: www.imat.it/spa/evaporadores_rollbond.html

1.4.3.2 Evaporadores de aire forzado

Están contruidos de tubería de cobre con aletas rectangulares adheridas de latón, cobre o aluminio, como en el caso de los condensadores, las aletas se utilizan para aumentar la superficie utilizada en la transferencia de calor y de esta forma aumentar la eficiencia y reducir las dimensiones del componente, el evaporador absorbe el calor del aire de los alrededores y trasladarlo a la tubería del serpentín, el evaporador aletado se encuentra instalado dentro de una estructura metálica junto con un ventilador que es el encargado de crear una circulación de aire forzado aumentado de esta manera considerablemente la absorción de calor por consiguiente mejora la eficiencia del equipo. La ventaja principal de los evaporadores de ventilación forzada sobre los de ventilación natural es que son de mayor capacidad y las temperaturas del área almacenamiento son más uniformes.

Figura 12. Evaporador de aire forzado

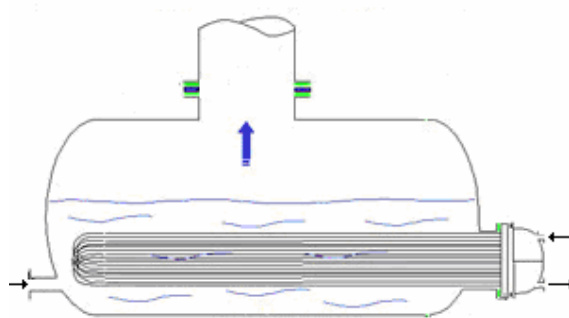


Fuente: www.heatcraftbrasil.com

1.4.3.3 Evaporadores multitubulares

Este tipo de evaporadores se utilizan en el área de refrigeración industrial generalmente para el enfriamiento de líquidos como por ejemplo en las fábricas de bebidas gaseosas, por esta razón se describirá brevemente. Están formados por un cilindro de acero que en su interior se encuentra un conjunto de tuberías, en las tuberías circula el refrigerante a evaporar y en el recipiente cilíndrico circula el líquido que se desea enfriar. El dispositivo de expansión se encuentra instalado en la entrada de alimentación del refrigerante.

Figura 13. Evaporador multitubular



Fuente: www.gore.com/e_gask_s600_case_hist.html

2. SITUACIÓN ACTUAL EN QUE SE ENCUENTRAN LAS UNIDADES DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL

Es importante para poder elaborar un programa de mantenimiento las empresas deben conocer que tipos de equipos poseen y su situación actual, debido a que estos factores determinaran el diseño del plan de mantenimiento.

2.1 Inventario técnico del equipo de refrigeración

El inventario técnico consiste en un registro y codificación de todas las unidades de refrigeración, recolectando información como marca, modelo, número de serie, características de sus componentes principales, condiciones de trabajo y cualquier otro tipo de información que pudiera ser de utilidad para la planeación el mantenimiento y la creación del archivo de mantenimiento necesario para el control, toda esta información se encuentra descrita en las tablas I,II y III.

2.1.1 Ubicación técnica

La ubicación técnica se refiere a la localización adecuada para lograr el máximo rendimiento y prolongar la vida útil de las unidades de refrigeración, la ubicación adecuada la podemos encontrar analizando los factores que pudieran beneficiar y perjudicar en el funcionamiento y deterioro de los equipos de refrigeración, generalmente debido al desconocimiento de las personas estos factores no se toman en cuenta.

En la mayoría de las unidades analizadas en los supermercados y pastelerías poseen una ubicación técnica adecuada únicamente presentan inconvenientes menores causados por obstrucciones del flujo de aire hacia la unidad condensadora, pero en el caso de los restaurantes y las plantas panificadoras se encuentran ubicados cercanos a hornos y estufas los cuales son fuentes generadoras de grandes cantidades de calor, lo que causa que el aire del ambiente se encuentre caliente perjudicando el proceso de condensación del refrigerante y por consiguiente disminuyendo la eficiencia del sistema de refrigeración.

2.2 Descripción del equipo existente

A continuación se describirán las características técnicas y los requisitos de instalación eléctrica de los equipos de refrigeración comercial con que se cuentan.

2.2.1 Características técnicas

Sin importar el tipo de mantenimiento que se le aplique a los equipos, es importante conocer sus características técnicas, debido a que estas nos proporcionan información muy valiosa para la elaboración de los programas de mantenimiento o para la adquisición de repuestos y materiales. A continuación se describen las principales características técnicas más importantes de las unidades de refrigeración analizadas las cuales serán presentadas en tablas posteriormente para un mejor control:

2.2.1.1 Marca

La marca es el nombre que identifica un producto de los competidores, la totalidad de los equipos de refrigeración comercial que se incluyen en el inventario son marca Fogel.

2.2.1.2 Modelo

El modelo es una línea de productos que se caracterizan por poseer un mismo diseño, el inventario de equipos esta conformado por cuatro modelos diferentes que serán descritos en las tablas I,II y III.

2.2.1.3 No. Serie

El número de serie son los códigos proporcionados por el fabricante que identifican individualmente a los equipos de refrigeración estos datos son de mucha utilidad para la programación y control del mantenimiento de las unidades, los números de serie de las unidades incluidas en el inventario se encuentran descritas en las tablas I,II y III.

2.2.1.4 Temperatura

Este inciso se refiere a la temperatura del recinto de almacenamiento de productos estos valores cambian de acuerdo al producto almacenado, estos valores de trabajo serán descritos en las tablas I,II y III.

2.2.1.5 Amperaje

El amperaje se refiere al consumo de corriente de la unidad de refrigeración, es un factor que se debe controlar a fondo debido a que si las unidades de refrigeración tienen un consumo de corriente diferente al valor establecido por el fabricante generalmente es una indicación de que los equipos tienen un funcionamiento deficiente debido a alguna falla que debe ser investigada y eliminada, los valores de consumo de amperaje serán descritos en las tablas I,II y III.

2.2.1.6 Presiones de operación

Las presiones de operación se refieren a las presiones de alta y baja del sistema de refrigeración, estos valores deben de ser controlados periódicamente y comparados con los valores recomendados por el fabricante. Los rangos de presión tanto de alta y baja presión recomendados por el fabricante de acuerdo al modelo están descritos en las tablas I,II y III.

2.2.1.7 Tipo de refrigerante

El refrigerante como se explico en el capitulo anterior, es el fluido que se utiliza en los sistemas de refrigeración para la absorción y liberación de calor. La totalidad de los equipos de refrigeración incluidos en el inventariados utilizan refrigerante R-134a debido a el deterioro de la capa de ozono de producía su antecesor el refrigerante R-12 la industria de la refrigeración se dio a la necesidad de sustituirlo por refrigerantes ecológicos.

2.2.1.8 Cantidad

La cantidad de refrigerante es un factor que debe ser tomada en cuenta por el técnico de mantenimiento en el momento de realizar la carga de los sistemas frigoríficos, puesto que una carga de refrigerante no adecuada causa deficiencias en el rendimiento de las unidades. Estos valores varían de acuerdo a la capacidad del sistema, los valores recomendados por el fabricante son descritos en las tablas I,II y III .

2.2.2 Requerimientos de la instalación

Es necesario que en las instalaciones eléctricas se deban tomar las siguientes consideraciones: Según las recomendaciones del fabricante se requiere que la instalación eléctrica no permita fluctuaciones de más del 10% del voltaje de suministro el cual es 115 voltios, el sistema de cableado debe de instalarse directamente del medidor de electricidad hasta el protector con fusibles al que se conecta el equipo de refrigeración, el flip on y fusibles deben ser de 15 amperios y se debe instalar uno por cada unidad de refrigeración, el tomacorriente debe de ser para uso exclusivo de la unidad, los equipos deben de ser conectados directamente al tomacorriente sin utilizar ningún tipo de extensión, la instalación eléctrica debe de tener polarización a tierra para seguridad tanto del personal como del equipo y por ninguna circunstancia se debe eliminar. De no cumplirse con los requisitos anteriores podría dañarse fácilmente el compresor hermético de la unidad de refrigeración. En la mayoría de casos se cumplen los requisitos descritos anteriormente a excepción de inconvenientes menores como el uso de extensiones y la sobrecarga de tomacorrientes, los cuales se pueden corregir rápidamente.

Tabla I: Inventario de unidades de refrigeración comercial.

CÓDIGO	MARCA	MODELO	No. SERIE	TEMP.	AMP.	PRESIÓN DE ALTA	PRESIÓN DE BAJA	REFRIG.	CANTIDAD
EQ-0001	FOGEL	VR-17	95112188	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0002	FOGEL	ZEPHYR-4	000512254	0 - 5 °C	5.5	140 psi	22 psi	R-134a	17.0 onz.
EQ-0003	FOGEL	CR-25	96100061	0 - 5 °C	8.0	165 psi	18 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0004	FOGEL	ZEPHYR-4	95070860	0 - 5 °C	5.5	140 psi	18 psi	R-134a	17.0 onz.
EQ-0005	FOGEL	ZEPHYR-4	99121896	0 - 5 °C	5.5	140 psi	18 psi	R-134a	17.0 onz.
EQ-0006	FOGEL	ZEPHYR-4	99052331	0 - 5 °C	5.5	140 psi	18 psi	R-134a	17.0 onz.
EQ-0007	FOGEL	ZEPHYR-4	000512253	0 - 5 °C	5.5	140 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0008	FOGEL	VR-17	010914561	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0009	FOGEL	CR-25	470793	0 - 5 °C	8.0	165 psi	18 psi	R-134a	17.0 onz.
EQ-0010	FOGEL	ZEPHYR-4	95070863	0 - 5 °C	5.5	140 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0011	FOGEL	VR-17	010914646	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0012	FOGEL	CR-25	000110703	0 - 5 °C	8.0	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0013	FOGEL	VR-17	010512635	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0014	FOGEL	CR-25	1430892	0 - 5 °C	8.0	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0015	FOGEL	VR-17	010914657	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.

Tabla II: Inventario de unidades de refrigeración comercial.

CÓDIGO	MARCA	MODELO	No. SERIE	TEMP.	AMP.	PRESION DE ALTA	PRESION DE BAJA	REFRIG.	CANT.
EQ-0016	FOGEL	VR-17	010512639	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0017	FOGEL	VR-17	010512670	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0018	FOGEL	VR-17	96061440	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0019	FOGEL	VR-17	96091468	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0020	FOGEL	CR-25	1310892	0 - 5 °C	8.0	165 psi	22 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0021	FOGEL	VR-17	010512673	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0022	FOGEL	CR-25	96081860	0 - 5 °C	8.0	165 psi	22 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0023	FOGEL	CR-25	96030091	0 - 5 °C	8.0	165 psi	22 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0024	FOGEL	VR-17	010512667	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0025	FOGEL	CR-25	1750892	0 - 5 °C	8.0	165 psi	22 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0026	FOGEL	VR-17	95120907	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0027	FOGEL	VR-17	001010013	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0028	FOGEL	CR-25	1380892	0 - 5 °C	8.0	165 psi	22 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0029	FOGEL	VR-17	-----	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0030	FOGEL	VR-17	010914650	0 - 5 °C	5.7	165 psi	22 psi	R-134a	10.0 onz.
EQ-0031	FOGEL	CR-25	1907931	0 - 5 °C	8.0	165 psi	18 psi	R-134a	17.0 onz.

Tabla III: Inventario de unidades de refrigeración comercial.

CÓDIGO	MARCA	MODELO	No. SERIE	TEMP.	AMP.	PRESION DE ALTA	PRESION DE BAJA	REFRIG.	CANT.
EQ-0032	FOGEL	CR-25	96100059	0 - 5°C	8.8	165 psi	22 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0033	FOGEL	ZEPHYR-4	000512257	0 - 5°C	5.5	140 psi	18 psi	R-134a	17.0 onz.
EQ-0034	FOGEL	CR-25	98053205	0 - 5°C	8.0	165 psi	22 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0035	FOGEL	CR-25	9951293	0 - 5°C	8.8	165 psi	22 psi	R-134a	14.0 onz.
EQ-0036	FOGEL	CR-70	001010683	0 - 5°C	10.5	175 psi	25 psi	R-134a	17.5 onz.
EQ-0037	FOGEL	CR-70	991011145	0 - 5°C	10.5	175 psi	25 psi	R-134a	17.5 onz.
EQ-0038	FOGEL	CR-70	12411293	0 - 5°C	10.5	175 psi	25 psi	R-134a	17.5 onz.
EQ-0039	FOGEL	CR-70	-----	0 - 5°C	10.5	175 psi	25 psi	R-134a	17.5 onz.
EQ-0040	FOGEL	CR-70	98121173	0 - 5°C	10.5	175 psi	25 psi	R-134a	17.5 onz.
EQ-0041	FOGEL	CR-70	980602618	0 - 5°C	10.5	175 psi	25 psi	R-134a	17.5 onz.
EQ-0042	FOGEL	CR-70	96070888	0 - 5°C	10.5	175 psi	25 psi	R-134a	17.5 onz.
EQ-0043	FOGEL	CR-70	97042494	0 - 5°C	10.5	175 psi	25 psi	R-134a	17.5 onz.
EQ-0044	FOGEL	CR-70	000312238	0 - 5°C	10.5	175 psi	25 psi	R-134a	17.5 onz.
EQ-0045	FOGEL	CR-70	001010684	0 - 5°C	10.5	175 psi	25 psi	R-134a	17.5 onz.
EQ-0046	FOGEL	CR-70	97081800	0 - 5°C	10.5	175 psi	25 psi	R-134a	17.5 onz.
EQ-0047	FOGEL	CR-70	981002625	0 - 5°C	10.5	175 psi	25 psi	R-134a	17.5 onz.

2.3 Condiciones de los equipos

2.3.1 Compresor

El inventario de compresores esta conformado por motores reciprocantes de tipo hermético, los cuales se caracterizan en que tanto el motor eléctrico como el compresor se encuentran instalados dentro de una carcasa metálica herméticamente selladas con un cordón de soldadura. En este tipo de compresores no se pueden llevarse a cabo reparaciones ya que la única forma de abrirlos es cortando la carcasa.

2.3.1.1 Condiciones

La totalidad de los compresores se encuentran en buenas condiciones, únicamente presentan problemas de suciedad, oxido y corrosión en su carcasa exterior.

2.3.1.2 Datos del fabricante

A continuación se presenta el inventario de los compresores, en los cuales se describen los datos más importantes del fabricante y una codificación para hacer más eficiente el manejo de inventario de repuestos.

Tabla IV: Inventario de compresores.

CÓDIGO EQUIPO	CÓDIGO COMP.	MARCA	MODELO	POTENCIA	CAPACIDAD
EQ-001	CP-008	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-002	CP-002	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-003	CP-003	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h
EQ-004	CP-004	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-005	CP-005	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-006	CP-006	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-007	CP-007	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-008	CP-008	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-009	CP-009	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h
EQ-010	CP-010	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-011	CP-011	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-012	CP-012	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h
EQ-013	CP-013	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-014	CP-014	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h
EQ-015	CP-015	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-016	CP-016	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-017	CP-017	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-018	CP-018	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-019	CP-019	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-020	CP-020	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h
EQ-021	CP-021	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-022	CP-022	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h
EQ-023	CP-023	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h
EQ-024	CP-024	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-025	CP-025	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h
EQ-026	CP-026	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-027	CP-027	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-028	CP-028	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h
EQ-029	CP-029	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-030	CP-030	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-031	CP-031	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h

EQ-032	CP-032	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h
EQ-033	CP-033	Embraco	FF10HBK	1/4+ Hp	840 BTU/h
EQ-034	CP-034	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h
EQ-035	CP-035	Embraco	FFI12HBX	1/3+ Hp	1190 BTU/h
EQ-036	CP-036	Tecumseh	AK4476Y	1/2 Hp	7680 BTU/h
EQ-037	CP-037	Tecumseh	AK4476Y	1/2 Hp	7680 BTU/h
EQ-038	CP-038	Tecumseh	AK4476Y	1/2 Hp	7680 BTU/h
EQ-039	CP-039	Tecumseh	AK4476Y	1/2 Hp	7680 BTU/h
EQ-040	CP-040	Tecumseh	AK4476Y	1/2 Hp	7680 BTU/h
EQ-041	CP-041	Tecumseh	AK4476Y	1/2 Hp	7680 BTU/h
EQ-042	CP-042	Tecumseh	AK4476Y	1/2 Hp	7680 BTU/h
EQ-043	CP-043	Tecumseh	AK4476Y	1/2 Hp	7680 BTU/h
EQ-044	CP-044	Tecumseh	AK4476Y	1/2 Hp	7680 BTU/h
EQ-045	CP-045	Tecumseh	AK4476Y	1/2 Hp	7680 BTU/h
EQ-046	CP-046	Tecumseh	AK4476Y	1/2 Hp	7680 BTU/h
EQ-047	CP-047	Tecumseh	AK4476Y	1/2 Hp	7680 BTU/h

2.3.2 Condensador

El condensador es una superficie de transferencia de calor su función es la liberación de calor que contiene el vapor de refrigerante caliente a través de las tuberías de conducción del serpentín para que pueda enfriarse el refrigerante hasta el punto de saturación y posteriormente hasta el punto de condensación.

Los condensadores inventariados son serpentines de cobre con aletas de aluminio del tipo de aire forzado lo cual quiere decir que utilizan un motor ventilador para crear un flujo de aire mayor que los condensares de ventilación natural.

2.3.2.1 Condiciones

La mayoría de condensadores se encuentran sucios debido a la gran acumulación de polvo, grasa y basura que se encuentran depositados en sus superficies causando mala transferencia de calor, las aletas de aluminio generalmente se encuentran dobladas debido a golpes sufridos en el pasado esto puede causar una mala circulación de aire a través de la tubería del serpentín debido a las restricciones provocadas por los dobleces.

2.3.2.2 Datos del fabricante

A continuación se presenta el inventario de los condensadores, en los cuales se describen los datos más importantes del fabricante y una codificación para hacer más eficiente el manejo de inventario de repuestos.

Tabla V: Inventario de condensadores.

CÓDIGO EQUIPO	CÓDIGO CONDENSADOR	CÓDIGO PROVEEDOR	CAPACIDAD
EQ-001	CD-008	CO-267	840 BTU/h
EQ-002	CD-002	CO-267 CO-1-A	840 BTU/h
EQ-003	CD-003	CO-268	1190 BTU/h
EQ-004	CD-004	CO-267 CO-1-A	840 BTU/h
EQ-005	CD-005	CO-267 CO-1-A	840 BTU/h
EQ-006	CD-006	CO-267 CO-1-A	840 BTU/h
EQ-007	CD-007	CO-267 CO-1-A	840 BTU/h
EQ-008	CD-008	CO-267	840 BTU/h
EQ-009	CD-009	CO-268	1190 BTU/h
EQ-010	CD-010	CO-267 CO-1-A	840 BTU/h
EQ-011	CD-011	CO-267	840 BTU/h
EQ-012	CD-012	CO-268	1190 BTU/h
EQ-013	CD-013	CO-267	840 BTU/h

EQ-014	CD-014	CO-268	1190 BTU/h
EQ-015	CD-015	CO-267	840 BTU/h
EQ-016	CD-016	CO-267	840 BTU/h
EQ-017	CD-017	CO-267	840 BTU/h
EQ-018	CD-018	CO-267	840 BTU/h
EQ-019	CD-019	CO-267	840 BTU/h
EQ-020	CD-020	CO-268	1190 BTU/h
EQ-021	CD-021	CO-267	840 BTU/h
EQ-022	CD-022	CO-268	1190 BTU/h
EQ-023	CD-023	CO-268	1190 BTU/h
EQ-024	CD-024	CO-267	840 BTU/h
EQ-025	CD-025	CO-268	1190 BTU/h
EQ-026	CD-026	CO-267	840 BTU/h
EQ-027	CD-027	CO-267	840 BTU/h
EQ-028	CD-028	CO-268	1190 BTU/h
EQ-029	CD-029	CO-267	840 BTU/h
EQ-030	CD-030	CO-267	840 BTU/h
EQ-031	CD-031	CO-268	1190 BTU/h
EQ-032	CD-032	CO-268	1190 BTU/h
EQ-033	CD-033	CO-267 CO-1-A	840 BTU/h
EQ-034	CD-034	CO-268	1190 BTU/h
EQ-035	CD-035	CO-268	1190 BTU/h
EQ-036	CD-036	CO-272	7680 BTU/h
EQ-037	CD-037	CO-272	7680 BTU/h
EQ-038	CD-038	CO-272	7680 BTU/h
EQ-039	CD-039	CO-272	7680 BTU/h
EQ-040	CD-040	CO-272	7680 BTU/h
EQ-041	CD-041	CO-272	7680 BTU/h
EQ-042	CD-042	CO-272	7680 BTU/h
EQ-043	CD-043	CO-272	7680 BTU/h
EQ-044	CD-044	CO-272	7680 BTU/h
EQ-045	CD-045	CO-272	7680 BTU/h
EQ-046	CD-046	CO-272	7680 BTU/h
EQ-047	CD-047	CO-272	7680 BTU/h

2.3.3 Evaporador

Los evaporadores inventariados son serpentines de tubería de cobre sobre los cuales se encuentran instaladas placas de aluminio en forma de aletas. La función de estas aletas es la misma que las de los condensadores es decir proporcionar una superficie adicional para aumentar el área de transferencia de calor haciendo los equipos más eficientes.

2.3.3.1 Condiciones

Uno de los problemas que presentan es que los evaporadores se encuentran sucios disminuyendo de esta manera la capacidad le evaporador de absorber calor debido a que hay una mala trasferencia térmica, aunque este problema se presenta con mucha menor frecuencia que en los condensadores.

2.3.3.2 Datos del fabricante

A continuación se presenta el inventario de los evaporadores, en los cuales se describen los datos más importantes del fabricante y una codificación para hacer más eficiente el manejo de inventario de repuestos.

Tabla VI: Inventario de evaporadores.

CODIGO EQUIPO	CODIGO EVAPORADOR	CODIGO PROVEEDOR	CAPACIDAD
EQ-001	EV-008	CO-298	840 BTU/h
EQ-002	EV-002	CO-269	840 BTU/h
EQ-003	EV-003	CO-298	1190 BTU/h
EQ-004	EV-004	CO-269	840 BTU/h
EQ-005	EV-005	CO-269	840 BTU/h

EQ-006	EV-006	CO-269	840 BTU/h
EQ-007	EV-007	CO-269	840 BTU/h
EQ-008	EV-008	CO-298	840 BTU/h
EQ-009	EV-009	CO-298	1190 BTU/h
EQ-010	EV-010	CO-269	840 BTU/h
EQ-011	EV-011	CO-298	840 BTU/h
EQ-012	EV-012	CO-298	1190 BTU/h
EQ-013	EV-013	CO-298	840 BTU/h
EQ-014	EV-014	CO-298	1190 BTU/h
EQ-015	EV-015	CO-298	840 BTU/h
EQ-016	EV-016	CO-298	840 BTU/h
EQ-017	EV-017	CO-298	840 BTU/h
EQ-018	EV-018	CO-298	840 BTU/h
EQ-019	EV-019	CO-298	840 BTU/h
EQ-020	EV-020	CO-298	1190 BTU/h
EQ-021	EV-021	CO-298	840 BTU/h
EQ-022	EV-022	CO-298	1190 BTU/h
EQ-023	EV-023	CO-298	1190 BTU/h
EQ-024	EV-024	CO-298	840 BTU/h
EQ-025	EV-025	CO-298	1190 BTU/h
EQ-026	EV-026	CO-298	840 BTU/h
EQ-027	EV-027	CO-298	840 BTU/h
EQ-028	EV-028	CO-298	1190 BTU/h
EQ-029	EV-029	CO-298	840 BTU/h
EQ-030	EV-030	CO-298	840 BTU/h
EQ-031	EV-031	CO-298	1190 BTU/h
EQ-032	EV-032	CO-298	1190 BTU/h
EQ-033	EV-033	CO-269	840 BTU/h
EQ-034	EV-034	CO-298	1190 BTU/h
EQ-035	EV-035	CO-298	1190 BTU/h
EQ-036	EV-036	CO-252	7680 BTU/h
EQ-037	EV-037	CO-252	7680 BTU/h
EQ-038	EV-038	CO-252	7680 BTU/h
EQ-039	EV-039	CO-252	7680 BTU/h

EQ-040	EV-040	CO-252	7680 BTU/h
EQ-041	EV-041	CO-252	7680 BTU/h
EQ-042	EV-042	CO-252	7680 BTU/h
EQ-043	EV-043	CO-252	7680 BTU/h
EQ-044	EV-044	CO-252	7680 BTU/h
EQ-045	EV-045	CO-252	7680 BTU/h
EQ-046	EV-046	CO-252	7680 BTU/h
EQ-047	EV-047	CO-252	7680 BTU/h

2.3.4 Dispositivo de expansión

El dispositivo de expansión con que cuentan equipos de refrigeración analizados son tubos capilares fabricados de cobre en los cuales varia su longitud y diámetro de acuerdo al tipo de unidad.

2.3.4.1 Condiciones

Los tubos capilares generalmente no presentan daños salvo que se encuentren doblados lo que puede causar obstrucción del flujo de refrigerante o que tengan algún tipo de contacto con algún otro componente metálico de la unidad.

2.3.4.2 Datos del fabricante

A continuación se presenta el inventario de los dispositivos de expansión, en los cuales se describen los datos más importantes del fabricante y una codificación para hacer más eficiente el manejo de inventario de repuestos.

Tabla VII: Inventario de dispositivos de expansión.

CÓDIGO EQUIPO	CÓDIGO CAPILAR	DIÁMETRO INTERNO	LARGO
EQ-001	DE-008	0.49 pulg.	11 pies
EQ-002	DE-002	0.49 pulg.	10 pies
EQ-003	DE-003	0.59 pulg.	11 pies
EQ-004	DE-004	0.49 pulg.	10 pies
EQ-005	DE-005	0.49 pulg.	10 pies
EQ-006	DE-006	0.49 pulg.	10 pies
EQ-007	DE-007	0.49 pulg.	10 pies
EQ-008	DE-008	0.49 pulg.	11 pies
EQ-009	DE-009	0.59 pulg.	11 pies
EQ-010	DE-010	0.49 pulg.	10 pies
EQ-011	DE-011	0.49 pulg.	11 pies
EQ-012	DE-012	0.59 pulg.	11 pies
EQ-013	DE-013	0.49 pulg.	10 pies
EQ-014	DE-014	0.59 pulg.	11 pies
EQ-015	DE-015	0.49 pulg.	11 pies
EQ-016	DE-016	0.49 pulg.	11 pies
EQ-017	DE-017	0.49 pulg.	11 pies
EQ-018	DE-018	0.49 pulg.	11 pies
EQ-019	DE-019	0.49 pulg.	11 pies
EQ-020	DE-020	0.59 pulg.	11 pies
EQ-021	DE-021	0.49 pulg.	11 pies
EQ-022	DE-022	0.59 pulg.	11 pies
EQ-023	DE-023	0.59 pulg.	11 pies
EQ-024	DE-024	0.49 pulg.	11 pies
EQ-025	DE-025	0.59 pulg.	11 pies
EQ-026	DE-026	0.49 pulg.	11 pies
EQ-027	DE-027	0.49 pulg.	11 pies
EQ-028	DE-028	0.59 pulg.	11 pies
EQ-029	DE-029	0.49 pulg.	11 pies
EQ-030	DE-030	0.49 pulg.	11 pies
EQ-031	DE-031	0.59 pulg.	11 pies

EQ-032	DE-032	0.59 pulg.	11 pies
EQ-033	DE-033	0.49 pulg.	10 pies
EQ-034	DE-034	0.59 pulg.	11 pies
EQ-035	DE-035	0.59 pulg.	11 pies
EQ-036	DE-036	0.64 pulg.	9 pies
EQ-037	DE-037	0.64 pulg.	9 pies
EQ-038	DE-038	0.64 pulg.	9 pies
EQ-039	DE-039	0.64 pulg.	9 pies
EQ-040	DE-040	0.64 pulg.	9 pies
EQ-041	DE-041	0.64 pulg.	9 pies
EQ-042	DE-042	0.64 pulg.	9 pies
EQ-043	DE-043	0.64 pulg.	9 pies
EQ-044	DE-044	0.64 pulg.	9 pies
EQ-045	DE-045	0.64 pulg.	9 pies
EQ-046	DE-046	0.64 pulg.	9 pies
EQ-047	DE-047	0.64 pulg.	9 pies

2.3.5 Ventiladores

El ventilador es el dispositivo que genera la circulación de aire forzada tanto en la unidad condensadora como el evaporador, están constituidos por un motor eléctrico y un disco de aspas que se encuentran instaladas en el eje de motor ventilador.

2.3.5.1 Condiciones

Los motores ventiladores que generalmente presentan problemas son los que se encuentran instalados en la unidad condensadora debido a que se encuentran en la intemperie teniendo problemas de lubricación, oxidación, quema de los motores eléctricos y obstrucciones de las aspas.

2.3.5.2 Datos del fabricante

A continuación se presenta el inventario de los motores ventiladores, en los cuales se describen los datos más importantes del fabricante y una codificación para hacer más eficiente el manejo de inventario de repuestos.

Tabla VIII: Inventario de ventiladores.

CODIG	CODIG	MARCA	MODELO	AMP	VOLT.	RPM
EQ-001	VE-001	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-003	VE-002	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-008	VE-003	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-009	VE-004	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-011	VE-005	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-012	VE-006	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-013	VE-007	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-014	VE-008	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-015	VE-009	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-016	VE-010	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-017	VE-011	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-018	VE-012	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-019	VE-013	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-020	VE-014	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-021	VE-015	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-022	VE-016	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-023	VE-017	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-024	VE-018	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-025	VE-019	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-026	VE-020	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-027	VE-021	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-028	VE-022	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-029	VE-023	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-030	VE-024	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-031	VE-025	RU	5a141-39	0.49	110	1500

EQ-032	VE-026	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-034	VE-027	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-035	VE-028	RU	5a141-39	0.49	110	1500
EQ-036	VE-029	MC MILLAN	264-80/1	0.80	110	1500
EQ-037	VE-030	MC MILLAN	264-80/1	0.80	110	1500
EQ-038	VE-031	MC MILLAN	264-80/1	0.80	110	1500
EQ-039	VE-032	MC MILLAN	264-80/1	0.80	110	1500
EQ-040	VE-033	MC MILLAN	264-80/1	0.80	110	1500
EQ-041	VE-034	MC MILLAN	264-80/1	0.80	110	1500
EQ-042	VE-035	MC MILLAN	264-80/1	0.80	110	1500
EQ-043	VE-036	MC MILLAN	264-80/1	0.80	110	1500
EQ-044	VE-037	MC MILLAN	264-80/1	0.80	110	1500
EQ-045	VE-038	MC MILLAN	264-80/1	0.80	110	1500
EQ-046	VE-039	MC MILLAN	264-80/1	0.80	110	1500
EQ-047	VE-040	MC MILLAN	264-80/1	0.80	110	1500
EQ-01	VC-008	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-002	VC-002	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-003	VC-003	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-004	VC-004	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-005	VC-005	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-006	VC-006	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-007	VC-007	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-008	VC-008	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-009	VC-009	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-010	VC-010	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-011	VC-011	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-012	VC-012	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-013	VC-013	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-014	VC-014	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-015	VC-015	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-016	VC-016	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-017	VC-017	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-018	VC-018	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-019	VC-019	ELCO	N10-20	0.65	110	1500

EQ-020	VC-020	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-021	VC-021	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-022	VC-022	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-023	VC-023	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-024	VC-024	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-025	VC-025	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-026	VC-026	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-027	VC-027	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-028	VC-028	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-029	VC-029	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-030	VC-030	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-031	VC-031	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-032	VC-032	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-033	VC-033	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-034	VC-034	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-035	VC-035	ELCO	N10-20	0.65	110	1500
EQ-036	VC-036	RU	F33NNREV2407	1.01	110	1500
EQ-037	VC-037	RU	F33NNREV2407	1.01	110	1500
EQ-038	VC-038	RU	F33NNREV2407	1.01	110	1500
EQ-039	VC-039	RU	F33NNREV2407	1.01	110	1500
EQ-040	VC-040	RU	F33NNREV2407	1.01	110	1500
EQ-041	VC-041	RU	F33NNREV2407	1.01	110	1500
EQ-042	VC-042	RU	F33NNREV2407	1.01	110	1500
EQ-043	VC-043	RU	F33NNREV2407	1.01	110	1500
EQ-044	VC-044	RU	F33NNREV2407	1.01	110	1500
EQ-045	VC-045	RU	F33NNREV2407	1.01	110	1500
EQ-046	VC-046	RU	F33NNREV2407	1.01	110	1500
EQ-047	VC-047	RU	F33NNREV2407	1.01	110	1500

2.3.6 Filtros

La principal función de los filtros es retener la humedad y cualquier otra partícula sólida que se encuentre dentro del sistema de refrigeración.

2.3.6.1 Condiciones

Los filtros no presentan ningún tipo de problema externo que pudiera ser perjudicial para el adecuado funcionamiento del sistema de refrigeración únicamente presentan acumulación de polvo en el exterior, pero debe de tenerse siempre presente que deben de ser sustituidos cuando se realice una reparación en que sea necesario exponer el sistema de refrigeración al ambiente.

2.3.6.2 Datos del fabricante

A continuación se presenta el inventario de los filtros, en los cuales se describen los datos más importantes del fabricante y una codificación para hacer más eficiente el manejo de inventario de repuestos.

Tabla IX: Inventario de filtros.

CÓDIGO EQUIPO	CÓDIGO FILTRO	MARCA	MODELO
EQ-0001	F-0008	Articco	DX-25
EQ-0002	F-0002	Articco	DX-25
EQ-0003	F-0003	Universal	XH9
EQ-0004	F-0004	Articco	DX-25
EQ-0005	F-0005	Articco	DX-25
EQ-0006	F-0006	Articco	DX-25
EQ-0007	F-0007	Articco	DX-25

EQ-0008	F-0008	Articco	DX-25
EQ-0009	F-0009	Universal	XH9
EQ-0010	F-0010	Articco	DX-25
EQ-0011	F-0011	Articco	DX-25
EQ-0012	F-0012	Universal	XH9
EQ-0013	F-0013	Articco	DX-25
EQ-0014	F-0014	Universal	XH9
EQ-0015	F-0015	Articco	DX-25
EQ-0016	F-0016	Articco	DX-25
EQ-0017	F-0017	Articco	DX-25
EQ-0018	F-0018	Articco	DX-25
EQ-0019	F-0019	Articco	DX-25
EQ-0020	F-0020	Universal	XH9
EQ-0021	F-0021	Articco	DX-25
EQ-0022	F-0022	Universal	XH9
EQ-0023	F-0023	Universal	XH9
EQ-0024	F-0024	Articco	DX-25
EQ-0025	F-0025	Universal	XH9
EQ-0026	F-0026	Articco	DX-25
EQ-0027	F-0027	Articco	DX-25
EQ-0028	F-0028	Universal	XH9
EQ-0029	F-0029	Articco	DX-25
EQ-0030	F-0030	Articco	DX-25
EQ-0031	F-0031	Universal	XH9
EQ-0032	F-0032	Universal	XH9
EQ-0033	F-0033	Articco	DX-25
EQ-0034	F-0034	Universal	XH9
EQ-0035	F-0035	Universal	XH9
EQ-0036	F-0036	Emerson	ADK-053
EQ-0037	F-0037	Emerson	ADK-053
EQ-0038	F-0038	Emerson	ADK-053
EQ-0039	F-0039	Emerson	ADK-053
EQ-0040	F-0040	Emerson	ADK-053
EQ-0041	F-0041	Emerson	ADK-053

EQ-0042	F-0042	Emerson	ADK-053
EQ-0043	F-0043	Emerson	ADK-053
EQ-0044	F-0044	Emerson	ADK-053
EQ-0045	F-0045	Emerson	ADK-053
EQ-0046	F-0046	Emerson	ADK-053
EQ-0047	F-0047	Emerson	ADK-053

2.4 Procedimientos de mantenimiento realizados

Actualmente los equipos de refrigeración comercial indicados en el inventario de las tabla I, II y III, únicamente se les presta servicio de mantenimiento correctivo, es decir que se realizan las reparaciones cuando la falla provoca que la unidad deje de funcionar totalmente, no cuentan con ningún tipo de servicio de mantenimiento preventivo, tampoco cuenta con una archivo de mantenimiento en el cual se lleve los registros de las unidades de refrigeración y su historial de fallas.

2.5 Fallas más comunes de los equipos

Estos equipos han tenido una gran cantidad de problemas a causa de la falta de mantenimiento preventivo entre los más comunes tenemos falta de enfriamiento, enfriamiento excesivo, el equipo no descansa, ventiladores quemados, problemas de iluminación, fugas, obstrucción de drenaje, descargas eléctricas, obstrucciones los ventiladores, .

3. DESCRIPCIÓN Y PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Posteriormente a conocer la situación actual de los equipos de refrigeración podremos empezar a determinar el plan de mantenimiento a realizar. En este capítulo se presentan las rutinas de mantenimiento a realizar en los equipos de refrigeración comercial que se encuentran en el inventario realizado en el capítulo anterior, así como la normas de seguridad que deben ser acatadas por el personal de mantenimiento y una guía para el análisis y reparación de fallas.

3.1 Equipos de refrigeración

Las unidades de refrigeración encontradas en el inventario se resumen en una sola marca y 4 modelos como se especifica en los registros del capítulo 3. Estos modelos poseen características similares entre si, variando básicamente su capacidad y tamaño. Por tal razón las rutinas de mantenimiento y la guía de análisis de fallas es aplicable para todas las unidades de refrigeración descritas anteriormente.

3.2 Protocolo de mantenimiento

El protocolo de mantenimiento establece los procedimientos necesarios que se deben aplicar por parte del personal de mantenimiento y el personal encargado de operar los equipos de refrigeración para la aplicación de los trabajos de mantenimiento preventivo, detallando las actividades y la frecuencia con que deben realizarse.

3.2.1 Rutina diaria

Las rutinas de mantenimiento diario se refieren a actividades sencillas de mantenimiento preventivo y normas de operación que deben ser realizadas por parte del personal encargado de operar diariamente las unidades de refrigeración con el objeto de que trabajen adecuadamente.

- Limpiar con un trapo húmedo la parte exterior del gabinete retirando la acumulación de polvo y suciedad.
- Cerciorarse que las espigas de los equipos de refrigeración estén conectados adecuadamente en su respectivo tomacorriente.
- Verificar si algún objeto provoca obstrucciones en el frente del equipo, específicamente en las rendijas de la cubierta frontal de la unidad condensadora.
- Verificar que los equipos se encuentren a una distancia mínima de 0.20 metros de la pared.
- Colocar el producto de manera que se de la adecuada distribución de aire en el interior de la unidad, con una ligera separación entre ellos para facilitar la circulación de aire.
- Verificar que no existe algún ruido en particular, de presentarse ruidos extraños se deben reportar al personal de mantenimiento.

- Verificar que las puertas de la unidad se encuentre siempre correctamente cerrada.
- Verificar el tiempo de los ciclos de trabajo.
- No dejar las puertas abiertas por largos periodos de tiempo para evitar que el equipo gane calor.

3.2.2 Rutina mensual

La realización de las rutinas de mantenimiento preventivo mensual debe ser realizada exclusivamente por el personal de mantenimiento preventivo, a continuación se presenta los procedimientos a seguir en la rutina de mantenimiento preventivo mensual para las unidades de refrigeración comercial:

- Identificarse con el encargado: Antes de iniciar el trabajo el personal de mantenimiento debe identificarse a adecuadamente y notificar a la persona encargada que se empezara a realizar el servicio de mantenimiento.
- Recolectar información: Consiste en la recopilación de información que pudieran proporcionar el personal encargado de utilizar el equipo de refrigeración, esta información es muy importante debido a que estas personas se encuentra en contacto constante con el equipo y pueden notar algún síntoma de cualquier desperfecto que pudiera presentarse.

- Medir la temperatura de la cámara de refrigeración: Chequear que si la temperatura del área de almacenamiento se encuentra dentro del rango de temperatura establecido por el fabricante que es de 0 a 5 grados centígrados según los datos proporcionados por el fabricante, para este propósito se debe colocar el termómetro en el área de almacenamiento un tiempo aproximado de 10 a 15 minutos para poder realizar una temperatura confiable.

- Medir la temperatura del ambiente: Medir la temperatura del ambiente para verificar si se encuentra dentro del rango de temperatura recomendado por el fabricante para un buen funcionamiento del equipo, el cual es de 13 a 35 grados centígrados.

- Verificar flujo de aire en la unidad: Consiste en verificar que la unidad se encuentre ubicada adecuadamente de manera que se de una adecuada circulación de aire dentro de la unidad condensadora, de manera que el aire fresco del ambiente reemplace continuamente al aire caliente que sale del equipo, para este propósito la cubierta frontal no debe de tener ningún tipo de obstrucción y la unidad debe estar separada por lo meno 0.20m de la pared según recomendaciones del fabricante.

- Medición de presiones de succión y descarga: Las mediciones de presiones de aspiración y descarga se realizan con la ayuda del juego de manómetros, el procedimiento es el siguiente:
 - a) Verificar que las llaves de los juegos de manómetros se encuentren cerradas.

- b) Conectar las mangueras de los juegos de manómetros al sistema de refrigeración en las válvulas de servicio, la manguera de color rojo al lado de alta presión y la manguera de color azul al lado de baja presión.
 - c) Abrir la llave del juego de manómetros de baja presión y realizar la lectura.
 - d) Cerrar la llave del manómetro de baja presión.
 - e) Abrir la llave del manómetro de alta presión y realizar la lectura.
 - f) Cerrar la llave de alta presión.
 - g) Anotar los valores de las lecturas en la orden de trabajo.
 - h) Si es necesario cargar o descargar la unidad según el procedimiento especificado en el manual de reparaciones más comunes.
 - i) Finalmente desconectar las mangueras del juego de manómetros de las válvulas de servicio del sistema de refrigeración.
-
- Revisar los motores ventiladores del evaporador: Debe revisarse la alineación de las aspas del ventilador verificando que giren libremente, no se encuentren dañadas y verificar que el motor trabaje de manera silenciosa y libre de vibraciones.

 - Medir el consumo de corriente: Para medir consumo de corriente se debe realizar las lecturas con un amperímetros de gancho, midiendo el consumo de corriente en la línea común del compresor y comparar la lectura con el valor proporcionado por el fabricante.

- Revisar el termostato: Revisar que el control de temperatura se encuentre en posición 4, si requiere que enfríe más mover la perilla del control a un valor mayor en caso contrario llevarlo a un valor menor. El termostato esta diseñado herméticamente por lo tanto no puede desarmarse para darle mantenimiento o repararse, únicamente debe limpiarse la parte externa y las conexiones eléctricas.
- Desmontar y limpiar el acrílico: Para desmontar el acrílico únicamente se deben realizar dos movimientos que consiste en levantarlo y posteriormente halar hacia fuera, debido a que la acumulación de polvo es grande detrás del acrílico se debe primero limpiar con una brocha y posteriormente limpiar con un paño húmedo.
- Revisión de lámparas: Limpiar y verificar el funcionamiento de las lámparas fluorescentes (candelas) en caso que se encuentren quemadas sustituir las, verificar el funcionamiento del switch de apagado y encendido de las lámparas, revisar que los pines de las candelas tengan buen contacto con las bases de conexión de ser necesario asegurarlos y verificar sus conexiones eléctricas si se encuentran cables sueltos o dañados.
- Instalar el acrílico: Colocar nuevamente el acrílico en la parte superior del equipo de refrigeración.
- Desmontar la cubierta frontal: Levantar la compuerta y posteriormente halar hacia fuera, retirando la cubierta frontal tendremos acceso a la unidad condensadora, parte del sistema eléctrico y la bandeja del desagüe, esta compuerta debe ser limpiada con una brocha para retirar el polvo.

- Revisar las condiciones de trabajo del compresor: Revisar si el compresor se encuentra instalado adecuadamente en su base, cerciorando que no exista algún ruido extraño o un exceso de vibraciones.
- Revisar el motor ventilador de la unidad condensadora: Verificar que el motor ventilador se encuentre libre de vibraciones y las aspas se encuentren alineadas, giren libremente y no se encuentren dañadas o mal instaladas.
- Verificar la tubería de refrigeración: Examinar las uniones y la tubería en general si existe presencia de aceite en su superficie, debido a que cuando se presenta una fuga en el sistema de refrigeración se escapa el aceite y refrigerante del sistema, el refrigerante se evapora en el ambiente pero el aceite queda impregnado en la superficie de la tubería.
- Verificación del filtro: El procedimiento para la verificación del estado del filtro consiste únicamente en tocarlo con la mano y determinar si existe diferencia de temperatura entre la entrada y salida del filtro, si la entrada del filtro se encuentra a una mayor temperatura que la salida indica que se encuentra saturado u obstruido y es necesario reemplazarlo, de no presentarse la diferencia de temperatura el filtro se encuentra en buenas condiciones.
- Desconectar la unidad: Suspender el fluido eléctrico de la unidad se realiza por razones de seguridad, antes de realizar el mantenimiento de los componentes eléctricos.

- Descargar la unidad de refrigeración: El servicio de mantenimiento preventivo se realiza generalmente los días que los equipos tienen una menor demanda para evitar en la medida de lo posible los inconvenientes de trabajo entre el personal encargado de utilizar el equipo, clientes y el personal de mantenimiento, por estos motivos el día que se presta el mantenimiento el equipo no se encuentra demasiado cargado de producto, el producto que se encuentre en la cámara de refrigeración debe ser retirado y trasladado a otra unidad de refrigeración para evitar su daño.
- Retirar las parrillas: Las parrillas deben ser retiradas para poder ser limpiadas con detergente, secadas con un paño y colocadas en un lugar limpio y seco mientras se realiza el servicio de mantenimiento en el resto de la unidad.
- Desmontar la cubierta que protege el evaporador: Se debe destornillar la cubierta de aluminio del evaporador para tener acceso a los motores ventiladores y el evaporador.
- Limpiar los motores ventiladores del evaporador: Los motores ventiladores de las unidades de refrigeración comercial generalmente son de lubricación permanente pero deben ser limpiados regularmente con un paño para retirar cualquier tipo de residuos que pudieran perjudicar su adecuado funcionamiento.

- Revisar y limpiar el evaporador: Los evaporadores no se ensucian tanto como los condensadores pero deben ser limpiados periódicamente debido a que puede haber grasa o suciedad que puede estar depositada en el centro del serpentín que no puede ser detectada a simple vista causando un intercambio térmico deficiente, se debe limpiar con un desengrasante sanitariamente aprobado debido a que se encuentra en el área de almacenamiento de alimentos, en el caso que se encuentre las aletas dobladas deben enderezarse con un cepillo para aletas ya que las aletas dobladas restringen la circulación de aire, si se encuentra formación de hielo en su superficie se debe verificar que se descongele por completo.
- Instalación del ventilador y cubierta protectora: Al terminar la limpieza y revisión del evaporador y ventiladores se debe proceder a colocar y atornillar la cubierta protectora.
- Limpiar el área de almacenamiento: Retirar cualquier desecho sólido con una espátula y escobilla, limpiar el interior de la unidad de refrigeración con una solución de detergente y agua utilizando una esponja para no dañar la pintura, al terminar secar con un paño seco.
- Revisar si las puertas cierran herméticamente: Chequear si la puerta se encuentra nivelada, si la puerta esta desajustada retirar la cubierta de las bisagras y ajustar los tornillos. Revisar que el empaque magnético de las puertas se encuentren en buenas condiciones y limpiarlo con un paño húmedo, si se encuentra dañado se debe reparar o sustituirse.
- Lubricación de bisagras: Lubricar los pines de las bisagras usando vaselina sólida.

- Limpieza del condensador: El condensador requiere una limpieza constante debido a que se le adhiere bastante suciedad debido a la gran acumulación de polvo, grasa y basura del ambiente, se debe limpiar con una brocha, posteriormente utilizar wipe y un desengrasante, si las aletas se encuentran dobladas se debe utilizar un cepillo para enderezar las aletas.
- Limpieza del Compresor: Realizar la limpieza exterior del compresor tipo hermético con un trapo o wipe húmedo tratando de retirar cualquier acumulación de polvo o grasa teniendo cuidado de no mojar las terminales o cualquier componente eléctrico del compresor.
- Limpiar el motor ventilador: Limpia con una brocha la acumulación de polvo, grasa o basura que se encuentre en el motor ventilador o en las aspas y finalmente utilizar aire a presión, en caso que sea necesario se pueden limpiar las aspas del ventilador con wipe humedecido con una solución de agua con jabón.
- Revisar el sistema de drenaje: Verificar que la manguera se encuentre colocada en la bandeja receptora para que no se derrame el agua en el suelo o en algún componente eléctrico además se debe revisar que no se encuentre obstruido el desagüe, haciendo correr un poco de agua en el desagüe para verificar que no se encuentre obstruido o sucio, el agua tiene que correr libremente asta llegar a la bandeja de agua.

- Limpiar la bandeja: Es importante retirar periódicamente el agua de la bandeja debido a que durante los ciclos de apagado del compresor se produce deshielo del evaporador produciendo agua que va a dar a la bandeja si no se retira periódicamente se derramaría. Retirar la bandeja por el frente de la unidad de refrigeración, halando la bandeja hacia fuera para que se deslice sobre el riel, posteriormente se debe retirar el agua y la bandeja debe ser lavada con agua y jabón.
- Instalar la cubierta protectora: Al terminar el mantenimiento de la unidad condensadora se debe proceder a colocar la cubierta protectora de la unidad condensadora, cerciorando que se encuentre adecuadamente ajustada en los pines que la soportan.
- Conectar el equipo: Conectar la unidad de refrigeración y esperar un tiempo aproximado de dos horas para que la temperatura sea la apropiada antes de volver a cargar la unidad con producto o esperar a que el compresor haga tres ciclos de arranque y apagado, finalmente esperar a que la temperatura sea adecuada para cargar el equipo.
- Limpiar la parte exterior del equipo de refrigeración: Debido a que los equipos de refrigeración serán limpiados diariamente por el personal encargado de utilizar las unidades, únicamente se deberá limpiar con un paño húmedo y una solución desengrasante para retirar cualquier tipo de suciedad que pudiera haber provocado el personal de mantenimiento durante el servicio.
- Limpiar el área de trabajo: Se debe limpiar el lugar después de haber terminado el servicio de mantenimiento el área donde se trabajo retirando polvo, agua, basura etc, que se pudiera haber dejado durante el trabajo debido a que pueden causar accidentes o una mala presentación del local.

- Verificar nuevamente la temperatura del equipo: Si fue necesario cargar o descargar la unidad de refrigeración se debe tomar nuevamente la temperatura del área de almacenamiento para verificar que se encuentren dentro del rango especificado por el fabricante.
- Completar los datos de la orden de mantenimiento: Al terminar de realizar el servicio de mantenimiento preventivo se debe de proceder la llenar los datos necesarios en la orden de mantenimiento preventivo.
- Noticiar al terminar el servicio con el encargado: Finalmente se debe notificar a la persona responsable las actividades de mantenimiento realizado y solicitar la firma para la orden de trabajo de mantenimiento.

3.3 Condiciones de seguridad

En toda empresa existen una gran cantidad de riesgos que en determinado momento pueden causar daños tanto para el personal como para el equipo e instalaciones.

Debido a lo anterior es importante que el personal de mantenimiento conozca los peligros a los cuales ésta expuesto diariamente y las consecuencias que pudiera tener un procedimiento inadecuado o irresponsable.

3.3.1 Propuesta de seguridad

La propuesta de seguridad consiste una serie de normas que deben ser acatadas por el personal de mantenimiento para prevenir en la medida de lo posible accidentes que pudieran tener consecuencias lamentables para el personal de mantenimiento, clientes, el establecimiento y el equipo.

A continuación se detallaran las normas que deben de seguir el personal de mantenimiento:

- Antes de empezar a realizar las tareas de mantenimiento se debe verificar que la herramienta y el equipo que se utilizara se encuentre en buenas condiciones.
- Utilizar bata y el equipo de protección personal en el momento de estar realizando las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Los cilindros de gases a alta presión tales como oxígeno y nitrógeno deben de ser trasladados siempre con la caperuza protectora y asegurado en una carretilla.
- Reportar al jefe inmediato cuando se presente alguna condición insegura o un accidente.
- No ingresar al área de trabajo bajo los efectos de bebidas alcohólicas o drogas.
- No efectuar algún trabajo si la debida capacitación.
- Antes de utilizar el nitrógeno debe de regularse la presión del recipiente a la presión de trabajo del sistema de refrigeración, nunca debe abrirse la llave de la botella en su totalidad debido a que el sistema de refrigeración no soportara la alta presión y podría estallar.
- Utilizar y cuidar apropiadamente la vestimenta de trabajo y el equipo de seguridad personal.

- No bloquear pasillos, salidas de emergencia, área de carga y descarga de producto o área de ingreso de clientes y personal.
- No utilizar joyas como cadenas, esclavas y anillos.
- El personal de mantenimiento debe de tener entre su equipo de trabajo un extintor.
- Siempre que se trabaje con refrigerantes o se esté realizando soldaduras se debe utilizar lentes de seguridad y guantes.
- Siempre se debe encender la llama de los mecheros con un encendedor automático, nunca debe emplearse cerillos o cigarrillos.
- Nunca utilizar oxígeno (O_2) para revisar fugas en el sistema debido al alto riesgo de explosión, únicamente debe utilizarse nitrógeno (N_2).
- Nunca debe de calentarse la botella de refrigerante con una llama para cargar el sistema debido a que el recipiente puede explotar, en caso de ser necesario calentar el recipiente para estimular el flujo de refrigerante se debe introducir la botella de refrigerante en un recipiente con agua tibia.
- Todos los motores así como las conexiones eléctricas deben de cubrirse para evitar que le caiga agua o detergente cuando se limpia algún dispositivo.
- Cuando se efectúa la limpieza de algún dispositivo eléctrico, motor ventilador, compresor, etc. debe de suspenderse el fluido eléctrico.
- No se debe trabajar en un lugar mojado.

- No realizar acciones indebidas en el área de trabajo tal como correr, bromear, comer o fumar.
- Todo tipo de herramientas y equipo eléctrico que utilice el personal de mantenimiento para efectuar algún servicio o reparación debe de tener su respectiva conexión a tierra para prevenir descargas eléctricas. Si el tomacorriente no tiene conexión a tierra debe utilizarse un adaptador los cuales poseen un cable a tierra que pueden colocarse en un tornillo del tomacorriente.
- No abandonar por ninguna causa que no sea justificada el área de trabajo sin haber terminado la tarea realizada, en caso de retirarse debe notificarse inmediatamente a la persona encargada del lugar.
- Cuando sea necesario trasladar objetos pesados como en el caso de los cilindros de nitrógeno y equipo de refrigeración se deben utilizar carretillas de mano, cuando no sea posible el uso de carretillas se debe utilizar cinturones de fuerza para proteger al personal de lesiones.
- Cuando se levante un objeto pesado se debe doblar las rodillas y utilizar siempre cinturones de fuerza, nunca levantar objetos utilizando la fuerza de la espalda.
- Colocar siempre que se pueda la herramienta y equipo alejada del camino de los clientes y los empleados del lugar.
- Al terminar el servicio se debe limpiar adecuadamente el lugar de trabajo.
- Siempre que se manibre objetos calientes se debe utilizar guantes.

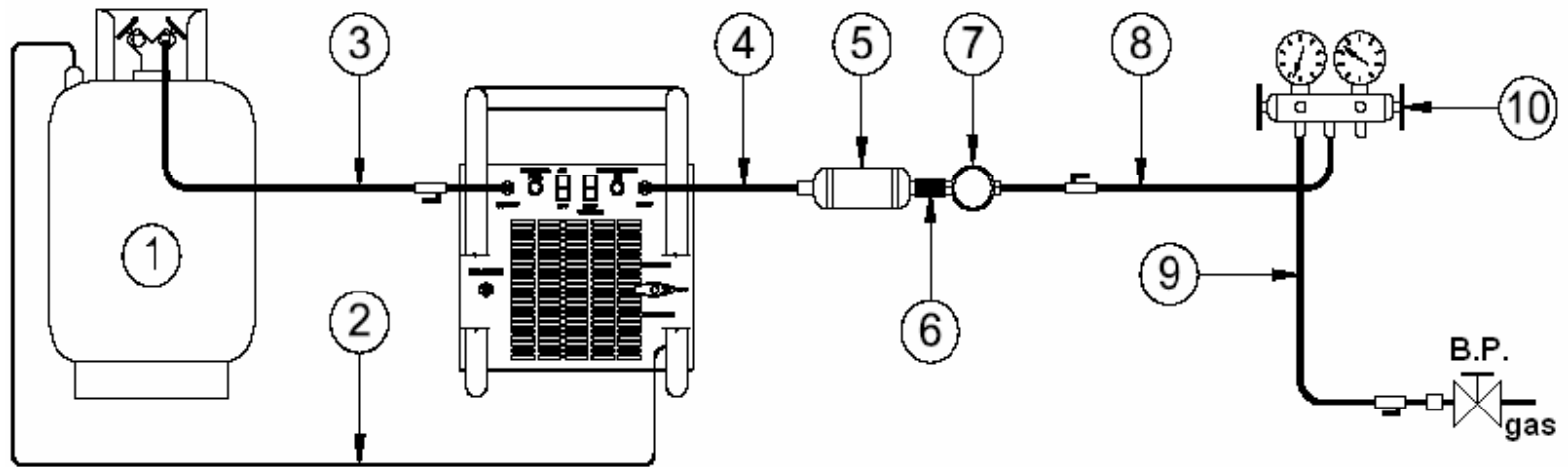
3.4 Efectos de los contaminantes en los sistemas de refrigeración

Debido a que todos los sistemas de refrigeración son fabricados únicamente para la circulación del refrigerante y aceite lubricante, cualquier sustancia que ingrese al sistema puede causar serios daños al equipo en general o sus componentes, entre los principales contaminantes tenemos humedad, aire, polvos o cualquier otro tipo de partículas. Por estos inconvenientes se hace necesario realizar varios procedimientos que garanticen el buen funcionamiento del sistema frigorífico como por ejemplo restringir la exposición al ambiente de los componentes del sistema, realizar purgas con nitrógeno y hacer vacío al sistema, todos estos procedimientos se describirán posteriormente en el manual de reparaciones más comunes.

3.4.1 Propuesta de recuperación de refrigerantes

Gran cantidad de los refrigerantes utilizados en el pasado han deteriorando la capa de ozono que protege a la tierra debido a que contiene átomos de cloro en sus moléculas que reaccionan con el ozono y la luz solar, como en el caso de los Clorofluorocarbonos (CFC) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), por lo tanto se tenía que recuperar el refrigerante y luego trasladarlo a laboratorios especiales para su tratamiento evitando la liberación al ambiente, este problema no se presentan en los hidrofluorocarbonos (HFC) debido a que no poseen átomos de cloro en sus moléculas tal es el caso del refrigerante el R-134a que es el refrigerante utilizado en la totalidad de equipos de refrigeración analizados en el presente trabajo de tesis, por tal razón únicamente se describirá el proceso de recuperación del refrigerante.

Figura 14. Esquema del equipo para la recuperación de refrigerante



Fuente: Manual de operación TX200. Pág.3

- 1. Cilindro con interruptor OFP
- 2. Cable de sobrellenado OFP
- 3. Manguera de conexión
- 4. Manguera de conexión
- 5. Filtro

- 6. Conector
- 7. Tubo guía
- 8. Manguera color amarillo
- 9. Manguera color azul
- 10. Juego de manómetros

La recuperación del refrigerante es un proceso que consiste en remover el fluido refrigerante del sistema de refrigeración y trasladarlo a un recipiente de almacenamiento. Este procedimiento es necesario realizarlo cuando el compresor se encuentra quemado, se realice alguna reparación o el sistema se encuentre sobrecargado, ya que si existe exceso de refrigerante el compresor puede aspirar el refrigerante en estado líquido lo que podría dañar sus componentes y sería necesario sustituir el compresor ocasionando un gasto innecesario.

A continuación se describirá la forma adecuada de realizar el proceso de recuperación de refrigerante.

El primer paso consiste en el montaje del equipo para la recuperación de refrigerante como se muestra en la figura 14, el cual se describe de la siguiente manera:

- Verificar que la válvula de control de la recuperadora se encuentre apagada (OFF).
- Cerrar todas las válvulas que poseen las mangueras como dispositivos de interrupción.
- Conectar la manguera (4) a la recuperadora en la vía de entrada (IN).
- Conectar el filtro (5) a la manguera (4),
- Colocar el conector (6) y tubo guía (7).
- Conectar la manguera (8) al sistema de recuperación.

- Verificar que las válvulas del juego de manómetros se encuentren cerradas.
- Conectar la manguera de color amarilla (8) a la conexión central del manifold del juego de manómetros (10).
- Conectar la manguera de color azul (9) al manómetro para baja presión (10).
- Conectar la manguera de color azul (9) a la válvula de servicio de baja presión del sistema de refrigeración (B.P.) para la recuperación del gas.
- Conectar la manguera (3) a la unidad recuperadora en la vía de salida (OUT).
- Conectar la manguera (3) a la válvula del cilindro de almacenamiento (1).
- El cilindro de almacenamiento (1) deberá contener un fusible de sobrellenado FOP, que consiste en un conmutador que se desconecta cuando el contenido del cilindro de almacenamiento alcanza el 80% de su capacidad.
- Conectar el cable de sobrellenado OFP (2) del cilindro de almacenamiento (1) a la unidad recuperadora.
- Conectar el equipo de recuperación de refrigerante al suministro eléctrico, verificando que tanto la espiga como el tomacorriente posean conexión a tierra.

- Verificar que todas las conexiones se encuentran instaladas adecuadamente según el esquema de la Fig.14.
- En este momento el equipo se encuentra listo para iniciar el proceso de recuperación de refrigerante.

El paso siguiente consiste en la realización del proceso de recuperación de refrigerante del sistema de refrigeración, de la siguiente manera:

- Abrir la válvula del juego de manómetro para baja presión (10).
- Abrir todas las válvulas de las mangueras que conectan todos los componentes del equipo para recuperación de refrigerante.
- Abrir la válvula del cilindro de almacenamiento (1).
- Ajustar la válvula de control de la unidad recuperadora de la posición de apagado a recuperación.
- Poner en funcionamiento el equipo de recuperación accionando el interruptor de apagado / encendido, en posición ON.
- En este momento se encenderá una luz para indicar que el equipo empezara a recuperar el refrigerante del sistema de refrigeración.
- Cuando el cilindro de almacenamiento (1) alcance su máxima capacidad se encenderá una luz que indica que el cilindro se encuentra lleno y debe ser reemplazado.

- Se debe dejar que se repita los ciclos de trabajo hasta que el quipo deje de trabajar por un tiempo mayor de dos minutos, lo que nos indica que todo el refrigerante fue recuperado.
- Apagar la unidad recuperadora, accionando el interruptor de pagado / encendido, en posición OFF.
- Ajustar la válvula de control de la unidad recuperadora de la posición de recuperación a la posición de apagado.
- Cerrar todas las válvulas de las mangueras del sistema de recuperación.
- Cerrar la válvula del cilindro de almacenamiento (1).
- Cerrar la válvula para baja presión del juego de manómetros.
- Desconectar la manguera azul (9) que comunica el quipo de recuperación con la válvula de servicio de baja presión del sistema de refrigeración.
- Desconectar el filtro y tubo guía.
- Desconectar la manguera (3) que comunica el cilindro de almacenamiento (1) con la unidad recuperadora.
- Desconectar el cable de sobrelleno OFP (2).
- Desconectar la recuperadora del tomacorriente.

3.4.2 Efectos nocivos de la humedad

Los sistemas de refrigeración que operan con compresores que utilizan el refrigerante R-134a el daño causado por la humedad en el sistema de refrigeración es mayor que los efectos causados por su antecesor el refrigerante R-12, por este motivo se tiene que prestar atención a los efectos nocivos de la humedad en los nuevos sistemas de refrigeración de R-134a.

Una pequeña cantidad de humedad en el sistema de refrigeración puede causar congelamiento y obstrucción parcial en la salida del dispositivo de expansión lo que perjudicará el funcionamiento del equipo, si la obstrucción del capilar es total causara que el compresor deje de funcionar.

Otro efecto nocivo que causa la humedad en el sistema de refrigeración es que reacciona químicamente con el agua formando ácidos que atacan las partes metálicas del compresor y principalmente el recubrimiento de esmalte que posee el motor eléctrico como aislante provocando un corto circuito que causa la quema del compresor.

El aceite lubricante que utilizan los sistemas R-134a son a base de ésteres sustancias altamente higroscópicas lo cual es otro motivo que justifica la importancia del filtro deshidratador, este filtro posee la capacidad de absorber ácidos y partículas de humedad protegiendo al compresor. Es importante hacer notar que no se debe mantener el compresor y el resto del sistema de refrigeración expuestos al ambiente por un tiempo mayor a 15 minutos y la realización de vacío al sistema de refrigeración es necesaria cada vez que se expone al ambiente sin importar el tiempo de exposición.

3.5 Guía para el análisis de fallas

A pesar de que la mayoría de los equipos de refrigeración tienen una confiabilidad bastante alta cuando se les presta un adecuado servicio de mantenimiento preventivo, la ocurrencia de fallas no se pueden eliminar por completo, es muy común que se presenten fallas que ocasionan mal funcionamiento o paros de las unidades de refrigeración a causa de instalaciones defectuosas, sobrecarga de trabajo, un manejo inapropiados de los equipos, etc., por estas razones es necesario contar con herramientas que puedan orientar al personal de mantenimiento a realizar los trabajos de una manera más apropiada y rápida.

La guía par el análisis de fallas busca disminuir al máximo el tiempo de paro de dichos equipo, por medio de un diagnósticos y correcciones rápidas del los problemas.

3.5.1 Cuadro de diagnóstico de fallas

Antes de sustituir cualquier componente de los equipos de refrigeración se debe realizar un análisis completo de las posibles causas que dieron origen al problema, para poder identificar la causa real, de esta manera el personal de mantenimiento puede ahorrar tiempo y gastos innecesarios.

A continuación se presentan los cuadros de diagnósticos de fallas que buscan solucionar los problemas de una forma rápida y sencilla.

Tabla X: Cuadro de diagnóstico de fallas No.1.

Problema	Posible Causa	Solución
El compresor no arranca	Tomacorriente dañado	Verificar el voltaje en el tomacorriente con el multímetro si se encuentra dañado repararlo.
El compresor no arranca	Daños en el cableado de la unidad	Verificar con un multímetro si existe flujo de corriente, posteriormente verificar continuidad en la espiga, cables y conexiones hasta llegar a la línea principal de distribución buscando conexiones mal ajustadas, soldaduras frías o cables rotos; si se encuentra alguno de estos inconvenientes repararlos.
El compresor no arranca	Termostato no funciona adecuadamente.	Graduar el termostato al valor mínimo y revisar si el compresor arranca, si es necesario sustituir.
El compresor no arranca	El termostato no conecta debido que los contactos no cierran	Limpiar los contactos, de no arrancar colocar un puente entre los contactos si arranca el compresor el termostato se encuentra dañado debe sustituirse.
El compresor no arranca	Protector térmico se encuentra dañado.	Verificar si los componentes metálicos se encuentran oxidados o dañados, verificar continuidad, si se encuentra dañado sustituirlo.
El compresor no arranca	El protector térmico no es el adecuado.	Verificar si el protector térmico es el recomendado por el fabricante de no ser así instalar el adecuado.
El compresor no arranca	Relé dañado.	Verificar si los componentes metálicos se encuentran oxidados o dañados, posteriormente verificar continuidad, si se encuentra dañado sustituir.

Tabla XI: Cuadro de diagnóstico de fallas No.2.

Problema	Posible Causa	Solución
compresor no arranca	El capacitor de arranque no es el adecuado.	Verificar si los valores de capacitancia y voltaje son adecuados para el tipo de compresor según los datos proporcionados por el fabricante, de no ser así sustituir el adecuado.
compresor no arranca	Capacitor de arranque dañado.	Verificar con el multímetro si el capacitor carga y descarga adecuadamente, de no ser de esta manera sustituirlo.
compresor no arranca	El embobinado del compresor se encuentra en corto circuito.	Verificar el estado del compresor realizando el siguiente procedimiento: Desconectar las conexiones eléctricas que alimentan al compresor y con la ayuda del ohmiómetro revisar si el compresor se encuentra en corto circuito, colocando una punta del multímetro en pin común y la otra punta en la carcasa si existe continuidad el compresor se encuentra en corto circuito y se tendrá que reemplazar.
compresor no arranca	El embobinado del compresor se encuentra interrumpido o quemado.	El siguiente procedimiento consiste en revisar las bobinas del compresor para determinar si se encuentran quemadas o interrumpidas, utilizando la ayuda del ohmiómetro se debe medir la resistencia de las bobinas de arranque (S) y marcha (R), se coloca una punta de prueba del aparato en el pin común (C) y la otra punta en el pin de de marcha (R) y debe de medir un valor de resistencia pequeño, posteriormente se mide la bobina de arranque (S) colocando una punta de prueba en el pin común (C) este tiene que dar una lectura un poco mayor, Finalmente debe poner una punta de prueba en la terminal de arranque (S) y la otra punta en la terminal de marcha (R) el valor de la lectura tiene que ser igual a la suma de las resistencias de las otras dos lecturas, de no ser de esta manera el compresor se encuentra dañado y deberá ser sustituido.

Tabla XII: Cuadro de diagnóstico de fallas No.3.

Problema	Posible Causa	Solución
El compresor trabaja, pero no para y el equipo de refrigeración enfría poco.	Filtro de líquido o secador se encuentra obstruido por la humedad o es demasiado pequeño.	Cambiar el filtro por uno adecuado.
El compresor trabaja, pero no para y el equipo de refrigeración enfría poco.	Falta de refrigerante	Generalmente se forma una escarcha de hielo en el evaporador, buscar si existen fugas en caso de que exista repararla, finalmente cargar el equipo de refrigeración adecuadamente.
El compresor trabaja, pero no para y el equipo de refrigeración enfría poco.	Compresor y evaporador de baja capacidad.	Consultar en las tablas de funcionamiento si la potencia del compresor es la adecuada para la capacidad requerida y la del evaporador es la necesaria.
El compresor trabaja, pero no para y el equipo de refrigeración enfría poco.	El equipo sufre sobrecarga de trabajo debido a que el producto almacenado es mayor la capacidad para la que fue fabricado o las puertas de las unidades son continuamente abiertas.	Instruir al personal sobre el uso adecuado de la unidad de refrigeración para que la carga de almacenamiento sea la adecuada y sea abierta la puerta lo menos posible.
El compresor trabaja, pero no para y el equipo de refrigeración enfría poco.	Aislamiento insuficiente a causa de daños en el empaque magnético de las puertas.	Revisar el aislamiento de la unidad de refrigeración y repararlo, de ser necesario sustituirlo.

Tabla XIII: Cuadro de diagnóstico de fallas No.4.

Problema	Posible Causa	Solución
El compresor trabaja, pero no para y el equipo de refrigeración enfría poco.	Mala circulación de aire en el interior de la cámara.	Colocar el producto de forma adecuada, es decir con una ligera separación entre ellos para que no se restrinja la circulación de aire adentro del área de almacenamiento.
El compresor trabaja, pero no para y el equipo de refrigeración enfría poco.	El evaporador no trabaja bien debido a la formación de escarcha.	Desconectar el equipo y deshacer la escarcha de hielo.
El compresor trabaja, pero no para y el equipo de refrigeración enfría poco.	Mala circulación de aire en el condensador debido a obstrucciones.	Limpiar el condensador y entradas de aire con una brocha y aspiradora, retirar cualquier obstrucción y verificar que se encuentre el equipo de refrigeración a una distancia mínimo de 0.20 metros de la pared para que se de una adecuada circulación de aire.
El compresor trabaja, pero no para y el equipo de refrigeración enfría poco.	Mala ubicación de la unidad de refrigeración.	Se debe verificar si la unidad de refrigeración se encuentra instalada cerca de una fuente generadora de calor como por ejemplo hornos, calderas, rayos solares, etc., se debe reubicar la unidad a un ambiente adecuado.
El compresor trabaja, pero no para y el equipo de refrigeración enfría poco.	Fugas en el sistema de refrigeración	Localizar la fuga verificando presencia de aceite o utilizar espuma, repararla, hacer vacío y finalmente cargar la unidad nuevamente.
El compresor trabaja, pero no para y el equipo de refrigeración enfría poco.	Compresor de baja capacidad.	Verificar si la capacidad del compresor coincide con los valores recomendados por el fabricante, de no ser así sustituirlo por uno de capacidad necesaria.

Tabla XIV: Cuadro de diagnóstico de fallas No.5.

Problema	Posible Causa	Solución
El compresor enfría, pero no para o funciona demasiado tiempo.	El termostato puede estar mal regulado.	Regular la perilla del termostato a un valor adecuado que generalmente es 4 para estas unidades.
El compresor enfría, pero no para o funciona demasiado tiempo.	El bulbo del termostato puede tener un mal contacto o puede estar dañado.	Revisar que el bulbo del termostato tenga un buen contacto con la tubería del evaporador si todo esta bien revisar el control si esta dañado sustituirlo.
El compresor enfría, pero no para o funciona demasiado tiempo.	Mala circulación del refrigerante debido a que el filtro de liquido (secador) se encuentra tapado	En el caso de que este obstruido se debe sustituir.
El compresor enfría, pero no para o funciona demasiado tiempo.	Mala circulación de refrigerante debido a que la línea de líquido se encuentra parcialmente obstruida por un aplastamiento u otro tipo de obstrucción.	Verificar la tubería de la línea de líquido y eliminar la obstrucción o cambiarla de ser necesaria.
El compresor enfría, pero no para o funciona demasiado tiempo.	Poca circulación de refrigerante debido a que la línea de aspiración se encuentra parcialmente obstruida por un aplastamiento u otra obstrucción.	Eliminar la obstrucción en la tubería o proceder a cambiarla de ser necesario.

Tabla XV: Cuadro de diagnóstico de fallas No.6.

Problema	Posible Causa	Solución
El compresor enfría, pero no para o funciona demasiado tiempo.	La línea de líquido es de diámetro demasiado pequeño.	Instalar una tubería de mayor diámetro que sea apropiada para el sistema.
El compresor enfría, pero no para o funciona demasiado tiempo.	Falta de refrigerante	Generalmente se forma una escarcha de hielo en el evaporador, buscar si existen fugas en caso de que exista repararla, y proceder a cargar el equipo de refrigeración adecuadamente.
El compresor enfría, pero no para o funciona demasiado tiempo.	El equipo sufre sobrecarga de trabajo debido a que el producto almacenado es mayor la capacidad para la que fue fabricado o las puertas de las unidades son continuamente abiertas.	Instruir al personal sobre el uso adecuado de la unidad de refrigeración para que la carga de almacenamiento sea la adecuada y sea abierta la puerta lo menos posible.
El compresor enfría, pero no para o funciona demasiado tiempo.	Compresor y evaporador de baja capacidad.	Consultar en los manuales de servicio si la potencia del compresor es la adecuada para la capacidad requerida y la del evaporador sea la necesaria, en caso contrario cambiarlos
El compresor enfría, pero no para o funciona demasiado tiempo.	Aislamiento insuficiente a causa de daños en el empaque magnético de las puertas.	Revisar el aislamiento de la unidad de refrigeración y repararlo de ser necesario sustituirlo.
El compresor enfría, pero no para o funciona demasiado tiempo.	Mala circulación de aire en el interior de la cámara.	Colocar el producto de forma adecuada, es decir con una ligera separación entre ellos para que no se restrinja la circulación de aire adentro del área de almacenamiento.

Tabla XVI: Cuadro de diagnóstico de fallas No.7.

Problema	Posible Causa	Solución
El compresor para y se pone en marcha en ciclos cortos	Compresor defectuoso	Revisar el compresor, en el caso que se encuentre dañado cambiarlo.
El compresor para y se pone en marcha en ciclos cortos	Termóstato defectuoso	Revisarlo y cambiarlo si es necesario.
El compresor para y se pone en marcha en ciclos cortos	El flujo de aire que recibe el condensador es limitado.	Limpiar el condensador y entradas de aire con una brocha y una aspiradora, retirar cualquier obstrucción y verificar que se encuentre el equipo de refrigeración a una distancia mínimo de 0.20 metros de la pared para que se de una adecuada circulación de aire.
El compresor para y se pone en marcha en ciclos cortos	Poca circulación de refrigerante en la línea de líquido debido a que la tubería se encuentra obstruida por un aplastamiento o la tubería es demasiado pequeña.	Revisar si la tubería de líquido se encuentra en buen estado, si se encuentra dañada repararla o de ser necesario reemplazarla.
El compresor para y se pone en marcha en ciclos cortos	El protector térmico no es el adecuado.	Verificar si el protector térmico es el recomendado por el fabricante de no ser así sustituirlo por el adecuado.
El compresor para y se pone en marcha en ciclos cortos	El protector térmico se encuentra dañado.	Revisar si el protector térmico funciona adecuadamente, verificar si los componentes metálicos se encuentran oxidados o dañados, verificar continuidad, si se encuentra dañado sustituirlo.

Tabla XVII: Cuadro de diagnóstico de fallas No.8.

Problema	Posible Causa	Solución
El compresor para y se pone en marcha en ciclos cortos	Filtro de la tubería de líquido tapado, generalmente se congela.	Verificar si el filtro se encuentra obstruido, de ser necesario sustituirlo.
El compresor para y se pone en marcha en ciclos cortos	Tubo capilar bloqueado o dañado, generalmente se encuentra congelado.	Revisar las condiciones del tubo capilar y el filtro de ser necesario cambiar el tubo capilar y el filtro secador.
El compresor para y se pone en marcha en ciclos cortos	Falta de refrigerante	Generalmente se forma una escarcha de hielo en el evaporador, buscar si existen fugas en caso de que exista repararla, finalmente cargar el equipo de refrigeración adecuadamente.
El compresor para y se pone en marcha en ciclos cortos	La presión de aspiración es baja debido a que el evaporador es muy pequeño.	Cambiar el evaporador por una de mayor tamaño en el cual la superficie de contacto se mayor.
El compresor para y se pone en marcha en ciclos cortos	El termostato se descalibrado.	Verificar el funcionamiento del control de temperatura, ajustando la perilla del termostato al valor mínimo y máximo para verificar si el compresor se desconecta dentro del rango de uso. De no encontrarse calibrado ajustarse, de no ser posible sustituirlo.

Tabla XVIII: Cuadro de diagnóstico de fallas No.9.

Problema	Posible Causa	Solución
Unidad de refrigeración enfría demasiado	El termostato se encuentra ajustado en el valor máximo.	Regular el termostato al valor adecuado y dar la información adecuada al personal en cargado de operar el equipo.
Unidad de refrigeración enfría demasiado	El termostato no desconecta.	Graduar el control del termostato al valor mínimo el cual es el menos frío y verificar si el compresor se desconecta. Si no funciona adecuadamente sustituirlo.
Unidad de refrigeración enfría demasiado	Termostato inadecuado	Verificar si el modelo de termostato utilizado es el recomendado por el fabricante de no ser así sustituirlo.
Unidad de refrigeración enfría demasiado	El termostato no se encuentra calibrado.	Ajustar la perilla del termostato al valor mínimo el cual es el menos frío para verificar si el compresor se desconecta dentro del rango de uso. De no encontrarse calibrado ajustarse de no ser posible sustituirlo.
Unidad de refrigeración enfría demasiado	Conexión eléctrica mal instalada	Verificar las conexiones eléctricas por medio del diagrama eléctrico.
Unidad de refrigeración enfría demasiado	El bulbo del termostato se encuentra suelto.	Revisar si el bulbo del termostato se encuentra colocado correcta en el evaporador, de no ser así corregirla.
Formación de escarcha en la línea de succión.	Control de temperatura desajustado	Ajustar el control a un valor adecuado que generalmente es 4 y darle las indicaciones adecuadas a las personas encargadas de manejar el equipo.
Formación de escarcha en la línea de succión.	El bulbo del control de temperatura no hace buen contacto.	Revisar si la colocación del bulbo del termostato es la correcta. Graduar el control del termostato al valor mínimo el cual es el menos frío y verificar si el compresor se desconecta de no desconectar sustituirlo.

Tabla XIX: Cuadro de diagnóstico de fallas No.10.

Problema	Posible Causa	Solución
Equipo de refrigeración enfría poco.	El termostato se encuentra regulado en la posición mínima la menos fría.	Ajustar el control a un valor adecuado que generalmente es 4 para estos equipos de refrigeración y darle las indicaciones adecuadas a las personas encargadas de manejar el equipo.
Equipo de refrigeración enfría poco.	El bulbo del termostato no se encuentra instalado adecuadamente	Revisar la colocación del bulbo del termostato en la forma correcta, corregirla si es necesaria.
Equipo de refrigeración enfría poco.	Termostato inadecuado	Verificar si el modelo del termostato es el recomendado por el fabricante, en caso contrario instalar el indicado.
Equipo de refrigeración enfría poco.	Protector térmico incorrecto	Verificar si el protector térmico es el indicado por el fabricante, en caso contrario instalar el adecuado.
Equipo de refrigeración enfría poco.	Protector térmico defectuoso	Verificar si el protector termino funciona adecuadamente, si existe oxidación o si las laminas bimetalicas se encuentran deformadas.
Equipo de refrigeración enfría poco.	Obstrucción del tubo capilar por humedad	Verificar si existe formación de hielo en la entrada del evaporador, si al calentar vuelve a circular el refrigerante es señal de que existe humedad por lo tanto se debe eliminar.
Equipo de refrigeración enfría poco.	Condensador sucio o con mala circulación de aire.	Limpiar el condensador y las entradas de aire con una brocha y una aspiradora, retirar cualquier obstrucción y verificar que se encuentre el equipo de refrigeración a una distancia mínimo de 0.20 metros de la pared para que se de una adecuada circulación de aire.

Tabla XX: Cuadro de diagnóstico de fallas No.11.

Problema	Posible Causa	Solución
Equipo de refrigeración enfría poco.	El equipo sufre sobrecarga de trabajo debido a que el producto almacenado es mayor la capacidad para la que fue fabricado	Instruir al personal sobre el uso adecuado de la unidad de refrigeración para que la carga de almacenamiento sea la adecuada.
Equipo de refrigeración enfría poco.	Las puertas de las unidades son continuamente abiertas.	Proporcionar las instrucciones adecuadas al personal encargado de utilizar el equipo para que las puertas sean abiertas lo menos posible.
Equipo de refrigeración enfría poco.	Aislamiento insuficiente a causa de daños en el empaque magnético de las puertas.	Revisar el aislamiento de la unidad de refrigeración y repararlo de ser necesario sustituirlo.
Equipo de refrigeración enfría poco.	Las puertas se encuentran mal ajustadas.	Ajustar las puertas adecuadamente.
Equipo de refrigeración enfría poco.	Carga deficiente de refrigerante	Generalmente se forma una escarcha de hielo en el evaporador, buscar si existen fugas en caso de que exista repararla, finalmente cargar el equipo de refrigeración adecuadamente.
Equipo de refrigeración enfría poco.	Compresor de muy poca capacidad.	Verificar la capacidad del compresor recomendada por el fabricante de no ser el adecuado sustituirlo.

Tabla XXI: Cuadro de diagnóstico de fallas No.12.

Problema	Posible Causa	Solución
Malos olores o mal sabor de los alimentos	Mueble sucio	Limpiarlo con una solución de agua y jabón
Malos olores o mal sabor de los alimentos	Alimentos descompuestos	Dejar el equipo de refrigeración abierto por un buen tiempo y posteriormente limpiarlo con una solución de agua con jabón.
Malos olores o mal sabor de los alimentos	El desagüe se encuentra tapado.	Dejar circular agua en la tubería del desagüe para verificar si se encuentra tapado.
Malos olores o mal sabor de los alimentos	Fuga de refrigerante	Localizar la fuga y repararla, finalmente cargar la unidad con refrigerante
Malos olores o mal sabor de los alimentos	La superficie del evaporador se encuentra sucia.	Limpiarlo con una solución de agua con jabón.
Malos olores o mal sabor de los alimentos	Mala circulación de aire en el interior de la cámara.	Proporcionar al personal encargado de utilizar el equipo de la forma adecuada de colocar el producto de manera que se de una buena circulación de aire.

Tabla XXII: Cuadro de diagnóstico de fallas No.13.

Problema	Posible Causa	Solución
Ruido	Termostato causa ruido.	Es normal escuchar un sonido de conexión y desconexión del termostato, revisar si el termostato esta adecuadamente instalado.
Ruido	Protector térmico inadecuado	Revisar si el protector térmico es el recomendado por el fabricante, si es necesario sustituir el protector térmico y el relé de arranque.
Ruido	Protector térmico defectuoso.	Verificar si los componentes metálicos del protector térmico se encuentran oxidados o si los discos se encuentran deformados si se encuentran dañados sustituir.
Ruido	Condensador mal instalado.	El serpentín tiene contacto con algún otro componente metálico del sistema de refrigeración con por ejemplo dispositivos de expansión, filtro secador, el gabinete.
Ruido	El equipo de refrigeración se encuentra desnivelado.	Verificar si la superficie sobre la que se encuentra instalada la unidad de refrigeración tiene una superficie plana, de no ser así, instalar la unidad sobre una superficie adecuada, posteriormente verificar que desaparezca el ruido.
Ruido	El compresor, motor ventilador o aspas tienen contacto con algún componente del sistema o con la parte externa del gabinete.	Este tipo de contacto causan vibración que provocan ruidos se deben separar y el ruido debe desaparecer.

Tabla XXIII: Cuadro de diagnóstico de fallas No.14.

Problema	Posible Causa	Solución
Ruido	Mala instalación del compresor.	Verificar si los amortiguadores de caucho se encuentran adecuadamente instalados, las tuercas y tornillos se encuentran bien ajustados, si se encuentran mal instalados o flojos se debe de instalar y asegurarse adecuadamente.
Ruido	El compresor tiene ruidos internos a causa de bielas desgastadas.	Debido a que se trata de compresores herméticos se deben desmontar el compresor y sustituirlos por uno nuevo.
Ruido	Sobrecarga de refrigerante en el sistema de refrigeración. La presión es demasiado elevada en la unidad condensadora.	Verificar si las presiones del sistema se encuentran arriba de las recomendadas. Si están altas existe sobrecarga de refrigerante en el sistema, se debe proceder a recuperar el refrigerante necesario, si fuera aire purgar el sistema.
Ruido	Alta presión debido a la mala ventilación	Retirar cualquier obstrucción y verificar que se encuentre el equipo de refrigeración a una distancia mínimo de 0.20 metros de la pared para que se de una adecuada circulación de aire.
Ruido	Alta presión debido a que el condensador se encuentra sucio.	Limpiar el condensador y entradas de aire con una brocha y una aspiradora.

Tabla XXIV: Cuadro de diagnóstico de fallas No.15.

Problema	Posible Causa	Solución
Equipo de refrigeración produce descargas eléctricas	Equipo eléctrico instalado inadecuadamente	Verificar las conexiones eléctricas por medio del diagrama del fabricante.
Equipo de refrigeración produce descargas eléctricas	El sistema de cableado tiene contacto directo con las partes metálicas del equipo.	Verificar si existe un aislamiento adecuado en los cables, conexiones y componentes eléctricos.
Equipo de refrigeración produce descargas eléctricas	Equipo de refrigeración no posee puesta a tierra.	Verificar si existe conexión de puesta a tierra en caso se necesario instalarla.
Equipo de refrigeración produce descargas eléctricas	Conexión de puesta a tierra se encuentra dañada	Verificar la conexión de puesta a tierra y repararla.
Equipo de refrigeración produce descargas eléctricas	La pata de polarización tierra fue eliminada de la espiga.	Instalar una nueva espiga que posea la pata de polarización a tierra.
Equipo de refrigeración produce descargas eléctricas	El tomacorriente no posee conexión a tierra,	Realizar la instalación de un tomacorriente que posea conexión a tierra.

Tabla XXV: Cuadro de diagnóstico de fallas No.16.

Problema	Posible Causa	Solución
Equipo de refrigeración produce descargas eléctricas	Tomacorriente carece de conexión a tierra	Verificar si la instalación eléctrica posee polarización a tierra, de no poseerla solicitar que se realicen las modificaciones necesarias por un electricista autorizado.
Equipo de refrigeración produce descargas eléctricas	Equipo carece de conexión a tierra.	En caso de que la polarización a tierra de la unidad de refrigeración haya sido eliminada se deben realizar la conexión y darle las indicaciones correspondientes al personal encargado de utilizar el equipo.
Equipo de refrigeración produce descargas eléctricas	Termostato defectuoso.	Verificar si el termostato se encuentra en mal estado, de ser así sustituirlo.
Equipo de refrigeración produce descargas eléctricas	El compresor tiene paso de corriente a la carcasa.	Verificar si existe continuidad entre el embobinado y la carcasa, en caso de que exista continuidad sustituir el compresor.
Equipo de refrigeración produce descargas eléctricas	Humedad en los componentes eléctricos.	Localizar el lugar donde se encuentra la humedad secarla y eliminar la fuente de humedad.

Tabla XXVI: Cuadro de diagnóstico de fallas No.17.

Problema	Posible Causa	Solución
Condensación en la parte externa de los vidrios del equipo de refrigeración.	Mal aislamiento térmico a causa de las puertas.	Revisar si las puertas se encuentran bien ajustadas y niveladas,
Condensación en la parte externa de los vidrios del equipo de refrigeración.	Mal aislamiento térmico a causa de los empaques magnéticos dañados.	Revisar si los empaques magnéticos de caucho se no se encuentren despegados o dañados, si es necesario ajustar o sustituirlos.
Condensación en la parte externa de los vidrios del equipo de refrigeración.	El termostato se encuentra graduado en la posición más alta.	Verificar si la perilla del control de temperatura se encuentra en un valor demasiado elevado y colocarlo al valor adecuado que generalmente para estos equipos es 4.
Condensación en la parte externa de los vidrios del equipo de refrigeración.	El termostato no funciona adecuadamente	Verificar si el termostato conecta y desconecta adecuadamente en caso necesario sustituirlo.
Condensación en la parte externa de los vidrios del equipo de refrigeración.	El bulbo del termostato no se encuentra bien instalado.	Instalar el bulbo del termostato adecuadamente.
Condensación en la parte externa de los vidrios del equipo de refrigeración.	Humedad relativa demasiada alta.	Este problema no se da a consecuencia del equipo debido a que es a causa de las condiciones ambientales.

Tabla XXVII: Cuadro de diagnóstico de fallas No.18.

Problema	Posible Causa	Solución
Condensación interna del equipo de refrigeración.	Mal aislamiento térmico a causa de las puertas.	Revisar si las puertas se encuentran bien ajustadas y niveladas,
Condensación interna del equipo de refrigeración.	Mal aislamiento térmico a causa de los empaques magnéticos dañados.	Revisar si los empaques magnéticos de caucho se no se encuentren despegados o dañados, si es necesario ajustar o sustituirlos.
Condensación interna del equipo de refrigeración.	El termostato se encuentra regulado en la posición mínima la menos fría.	Ajustar el termostato al valor adecuado que generalmente es 4 y darle las indicaciones adecuadas al personal encargado de utilizar el equipo de refrigeración.
Condensación interna del equipo de refrigeración.	Termostato dañado	Revisar el funcionamiento del termostato si es necesario sustituirlo.
Condensación interna del equipo de refrigeración.	El producto almacenado es mayor de lo previsto, se encuentra demasiado caliente	Proporcionar las instrucciones adecuadas al personal encargado de utilizar el equipo.
Condensación interna del equipo de refrigeración.	Las puertas de las unidades de refrigeración son continuamente abiertas.	Proporcionar las instrucciones adecuadas al personal encargado de utilizar el equipo

Tabla XXVIII: Cuadro de diagnóstico de fallas No.19.

Problema	Posible Causa	Solución
Elevado consumo de corriente	Condensador se encuentra sucio	Limpiar el condensador y entradas de aire con una brocha y una aspiradora.
Elevado consumo de corriente	Mala circulación de aire.	Retirar cualquier objeto que pueda causar obstrucción y verificar que se encuentre el equipo de refrigeración a una distancia mínimo de 0.20 metros de la pared para que se de una adecuada circulación de aire.
Elevado consumo de corriente	El termostato se encuentra en la posición máxima.	Graduar el control del termostato al valor adecuado que generalmente es 4 para estos equipos de refrigeración.
Elevado consumo de corriente	El bulbo del control se encuentra suelto.	Colocar el bulbo del termostato adecuadamente.
Elevado consumo de corriente	Termostato no funciona adecuadamente.	Verificar si el termostato funciona adecuadamente graduando el control al valor mínimo y verificar si desconecta, de ser así sustituirlo.
Elevado consumo de corriente	Termostato inadecuado.	Verificar si el modelo de termostato utilizado es el recomendado por el fabricante de los equipos de no ser así instalar el adecuado.
Elevado consumo de corriente	Mal aislamiento térmico a causa de las puertas.	Revisar si las puertas se encuentran bien ajustadas y niveladas,

Tabla XXIX: Cuadro de diagnóstico fallas No.20.

Problema	Posible Causa	Solución
Elevado consumo de corriente	Mal aislamiento térmico a causa de los empaques magnéticos dañados.	Revisar si los empaques magnéticos de caucho se no se encuentren despegados o dañados, si es necesario ajustar o sustituirlos
Elevado consumo de corriente	El producto almacenado es mayor de lo previsto o se encuentra demasiado caliente.	Proporcionar las instrucciones adecuadas al personal encargado de utilizar el equipo.
Elevado consumo de corriente	Las puertas de las unidades son continuamente abiertas.	Proporcionar las instrucciones adecuadas al personal encargado de utilizar el equipo.
Elevado consumo de corriente	Falta de refrigerante en el sistema de refrigeración.	Generalmente se forma una escarcha de hielo en el evaporador, verificar si existen fugas en caso de que exista repararlas y proceder a cargar nuevamente el sistema de refrigeración adecuadamente.
Elevado consumo de corriente	Exceso de carga de refrigerante	Verificar si existe condensación en la línea de retorno y verificar las presiones del sistema si son altas, recuperar el refrigerante del sistema hasta obtener la carga requerida.
Elevado consumo de corriente	Compresor de muy baja capacidad	Verificar si el compresor es de la capacidad recomendada por el fabricante, de no ser de esta manera sustituirlo.

3.5.2 Manual de reparaciones más comunes

El manual de reparaciones más comunes es una guía para la realización de las actividades de mantenimiento correctivo. Proporcionando una herramienta practica para la capacitación dentro de la empresa, describiendo las consideraciones y procedimientos adecuados para las reparaciones que se realizan generalmente a los equipos de refrigeración comercial.

Instalación de compresores herméticos:

Después de realizar los análisis y pruebas necesarias para descartar todas las demás causas posibles del problema utilizando la tabla para en análisis de fallas descrito en inciso anterior (3.5.1), podremos determinar si el compresor necesita ser reemplazado. El procedimiento para el reemplazo del compresor de tipo hermético se describe a continuación:

- Para evitar la entrada excesiva de humedad y gases no condensables en el compresor nuevo no se deben retirar los tapones de goma que protegen las tuberías del compresor hasta el momento adecuado de realizar la soldadura.

El primer paso consiste en desmontar el compresor dañado siendo necesario para ello realizar el siguiente procedimiento:

- Limpiar con una brocha la parte externa del compresor retirando la acumulación de polvo de la carcasa y los componentes eléctricos.
- Descargar el refrigerante del sistema de refrigeración siguiendo las indicaciones descritas en el procedimiento de recuperación del refrigerante.

- Retirar todas las conexiones y componentes eléctricos del compresor, si es necesario se debe realizar un esquema del sistema eléctrico y del sistema de tuberías que conectan al compresor, para evitar errores en el momento de conectar el nuevo compresor.
- Limpiar con un paño todas las tuberías que comunican al compresor, retirando el polvo, oxido y pinturas que pudieran contaminar el sistema.

El siguiente paso consiste en desconectar el sistema de tuberías el cual puede realizar de dos maneras:

- El más utilizado y rápida es desoldar las tuberías del sistema de refrigeración que comunican al compresor utilizando la soldadura oxiacetilénica y un alicate, el procedimiento consiste en calentar la tubería a medida que se aplica una fuerza hacia fuera con el alicate, cuando la tubería alcance el punto de fusión de la soldadura esta se fundirá y se podrán separar las tuberías. Se debe utilizar lentes de seguridad debido a que al calentar el sistema el aceite lubricante podría saltar hacia el rostro del técnico.
- El segundo método es el de cortar las tuberías del sistema de refrigeración que comunican al compresor utilizando un corta tubos manual, el procedimiento consiste en colocar el corta tubos en el punto de la tubería que se desea cortar alineando el disco de corte y ajustando la perilla de la herramienta para que la cuchilla de corte quede ajustada contra la tubería aplicando una presión moderada. Luego se debe hacer girar la herramienta alrededor de la tubería, ajustando continuamente la perilla a medida que se realice el corte para mantener siempre presión sobre la tubería. El procedimiento se realiza hasta que la tubería quede cortada.

- Al terminar cualquiera de los dos métodos se debe limpiar la tubería con una lija fina y un paño seco, dejando los extremos de la tubería perfectamente limpios, debido a que tanto el residuo de la soldadura y la rebaba que deja la herramienta de corte producen partículas que pueden obstruir los dispositivos del sistema de refrigeración.
- Colocar inmediatamente los tapones de caucho en las salidas de las tuberías del sistema de refrigeración para disminuir la contaminación del sistema de refrigeración en la medida de lo posible.
- Quitar todos los elementos de sujeción del compresor tales como tuercas, tornillos, etc.
- Retirar el compresor dañado de la base de la unidad condensadora.
- Instalar el nuevo compresor en la base de la unidad condensadora, colocar los amortiguadores de caucho y elementos de sujeción adecuadamente ajustados para prevenir cualquier tipo de vibración que perjudique el funcionamiento del equipo.
- Instalar todos los componentes eléctricos del sistema.

El segundo paso consiste en realizar las soldaduras del compresor a las tuberías del sistema de refrigeración. Es uno de los procedimientos más importantes debidos a que una mala soldadura puede causar fugas u obstrucciones lo que perjudicara posteriormente el desempeño del sistema.

- La tubería a ser soldada debe de limpiarse cuidadosamente para que se encuentre libre de aceite, grasa, oxido, pintura, polvo o cualquier otra sustancia que perjudique la calidad de la soldadura o contaminar el sistema.

- Es preferible realizar un calentamiento previo en la superficie a soldar y el área de intersección con una llama carburante para conseguir una soldadura de mejor calidad y más homogénea, ya que dará una mejor fluidez del material proporcionando una mejor penetración en la unión.

- La soldadura deber realizarse utilizando una llama de tipo neutra y una varilla de plata de 5 al 15 %.
 - a) Calentar uniformemente las tuberías de tipo macho y hembra (tubería expandida), se debe de empezar calentando la tubería macho aproximadamente a media pulgada de la unión hasta el punto donde se realizara la soldadura, repitiendo constantemente esté procedimiento con movimientos lineales de ida y vuelta alrededor de la tubería, para lograr un calentamiento uniforme hasta que se alcance la temperatura adecuada para realizar la soldadura, esta temperatura se alcanzara cuando el área de la unión forma un color cereza.

 - b) Cuado se alcance dicho color es el momento en que se debe colocar la varilla de plata en el área de la unión hasta que el material se funda y fluya por capilaridad penetrando la unión, nunca debe de dirigirse la llama directamente a la varilla de plata ya que causara una mala penetración, simplemente debe dejar que se funda por el calor que le transmite la tubería de cobre.

- Si se quiere agilizar el proceso de enfriamiento, se debe colocar un paño húmedo a una distancia de 5 centímetros de donde se realizó la soldadura y acercarlo poco a poco hasta colocarlo en el área de la soldadura, en enfriamiento no debe ser muy brusco ya que el choque térmico podría dañar la tubería y causar fugas.
- Posteriormente a que se enfríe la soldadura se debe limpiar el área de la unión con agua y jabón.
- Retirar el filtro deshidratador viejo este procedimiento describirá posteriormente.
- Hacer un barrido o purga con nitrógeno antes de instalar el nuevo filtro, para evitar contaminar el filtro con cualquier materia que se encuentre en el sistema.
 - a) Verificar que se encuentren cerradas las válvulas del juego de manómetros.
 - b) Conectar el juego de manómetros a la botella de nitrógeno, conectando la manguera central del múltiple del juego de manómetros de color amarillo a la válvula de la botella de nitrógeno.
 - c) Abrir ligeramente la válvula de la botella de nitrógeno y graduar la presión menor que la de trabajo.
 - d) Purgar el juego de manómetros, consiste en abrir las válvulas del juego de manómetros unos segundos y después cerrarlas.

- e) Conectar el juego de manómetros a las válvulas de servicio del sistema de refrigeración, la manguera de color azul se conecta a la válvula de servicio de baja presión y la de color rojo a la válvula de servicio de alta presión.
- f) Abrir la llave del manómetro de alta presión, empezara a fluir el nitrógeno por el lado de alta presión pasando por el condensador, el dispositivo de expansión, evaporador y saldrá por el lado de succión del sistema donde se instalara el nuevo filtro, el nitrógeno recorre todo el sistema a acepción del nuevo compresor. en el caso que se quiera instalar el filtro en el lado de succión.
- g) Cerrar la válvula de alta presión del juego de manómetros.
- h) Cerrar la válvula de la botella de nitrógeno.
- i) Desconectar la manguera amarilla del juego de la botella de nitrógeno.
- j) Abrir la válvula del juego de manómetros de baja presión, para que el sistema quede completamente abierto a la atmósfera.
- k) Proceder a instalar los filtros deshidratadores al sistema de refrigeración, el procedimiento se describirá posteriormente.
- l) Cerrar ambas válvulas del juego de manómetros al terminar de instalar los nuevos filtros, para evitar que cuando el gas contenido en el sistema se enfríe y aspire aire al interior del sistema.

- Comprobar que el sistema de refrigeración se encuentre libre de fugas:
 - a) Conectar el juego de manómetros a la botella de nitrógeno, conectando la manguera central del múltiple del juego de manómetros de color amarillo a la válvula de la botella de nitrógeno.
 - b) Graduar la válvula de nitrógeno a la presión de trabajo del sistema de refrigeración estos valores de presión son indicados en la tabla I.
 - c) Purgar el juego de manómetros, consiste en abrir las válvulas del juego de manómetros unos segundos y después cerrarlas.
 - d) Conectar el juego de manómetros a las válvulas de servicio del sistema de refrigeración, la manguera de color azul se conecta a la válvula de servicio de baja presión y la de color rojo a la válvula de servicio de alta presión.
 - e) Abrir la válvula de baja presión del juego de manómetros para iniciar la carga del sistema de refrigeración con nitrógeno, hasta que alcance la máxima presión de trabajo.
 - f) Cerrar ambas válvulas del manifold.
 - g) Verificar las presiones del sistema.

Instalación del filtro deshidratador.

Es recomendable que cada vez que se desmonte un compresor o desinstale alguna tubería del sistema se debe cambiar de filtro deshidratador o secador para prevenir cualquier tipo de contaminación en el sistema debido al tiempo de exposición al ambiente, esto se realiza después de realizar la limpieza del sistema con nitrógeno para no contaminar el filtro con cualquier sustancia que se encuentre en el sistema, se debe prestar atención a este dispositivo debido a que es el encargado de retener la humedad y cualquier otro contaminante sólido que se encuentre en el sistema de refrigeración por lo tanto se describirá el procedimiento adecuado para su reemplazó:

- Quitar el oxido y pintura con una lija en las áreas donde se desoldara luego limpiar con un paño.
- Calentar gradualmente la unión del filtro secador con la tubería del sistema de refrigeración, medida que se ejerce una fuerza moderada con una pinza o alicate para separar los dos elementos.
- Retirar los tapones que protegen al nuevo filtro hasta el momento de su instalación para disminuir en la medida de lo posible su contaminación en el ambiente.
- Colocar el nuevo filtro secador, este debe ir instalado en el lado de succión del compresor para protegerlo de la humedad e instalar entre el condensador y el dispositivo de expansión para proteger al dispositivo de expansión de obstrucciones.

Hacer vacío en el sistema de refrigeración:

Debido a que los sistemas de refrigeración son fabricados únicamente para la circulación del refrigerante y aceite lubricante, cualquier sustancia que ingrese al sistema en el momento de la instalación del compresor u otro componente reducen el rendimiento del sistema y pueden causar graves daños al equipo, estos contaminantes pueden ser humedad, aire, polvos o cualquier otro tipo de partículas. Debido a esto inconvenientes se hace necesario hacer el vacío en el sistema de refrigeración, el cual garantiza la extracción de la humedad, gases no condensables y partículas extrañas a la atmósfera por medio de la bomba de vacío. Al deshidratar el sistema prevenimos problemas tales como la formación de ácidos, corrosión y aumento de presiones. Además el vacío elimina los gases no condensables que podrían aumentar las presiones del sistema tanto en la descarga como en la succión causando un aumento en la temperatura de evaporación causando el retorno de líquidos al compresor lo que lo dañaría, además la parcial evaporación del refrigerante provoca pérdidas en el rendimiento del sistema ya que causa una menor absorción de calor por parte del refrigerante.

El procedimiento para realizar el vacío en el sistema de refrigeración se describe a continuación:

- Verificar que se encuentren cerradas las válvulas del juego de manómetros.
- Conectar el juego de manómetros a las válvulas de servicio del sistema de refrigeración, la manguera de color azul se conecta a la válvula de servicio de baja presión y la de color rojo a la válvula de servicio de alta presión.

- Conectar el juego de manómetros a la bomba de vacío, conectando la manguera central del múltiple del juego de manómetros de color amarillo a la válvula de la bomba de vacío.
- Encender la bomba de vacío.
- Abrir las válvulas de juego de manómetros.
- Arrancar la bomba de vacío y evacuar el sistema hasta alcanzar un vacío de 28 a 29 pulgadas de mercurio, verificando la presión en el manómetro de baja presión.
- Poner a trabajar la bomba de vacío de 20 a 30 minutos.
- Cerrar las válvulas del juego de manómetros.
- Apagar la bomba de vacío.
- Desconectar la bomba de vacío.
- Esperar un tiempo aproximado de 15 minutos para revisar si cambia la lectura de presión, si existe aumento de presión el sistema de refrigeración tiene fugas que deberán ser reparadas inmediatamente.
- Si la presión no aumenta se puede proceder a cargar el sistema de refrigeración.

Carga de refrigerante:

Cargar de refrigerante se refiere a añadir la cantidad necesaria de refrigerante que se necesita para el adecuado funcionamiento del sistema de refrigeración, si la unidad se encuentra con una carga baja de refrigerante debe de revisar si en el sistema existen fugas en dado caso existan deben ser reparadas antes de realizar la carga de otra manera el refrigerante se volverá a perder en el ambiente.

El procedimiento que se debe realizar para cargar el refrigerante al sistema se describe a continuación:

- Determinar el tipo y la cantidad de refrigerante que debe ser necesaria para el adecuado funcionamiento del equipo, esta información es proporcionada específicamente por el fabricante, para lo equipos analizados se encuentra detallada en las tablas I,II y III.
- Para determinar el peso exacto de la carga de refrigerante que se debe cargar se debe utilizar una balanza, realizando el siguiente procedimiento:
 - a) Pesar la botella de refrigerante para determinar su peso exacto, se determinara el peso del gas y el recipiente.
 - b) Determinar el peso final de la botella después de haber aplicado la carga, únicamente se debe restar el peso de la carga al peso inicial del recipiente.
 - c) Anotar el valor obtenido de la resta, el cual podría ser de utilidad para trabajos posteriores.

- Conectar el juego de manómetros a la botella de refrigerante, por medio de la manguera central del múltiple de color amarillo a la válvula de la botella de refrigerante.
- Colocar la botella de refrigerante en posición vertical, es decir con la válvula de servicio hacia arriba.
- Purgar el juego de manómetros, este procedimiento consiste en abrir las válvulas del juego de manómetros unos segundos y después cerrarlas.
- Conectar el juego de manómetros al sistema de refrigeración, la manguera de color azul se conecta a la válvula de servicio de baja presión y la de color rojo a la válvula de servicio de alta presión.
- Abrir la válvula de la botella de refrigerante.
- Abrir la válvula del manómetro de baja presión del juego de manómetros.
- Debido a que el refrigerante en estado gaseoso que se encuentra contenido en la botella posee una mayor presión que el lado de succión (aspiración) del sistema el refrigerante fluirá fácilmente de la botella al área de succión del sistema de refrigeración.
- Verificar la lectura indicada en la balanza.
- Cuando la balanza indique el valor del peso calculado cerrar la válvula de baja presión del juego de manómetros.
- Cerrar la válvula de la botella de refrigerante.

- Verificar las presiones del sistema de refrigeración.
- Desconectar la botella de refrigerante del juego de manómetros.
- Observe regularmente el enfriamiento del gabinete.
- Se debe hacer trabajar la unidad con el control graduado en el valor más alto es decir el más frío cuando se carga de refrigerante el sistema de refrigeración para verificar subenfriamientos (formación de hielo).

Descarga de refrigerante:

Es importante que la carga de refrigerante sea la adecuada, debido a que al igual que la carga baja de refrigerante la sobrecarga causa un mal funcionamiento del equipo de refrigeración, si existe exceso de carga el compresor puede aspirar el refrigerante en estado líquido esto podría desgastar y dañar los componentes de compresor, siendo necesario su sustitución. Por lo anterior debe eliminarse el exceso de refrigerante según el procedimiento descrito en la recuperación de refrigerante.

Reparación de fugas en el sistema de refrigeración:

Para determinar si el sistema de refrigeración existen fugas de refrigerante y localizarlas se debe realizar el procedimiento descrito posteriormente.

En el caso que el sistema de refrigeración haya perdido toda la carga de refrigerante, se debe carga el sistema con nitrógeno de la siguiente manera:

- Conectar el juego de manómetros a la botella de nitrógeno, conectando la manguera central del múltiple de manómetros de color amarillo a la válvula de la botella de nitrógeno.
- Graduar la válvula de nitrógeno a la presión de trabajo del sistema de refrigeración estos valores de presión son indicados en las tablas I,II y III.
- Purgar el juego de manómetros, consiste en abrir las válvulas del juego de manómetros unos segundos y después cerrarlas.
- Conectar el juego de manómetros a las válvulas de servicio del sistema de refrigeración, la manguera de color azul se conecta a la válvula de servicio de baja presión y la de color rojo a la válvula de servicio de alta presión.
- Abrir ambas válvulas del juego de manómetros para iniciar la carga del sistema de refrigeración con nitrógeno, hasta que alcance la presión de trabajo.
- Cerrar ambas válvulas del manifold.
- Verificar las presiones del sistema.
- Si las presiones del sistema disminuyen verifican la presencia de fugas en el sistema.

El siguiente paso consiste en localizar el lugar exacto donde se encuentran ubicadas las fugas.

- Verificar si existe aceite en las conexiones, tuberías, evaporador y condensador, debido a que cuando existe una fuga el refrigerante y el aceite escapan del sistema, el refrigerante se escapa al ambiente mientras que el aceite queda impregnado en la superficie del equipo de refrigeración.
- Preparar una solución de agua con jabón agitándola hasta que se produzca espuma.
- Añadir la solución de agua con jabón en las uniones, tubería de cobre, condensador y evaporador, es decir en cualquier lugar donde se sospeche que existen fugas.
- Verificar si se forman burbujas, debido a que donde existen fugas el flujo del gas forma burbujas en el jabón.
- Posteriormente a localizar la fuga se debe marcar el área donde se encuentran.
- En el caso que el sistema se encuentre cargado con refrigerante se debe proceder a descargar la unidad.

Después de marcar los puntos donde se encuentran las fugas se debe proceder a reparar las fugas utilizando soldadura oxiacetilénica y varillas de plata del 5 al 15% de la siguiente manera:

- Limpiar el área de la fuga retirando el polvo, aceite y cualquier tipo de grasa.
- Lijar perfectamente esta área.

- Calentar uniformemente la tubería en el área se encuentra la fuga con movimientos lineales de ida y vuelta alrededor del área con una llama de tipo neutra, para lograr un calentamiento uniforme hasta que se alcance la temperatura adecuada para realizar la soldadura, esta temperatura se alcanzara cuando el área de la unión alcance un color cereza.
- Cuando se alcance dicho color es el momento en que se debe colocar el fundente de plata en el área de la fuga hasta que el material se funda y fluya, nunca debe de dirigirse la llama directamente a la varilla de plata ya que causara una mala penetración, simplemente debe dejar que se funda por el calor que le transmite la tubería de cobre.
- Posteriormente a que se enfríe la soldadura se debe limpiar el área donde se reparo la fuga con agua y jabón.
- Cargar nuevamente el sistema con nitrógeno hasta alcanzar la presión de trabajo, para verificar nuevamente la presencia de fugas.
- Después de cerciorar que el sistema se encuentre libre de fugas realizar el vacío.
- Cargar nuevamente el sistema.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

4.1 Capacitación

La capacitación consiste en un conjunto de actividades planificadas que tienen como finalidad principal la preparación y desarrollo de los recursos humanos de la empresa proporcionándoles los conocimientos teóricos y habilidades técnicas que se requieren para realizar un trabajo adecuadamente.

Es importante que todas las empresas sin importar su tipo deban incluir en su presupuesto el desarrollo de programas de capacitación permanentes, dando a conocer los beneficios de la capacitación tanto para el personal de mantenimiento como para la empresa. Entre los beneficios más importantes que tiene la capacitación para la empresa son: el incremento de la calidad y productividad en el trabajo, crea una mejor imagen para la empresa, agiliza la toma de decisiones y solución de problemas. Los beneficios que tiene la capacitación para los empleados: Aumenta la confianza del trabajador, mejora la comunicación entre los trabajadores y empleados, aumenta el nivel de satisfacción de los puestos de trabajo, colabora en la orientación de los nuevos empleados, elimina temores debidos al desconocimiento.

La capacitación no es únicamente para el personal nuevo en la empresa, debe implementarse para todo el personal de la misma, en el caso del mantenimiento gran parte de la ineficiencia del servicio puede deberse a la falta de técnicos de mantenimientos calificados o al desconocimiento de las nuevas tecnologías.

La capacitación para el personal de mantenimiento debe ser determinada en base a las necesidades más importantes de la empresa, para mejores resultados debe contener únicamente la información teórica y práctica necesaria, la cual puede ser impartida dentro y fuera del lugar de trabajo.

La capacitación dentro de la empresa debe estar integrada principalmente por demostraciones y prácticas repetidas en el lugar de trabajo hasta que la persona pueda dominar las técnicas de forma adecuada acerca del desarrollo de procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, estos procedimientos deben de ser demostrados por el supervisor de mantenimiento o por otro técnico que posea experiencia dentro de la empresa.

Para realizar la capacitación fuera del lugar de trabajo se puede solicitar la colaboración de varias instituciones públicas y privadas del país que se dedican a brindar asistencia técnica en las diferentes áreas de la mecánica, la capacitación por parte de estas instituciones es generalmente realizada en las instalaciones de dichos centros de capacitación, ya que cuentan con personal especializado, equipo, materiales didácticos y la documentación técnica necesaria. Los contenidos, fechas y horas deben de planificarse de común acuerdo entre la empresa y los centros educativos.

Entre los cursos que pueden ser solicitados en dichas instituciones se encuentran: el diseño, instalación y mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado, soldadura, electricidad, electrónica, electromecánica e informática.

4.2 Atribuciones y responsabilidades del personal

Las atribuciones y responsabilidades que el personal debe cumplir dentro del horario de trabajo están contempladas dentro de las funciones que conforman los puestos de trabajo en una organización.

La descripción de estas funciones son de gran utilidad para selección de personal, establecer líneas de mando, elaborar programas de capacitación y una mejor utilización del recurso humano.

En toda empresa las personas trabajan más eficientemente si conocen claramente las atribuciones y responsabilidades que debe cumplir y la forma en que sus funciones se relacionan con las de los demás miembros de la empresa.

A continuación se describirá la propuesta de la descripción de los puestos de trabajos, lo cual será de utilidad para una adecuada administración del recurso humano.

Gerente general:

Supervisa a: jefe de mantenimiento

Responsable ante: propietario de la empresa

Descripción del puesto:

Tiene a su cargo la responsabilidad total de la empresa, debe velar por su rentabilidad. El puesto consiste en la planificación, dirección y control de todas las actividades de la empresa y la toma de decisiones tanto administrativas y financieras que contribuyan a la mejor utilización de los recursos.

Funciones específicas:

- Establecer las metas de la empresa a corto y largo plazo.
- Velar que se cumplan las metas de la empresa y crear acciones correctivas cuando sea necesario.
- supervisar las actividades de mantenimiento.
- Planificar, organizar, dirigir y supervisar las operaciones administrativas.
- Dirigir las negociaciones con los diferentes clientes y proveedores cuando sea necesario.
- Revisar mensualmente el estado financiero y crear acciones correctivas si es necesario.
- Ejercer la aprobación definitiva sobre remuneraciones, despidos, transferencia y ascenso del personal en general.
- Dirigir la preparación de todos los presupuestos de operaciones de la empresa.

- Resolver problemas de gran importancia y complejidad que se presenten en la empresa.
- Mantener comunicación constante con los clientes para corroborar la calidad del servicio.
- Preparar y presentar a los clientes los contratos de mantenimiento para su respectiva autorización.
- Analizar incrementos a las cuotas de mantenimiento cuando alcanzan la fecha de vencimiento del contrato.
- Coordinar y supervisar las funciones del jefe de mantenimiento.
- Coordinar al personal para cumplir con las metas de la empresa.
- Revisar pagos de planillas.
- Negociar con proveedores.
- Supervisar y controlar cuentas por cobrar.
- Autorizar la emisión de cheques para pago de proveedores, planilla, subcontratista, etc.
- Supervisar los reportes de bodega.
- Planificar y controlar funciones del departamento de compras.
- Realizar otras funciones inherentes al puesto.

Jefe de mantenimiento

Supervisa: Supervisores de Mantenimiento

Responsable ante: Gerente general

Descripción del puesto:

Este puesto de trabajo es de carácter técnico administrativo que consiste en planificar, organizar, dirigir y controlar todas las actividades relacionadas con el mantenimiento preventivo y correctivo, optimizando el tiempo de trabajo y los recursos de la empresa, velando siempre por prestar un servicio de calidad sin descuidar el bienestar de la empresa.

Funciones específicas:

- Planificar las actividades de mantenimiento tanto preventivo como correctivo definiendo las rutas de trabajo.
- Dar seguimiento a las cotizaciones hechas a los clientes
- Realizar visitas periódicas a los lugares de trabajo para verificar que los servicios de mantenimiento se hagan adecuadamente.
- Mantener comunicación vía telefónica con los clientes y cubrir sus necesidades ofreciéndoles soluciones rápidas a sus problemas.
- Verificar la existencia de repuestos y materiales para el desarrollo de las actividades de mantenimiento.
- Autorizar la compra de repuestos, herramientas y equipos cuando sea necesario.
- Realizar reuniones periódicas con los supervisores de mantenimiento.

- Diseñar conjuntamente con los supervisores de mantenimiento programas de capacitación para los técnicos de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.
- Disciplinar adecuadamente al personal de mantenimiento cuando sea necesario.
- Seleccionar, contratar y transferir al personal de mantenimiento.
- Autorizar los gastos que deben realizar el personal de mantenimiento.
- Revisar semanalmente las órdenes de trabajo preventivas y correctivas realizadas por el personal de mantenimiento.
- Resolver cualquier tipo de dudas que tengan los supervisores sobre algún trabajo a realizar.
- Elaborar el presupuesto anual de mantenimiento basándose en el historial de mantenimiento.
- Realizar auditorias internas de calidad
- Realizar mensualmente reportes de trabajo para el gerente general.
- Velar por el mejor aprovechamiento de los recursos de la empresa.
- Velar por que se cumpla reglamento interno de la empresa y las normas de seguridad por parte de los trabajadores.
- Crear un ambiente de cooperación y disciplina dentro de la empresa.
- Promover y fomentar la calidad de sus subalternos.
- Coordinar al personal para en cumplimiento de metas de la empresa.
- Autorizar y controlar el consumo de combustible.
- Coordinar y controlar el recurso humano de mantenimiento.
- Evaluar la capacidad del personal bajo su responsabilidad.

Supervisor de mantenimiento preventivo:

Supervisa: Técnicos de mantenimiento preventivo

Responsable ante: Jefe de mantenimiento

Descripción del puesto:

Trabajar conjuntamente con el jefe de mantenimiento en la planificación, organización y control de todas las actividades relacionadas con el mantenimiento preventivo, optimizando el tiempo y los recursos de la empresa, teniendo siempre presente la calidad del servicio.

Funciones específicas:

- Planificar con el jefe de mantenimiento las actividades que deben realizarse mensualmente para cubrir la demanda de mantenimiento preventivo.
- Realizar el programa de actividades diarias para cada miembro del personal a su cargo delimitando claramente la ruta de trabajo a seguir.
- Supervisar que el personal de mantenimiento preventivo cumpla adecuadamente con las actividades que le fueron asignadas.
- Hacer revisiones periódicas a los equipos que se les presta el servicio de mantenimiento preventivo, para verificar la calidad del trabajo.
- Mantener comunicación constante con el cliente y solucionar los problemas de mantenimiento que se le presenten.
- Entregar mensualmente el reporte de los trabajos efectuados de mantenimiento preventivo al jefe de mantenimiento.
- Supervisar el manejo adecuado de herramientas y equipo por parte del personal.
- Disciplinar y sancionar al personal a su cargo en el momento que comentan una acción indebida.

- Velar por que se cumplan las normas de seguridad y educación en los diferentes lugares de trabajo.
- Revisar en bodega la existencia de repuestos, materiales, herramienta y equipo necesarios para la planificación del mantenimiento.
- Participar en los círculos de calidad para la resolución de problemas.
- Asignar cursos de capacitación de acuerdo a las necesidades del personal.
- Evaluar el desempeño del personal a su cargo.
- Velar que todos los empleados se encuentren debidamente uniformados e identificados en el lugar de trabajo.
- Realizar reuniones periódicas con el personal a su cargo para discusión del cumplimiento de metas y realizar acciones correctivas si es necesario.
- Recibir diariamente los reportes de los servicios realizados por los técnicos de mantenimiento preventivo.
- Autorizar a los técnicos los documentos de requisición de bodega.
- Velar por el mejor aprovechamiento de los recursos de la empresa.
- Actualizar los archivos de mantenimiento.
- Controlar la asistencia diaria del personal de mantenimiento.
- Diseñar la documentación necesaria para los reportes de mantenimiento.
- Coordinar los traslados de equipos de refrigeración,
- Controlar el uso de repuestos y materiales.

Supervisor de mantenimiento correctivo:

Supervisa: Técnicos de mantenimiento correctivo

Responsable ante: Jefe de mantenimiento

Descripción del puesto:

Trabajar conjuntamente con el jefe de mantenimiento en la planificación, organización y control de todas las actividades relacionadas con el mantenimiento correctivo, optimizando el tiempo de trabajo y los recursos de la empresa, teniendo siempre presente la calidad del servicio.

Funciones específicas:

- Realizar programa de actividades diarias para cada miembro del personal a su cargo.
- Elaborar y revisar el cumplimiento de las ordenes de trabajo.
- Organizar al personal de mantenimiento correctivo, asignado actividades al personal, coordinarlo y verificarlo.
- Verificar la existencia en bodega de repuestos y materiales a utilizar en los servicios de mensuales de mantenimiento.
- Asesorar a los técnicos de mantenimiento en la reparación de fallas complicadas de los equipos de refrigeración.
- Controlar la calidad de los trabajos de mantenimiento correctivo y la satisfacción del cliente, realizando revisiones periódicas a los equipos.
- Entregar mensualmente el reporte de trabajos de mantenimiento correctivo.
- Disciplinar y sancionar al personal de mantenimiento cuando cometan acciones indebidas.
- Evaluar al personal a su cargo y presentar el reporte correspondiente.

- Reportar las necesidades de capacitación que necesite el personal a su cargo.
- Velar por que se cumplan las normas de seguridad y educación en los diferentes lugares de trabajo.
- Controlar que se cumplan todas las tareas de mantenimiento preventivo programadas.
- Participar en los círculos de calidad para la resolución de problemas.
- Asignar los cursos de capacitación de acuerdo a las necesidades del personal.
- Controlar los gastos y el presupuesto de operaciones asignadas
- Realizar reuniones periódicas con el personal a su cargo para discusión de metas de trabajo.
- Recibir diariamente los reportes de los servicios realizados por los técnicos.
- Autorizar a los técnicos los documentos de requisición de bodega de repuestos, materiales, herramienta y equipo.
- Establecer los procedimientos necesarios para el uso, instalación y mantenimiento del equipo, material, herramienta y maquinaria
- Velar por el mejor aprovechamiento de los recursos de la empresa.
- Coordinar los traslados de los equipos de refrigeración.
- Actualizar los archivos de mantenimiento.
- Diseñar la documentación necesaria para los reportes de mantenimiento.
- Autorizar a los técnicos los documentos de requisición de bodega.
- Controlar la asistencia diaria del personal de mantenimiento preventivo.
- Promover y dirigir círculos de calidad dentro de la empresa.

Técnico de mantenimiento preventivo:

Supervisa: Ninguno

Responsable ante: Supervisor de mantenimiento preventivo

Descripción del puesto:

Realizar limpieza y mantenimiento preventivo a los equipos de refrigeración ubicados en la ruta establecida de trabajo y reparar las fallas menores encontradas.

Funciones específicas:

- Realizar el procedimiento descrito en las rutinas de mantenimiento preventivo.
- Seguir el programa de actividades diarias, en caso de presentarse algún inconveniente reportarlo inmediatamente al jefe inmediato.
- Llenar los reportes de mantenimiento necesarios para el control del mismo.
- Reportarse con el supervisor de mantenimiento preventivo al iniciar y al terminar la jornada de trabajo.
- Trasladar y utilizar la herramienta y equipos con el debido cuidado y seguridad.
- Conducir los vehículos de la empresa de manera responsable.
- Mantener limpio y en óptimas condiciones el vehículo a su cargo y reportar inmediatamente si existe alguna falla.
- Trasladar al supervisor de mantenimiento las facturas de compra de combustible.
- Cumplir las normas de la empresa en cuanto a permisos, horarios estipulados de trabajo, medidas de seguridad e higiene personal.
- Regresar a la bodega herramienta y equipo utilizado.

- Regresar a la bodega los materiales y repuestos no utilizados.
- Llegar al lugar de trabajo con el uniforme de trabajo y su respectiva identificación.
- Solicitar documentación para hacer reportes al supervisor de mantenimiento preventivo.
- Identificarse adecuadamente con el encargado del lugar de trabajo antes de iniciar las actividades.
- Conocer adecuadamente el procedimiento de utilización de herramientas y equipos de trabajo.
- Dejar limpio y ordenado el área de trabajo.
- Presentarse puntualmente en el lugar de trabajo.
- Llenar el reporte de trabajo como comprobante del trabajo realizado y solicitar la aprobación de la persona encargada.
- Trasladar los vehículos de la empresa a los talleres automotrices para sus servicios respectivos.
- Revisar y repara únicamente las unidades que sean asignadas por el supervisor de mantenimiento preventivo.

Técnico de mantenimiento correctivo:

Supervisa: Ninguno

Responsable ante: Supervisor de mantenimiento correctivo

Descripción del puesto:

Realizar reparaciones menores y mayores de los equipos en los establecimientos donde se encuentren instalados siguiendo la ruta establecida de trabajo, si es necesario trasladarlos al taller de reparaciones.

Funciones específicas:

- Realizar el procedimiento descrito en las rutinas de mantenimiento correctivo.
- Seguir el programa de actividades diarias de trabajo asignadas.
- Llenar los reportes de mantenimiento necesarios para el control del mantenimiento.
- Limpiar y ordenar el área al terminar el trabajo.
- Reportarse con el supervisor de mantenimiento correctivo al iniciar y al terminar la jornada de trabajo.
- Conducir los vehículos de la empresa de manera responsable.
- Mantener limpio y en óptimas condiciones el vehículo a su cargo y reportar inmediatamente si existe alguna falla.
- Trasladar al supervisor las facturas de compra de combustible.
- Utilizar con el debido cuidado la herramienta y equipo de trabajo.
- Presentarse puntualmente en el lugar de trabajo.
- Regresar a la bodega herramienta, equipo, materiales y repuestos no utilizados.

- Utilizar con medida los materiales utilizados en el trabajo.
- Llegar al lugar de trabajo con el uniforme de trabajo y su identificación.
- Solicitar documentación para hacer reportes al supervisor de mantenimiento correctivo.
- Presentarse e identificarse adecuadamente con el encargado del lugar de trabajo.
- Conoce la utilización de herramienta y equipo de trabajo.
- Llenar orden de servicio como comprobante del trabajo realizado.
- Explicar al cliente las causas que originaron las fallas e informar sobre las reparaciones realizadas y repuestos utilizados.
- Dejar constancia de su trabajo a través de las órdenes de servicio y requisiciones de bodega.
- Realizar únicamente el trabajo asignado por el supervisor de mantenimiento,
- Cambiar los repuestos que el equipo necesita para su correcto funcionamiento.
- Trasladar los vehículos de la empresa a los talleres automotrices para sus servicios respectivos.
- Trasladar y utilizar la herramienta y equipos de la empresa con el debido cuidado y seguridad.

Bodeguero:

Supervisa: Auxiliar de bodega

Responsable ante: Gerente general

Descripción del puesto:

Consiste en controlar, organizar y registrar el movimiento de herramientas, equipos, repuestos y materiales que se encuentren dentro de la bodega.

Funciones específicas:

- Controlar el ingreso y salida de herramienta, equipo, materiales y repuestos.
- Revisar que la herramienta y equipo salga e ingrese a la bodega en buenas condiciones.
- Elaborar las requisiciones de materiales y repuestos cuando haga falta.
- Elaborar los vales de salida de herramienta y equipo, verificar que sea firmado por el técnico que la solicito.
- Cargar y descargar todos los vales de herramienta y equipo que son solicitados y entregados diariamente por el personal de mantenimiento.
- Hacer mensualmente inventario de herramienta, equipo, repuestos y materiales, reportar cuando existen faltantes.
- Codificar toda la herramienta y equipo de la empresa.
- Reportar al jefe de mantenimiento cuando algún equipo o herramienta se encuentre en mal estado.
- Mantener la bodega limpia y ordenada.
- Transportar productos de bodega.
- Recibir nuevas remesas de repuestos y materiales.

Auxiliar de bodega

Supervisa: Ninguno

Responsable ante: Bodeguero

Descripción del puesto:

Asistir al bodeguero en el manejo, organización y control de equipos, herramientas, repuestos y materiales.

Funciones específicas:

- Asistir al bodeguero en la operación de ingresos y egresos al sistema de inventarios de herramienta, equipo, repuestos y materiales.
- Asistir al bodeguero en la elaboración de vales necesarios para la salida de herramientas, equipo, repuestos y materiales.
- Asistir al bodeguero en la operación de las devoluciones de materiales, herramienta y equipo, verificando las condiciones de entrega de estos.
- Ayudar al bodeguero a cargar y descargar los vales de herramienta y equipo a los listados de herramienta solicitada por el personal.
- Ayudar al bodeguero en la codificación de la herramienta, equipo, repuestos y materiales que forman parte del inventario.
- Ayudar al bodeguero a ordenar y ubicar todos los materiales, repuesto, herramienta y equipo,
- Mantener limpia y ordenada la bodega.
- Ayudar al bodeguero a hacer inventarios periódicos para corroborar el contenido del inventario físico, al presentarse cualquier anomalía debe reportarse al jefe de mantenimiento.

Secretaria de mantenimiento:

Supervisa: Ninguno

Responsable ante: Gerente general

Descripción del puesto:

Apoyar al personal administrativo y de mantenimiento en la toma de dictados, transcripción y archivo de documentos, tomar llamadas de solicitudes de mantenimiento, llamadas de mantenimiento de emergencia, atender al cliente.

Funciones específicas:

- Atender a las personas que lleguen a las oficinas.
- Atender las llamadas telefónicas.
- Recibir, responder y archivar correspondencia.
- Tomar dictado.
- Recibir y archivar los reportes de los supervisores y técnicos de mantenimiento.
- Elaborar cartas solicitudes etc.
- Atender diariamente las llamadas telefónicas de los clientes y tomar el mensaje.
- Recibir las solicitudes de trabajo de los clientes.
- Atender las llamadas de emergencia y trasladarlo al jefe de mantenimiento.
- Elaborar las solicitudes de materiales y repuestos a los proveedores.
- Recibir de los supervisores de mantenimiento los reportes de las ordenes correctivas y pasar el original al departamento administrativo, llevando el registro.

- Entregar al personal administrativo los reportes de mantenimiento preventivo y correctivo llevando el respectivo registro.
- Elaborar los contratos de mantenimiento bajo los lineamientos del gerente general.
- Actualizar mensualmente el listado de contratos de mantenimiento y trasladar copia al gerente general.
- Elaborar carta a los clientes, según sean solicitadas por el gerente.
- Elaborar cotizaciones según sean elaboradas por el jefe de mantenimiento.
- Elaborar cartas de notificación de día de realización de mantenimiento para que los clientes tomen las medidas necesarias.
- Actualizar constantemente los datos del cliente.
- Entregar un reporte de horas extras de los empleados según datos proporcionados por los supervisores y autorizados por el jefe de mantenimiento.
- Archivar toda la papelería que maneja para la administración del mantenimiento.
- Transcribir cotizaciones de materiales, herramienta y equipos de los proveedores.
- Transcribir las solicitudes de pedidos de materiales, herramientas y equipos necesarios.
- Elaborar cartas, memorandums, etc, según las solicitudes del personal administrativo.
- Transcribir reclamos de garantías y trasladarlo a jefe de mantenimiento.

Encargado de facturación, cobros y pagos:

Supervisa: ninguno.

Responsable ante: Gerente general

Descripción del puesto:

Velar por la facturación de todos los trabajos realizados en el mes (instalaciones, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, visitas de emergencia, traslado de equipos de refrigeración), así como el cobro de dichas facturas antes de la fecha de vencimiento.

Funciones específicas:

- Realizar la ruta de mensajería y cobros.
- Hacer depósito de cheques de cobros de servicios.
- Revisar y mantener al día la papelería de los clientes.
- Facturar mantenimientos preventivos y correctivos.
- Facturar instalación de equipos.
- Facturar traslados de equipos.
- Facturar otros ingresos.
- Llamar a clientes para recordarles días de pago y fijar el día que pasaran por el pago.
- Trasladar a contabilidad la copia de las facturas emitidas a los clientes.
- Manejar fondo de caja chica.
- Elaborar reporte de cobros hechos y luego entregarlo a departamento administrativo.
- Depurar clientes.

- Revisar estado de cuenta y elaborar reporte de control de pagos pendientes o atrasados de: instalaciones, traslados de equipo, mantenimiento preventivo y correctivo, repuestos.
- Archivar toda la papelería que se maneja en este puesto.
- Emitir cheques para pago de planilla.
- Emitir cheques para pago de proveedores.
- Archivar copia de recibo de pago de planilla, de copia de cheques con su respectiva factura.
- Hacer programación de los diferentes pagos a proveedores, dependiendo de las condiciones de crédito y políticas de la empresa.
- Revisar facturas de proveedores.
- Ingresar los gastos directos a las órdenes de trabajo.
- Ingresar a proveedores al sistema, con sus respectivos datos.
- Elaborar planilla de pagos cada mes.

4.3 Conformación de un archivo de mantenimiento

El archivo de mantenimiento está conformado por una serie de documentos que permiten a la empresa tener un registro de toda la información de carácter técnico recopilado de los inventarios y los reportes de mantenimiento, se utilizan para realizar una planificación, programación y control adecuado de todas las actividades y establecer acciones correctivas cuando sea necesario.

Toda la documentación que conforman los archivos de mantenimiento debe estar contenida en formatos establecidos los cuales se describirán posteriormente, detallando su función y la importancia que tienen dentro del mantenimiento.

Es importante actualizar periódicamente la información debido a que se pueden sustituir, disminuir o aumentar el número de equipos de refrigeración comercial.

4.3.1 Administración del mantenimiento

Para poder administrar las distintas actividades de mantenimiento tanto preventivo como correctivo de los equipos de refrigeración comercial de una manera que nos permita coordinar la demanda del mantenimiento y los recursos disponibles de una forma más eficiente es necesaria la implementación de un adecuado sistema de órdenes de trabajo. La administración de las órdenes de trabajo es responsabilidad tanto del jefe como de los supervisores de mantenimiento debido a que las órdenes son principal vehículo para planear y controlar el trabajo de mantenimiento, por lo tanto requieren de mayor atención.

4.3.1.1 Solicitud de trabajo

Es un documento que se utiliza para poder reportar cualquier desperfecto de una unidad y poder solicitar su reparación, posee una numeración correlativa para poder llevar un mejor control.

La solicitud de trabajo puede ser recibida por la secretaria ya sea por teléfono, correo electrónico o por escrito, ella se encargara de llenar el documento original y una copia de la solicitud de trabajo, posteriormente de archivar la copia debe trasladar la solicitud original al jefe de mantenimiento para la realización de la orden de trabajo correspondiente.

En esté documento se debe que incluir los siguientes datos:

- Número de solicitud del trabajo.
- Fecha de solicitud de la reparación.
- Ubicación y código del equipo dañado.
- Trabajo solicitado (descripción del problema).
- Componente dañado.
- Nombre de la empresa.
- Persona que solicita el trabajo.
- Teléfono.

Figura15. Ficha de solicitud de trabajo.

<u>SOLICITUD DE TRABAJO</u>	
Solicitud No: _____	
Fecha de solicitud: _____	Hora de solicitud: _____
Empresa solicitante: _____	
Persona solicitante: _____	
Teléfono: _____	
Código de equipo: _____	
Ubicación: _____	
Prioridad: Emergencia: _____ Normal: _____	
Trabajo Solicitado: _____	

Observaciones: _____	

4.3.1.2 Orden de trabajo

Es un documento que se utiliza para asignar los trabajos de mantenimiento al personal, en el se detallan las instrucciones necesarias para poder realizar el trabajo que anteriormente fue solicitado, poseen una numeración correlativa para poder llevar un mejor control. Las órdenes de trabajo herramientas valiosas en el momento de realizar las auditorías de mantenimiento.

Las órdenes de trabajo deben de contener la siguiente información:

- Número de orden de trabajo.
- Fecha de realización del trabajo.
- Prioridad del trabajo.
- Ubicación del equipo.
- Descripción de la unidad: código, marca, modelo y número de serie.
- Descripción detallada del trabajo a realizar.
- Personal encargado de realizar el trabajo.
- Tiempo estimado y real para realizar el trabajo.
- Costo estimado del trabajo a realizar.
- Repuestos e insumos a utilizados.
- Observaciones para describir trabajos adicionales que fueran realizados.
- Nombre y firma de la persona que realizó el trabajo.
- Nombre y firma de la persona encargada del equipo.

Se deben utilizar dos tipos de órdenes de trabajo una para los trabajos mantenimiento preventivo y la otra para los trabajos de mantenimiento correctivo, las cuales se describirán a continuación:

- Orden de trabajo de mantenimiento correctivo:

Estas ordenes son generadas para la realización de trabajos de mantenimiento correctivo, describen detalladamente el trabajo que se debe de realizar, se utilizan para planificar y programar la reparación de las fallas según las prioridades de cada trabajo ya sean trabajos de emergencia o normales dependiendo de la repercusión de dicha falla, la información contenida en este documento debe ser utilizada posteriormente para la elaboración y actualización de los registros de trabajos de mantenimiento, así como una constancia por escrito de las reparaciones realizadas a cada equipo de refrigeración.

- Orden de trabajo de mantenimiento preventivo:

Son ordenes son generadas para la realización de trabajos de mantenimiento preventivo realizado periódicamente a las unidades de refrigeración detallan los procedimientos realizados en las rutinas de mantenimiento preventivo, estos trabajos son programados con anticipación.

Su importancia radica en que son documentos que se utilizan para realizar un registro y crear una constancia por escrito de los trabajos realizados a las unidades de refrigeración.

Figura16. Ficha de orden de trabajo para mantenimiento correctivo.

<u>ORDEN DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO</u>				
No. Orden de trabajo: _____				
Fecha de solicitud: _____		No. Solicitud de trabajo: _____		
Empresa solicitante: _____		Teléfono: _____		
Persona solicitante: _____				
Ubicación: _____				
Prioridad: Emergencia: __ Normal: __				
Fecha de ejecución: _____		Fecha de terminación: _____		
Datos del equipo:				
Código: _____		Marca: _____	Modelo: _____	No. Serie: _____
Descripción general del trabajo: _____				

Observaciones: _____				

<u>Repuestos y materiales</u>				
Código	Descripción	cantidad	Precio unidad	Precio total
<u>Mano de obra</u>				
Tiempo Estimado	Tiempo Real	Descripción		
_____ Técnico de mantenimiento		_____ Vo.Bo. Encagado		_____ Supervisor de mantenimiento

Figura 17. Ficha de orden de trabajo para mantenimiento preventivo A.

ORDEN DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Pag. 1/2		No. _____	
Fecha de solicitud: _____		No. Solicitud de trabajo: _____	
Empresa solicitante: _____		Teléfono: _____	
Persona responsable: _____		Fecha de ejecución: _____	
<u>Datos del equipo:</u>			
Código: _____		Marca: _____	
Modelo: _____		No. Serie: _____	
Refrigerante: _____		Cantidad: _____	
Ubicación: _____			
<u>Lecturas del equipo</u>			
Medición	lectura	Observaciones	
Temp. almacenamiento			
Temp. ambiente			
Presión de baja			
Presión de alta			
Consumo de corriente			
Tiempo de trabajo			
<u>Revisión y limpieza</u>			
Sistema Eléctrico	R	L	Observaciones
Espiga			
Conexiones eléctricas			
Lámparas			
Balastro			
Tomacorriente			
Ventilador de condensador			
Ventilador de evaporador			
Sistema de Refrigeración	R	L	Observaciones
Evaporador			
Condensador			
Compresor			
Control de temperatura			
Dispositivo de Expansión			
Filtro secador			
Gabinete	R	L	Observaciones
Exterior del equipo			
Área de almacenamiento			
Puertas y vidrios			
Bisagras			
Empaque magnético			
Acrílico			
Sistema de drenaje			
<u>Verificación</u>			
Distribución del producto	Flujo de aire	Separación de la pared	
Nombre de técnico de mantenimiento _____		Firma técnico _____	
Vo.Bo. Encargado _____		Supervisor de mantenimiento _____	

Figura 18. Ficha de orden de trabajo para mantenimiento preventivo B.

ORDEN DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Pag. 2/2		No. _____		
Fecha de solicitud: _____ No. Solicitud de trabajo: _____				
Empresa solicitante: _____ Teléfono: _____				
Persona responsable: _____ Fecha de ejecución: _____				
<u>Datos del equipo:</u>				
Código: _____ Marca: _____ Modelo: _____ No. Serie: _____				
Refrigerante: _____ Cantidad: _____				
Ubicación: _____				
<u>Datos del técnico de mantenimiento</u>				
Nombre: _____ Celular: _____				
<u>Repuestos y materiales</u>				
Código	Descripción	cantidad	Precio unidad	Precio total
<u>Mano de obra</u>				
Tiempo Estimado	Tiempo Real	Descripción		
Observaciones: _____				
Nombre del supervisor de mantenimiento _____		Firma de supervisor _____		Jefe de mantenimiento _____

4.3.2 Ficha de equipo

Se le conoce también como ficha técnica del equipo, en este documento se incluye toda la información correspondiente a los datos técnicos más importantes de los equipos de refrigeración en general, sus principales componentes, los repuestos recomendados e información acerca del fabricante que puede ser de utilidad para adquirir algún repuesto o material.

Es recomendable elaborar este documento antes de que las unidades empiecen a funcionar, debido a que al presentarse la falla se tendrá una herramienta que provea la información necesaria a cerca de los repuestos necesario para la reparación de una manera rápida.

La información que debe contener estos documentos es:

- Ubicación de la unidad de refrigeración
- Descripción del la unidad: código, marca, modelo y número de serie.
- Temperaturas de trabajo
- Consumo de corriente
- Presiones de trabajo
- Tipo de refrigerante y cantidad
- Código e información técnica de los componentes principales del las unidades de refrigeración.
- Datos del fabricante de las unidades de refrigeración.
- Datos del propietario de las unidades de refrigeración.
- Dimensiones.

Figura 19. Ficha técnica de equipo.

<u>FICHA TÉCNICA DE EQUIPO</u>		
No. Ficha técnica: _____ Código del equipo: _____		
<u>Datos del propietario del equipo</u>		
Empresa: _____		
Dirección: _____		
Teléfono: _____ Correo electrónico: _____		
Ubicación del equipo: _____ Teléfono: _____		
<u>Datos del fabricante</u>		
Fabricante: _____		
Dirección: _____		
Teléfono: _____ Correo electrónico: _____		
<u>Datos del equipo</u>		
Marca: _____ Modelo: _____		
No. Serie: _____ Temperatura: _____		
Presión de alta: _____ Presión de baja: _____		
Voltaje: _____ Amperaje: _____		
Tipo de refrigerante: _____ Cantidad de refrigerante: _____		
<u>Repuestos</u>		
<u>Compresor:</u>	<u>Condensador:</u>	<u>Evaporador:</u>
Código: _____	Código: _____	Código: _____
Cantidad: _____	Cantidad: _____	Cantidad: _____
Marca: _____	Tipo: _____	Tipo: _____
Modelo: _____	Marca: _____	Marca: _____
Potencia: _____	Capacidad: _____	Capacidad: _____
Capacidad: _____	Código proveedor: _____	Código proveedor: _____
<u>Dispositivo de exp.:</u>	<u>Ventilador:</u>	<u>Filtro:</u>
Código: _____	Código: _____	Código: _____
Cantidad: _____	Cantidad: _____	Cantidad: _____
Tipo: _____	Marca: _____	Marca: _____
Largo: _____	Modelo: _____	Modelo: _____
Diámetro int.: _____	Amperaje: _____	Material secante: _____
	Voltaje: _____	

4.3.3 Ficha histórica del equipo

Es un documento que registra el historial de fallas reparadas y los servicios de mantenimiento preventivo que se les realiza a los equipos de refrigeración así como la información general de estas unidades.

En general las fichas históricas nos permite conocer el tipo de trabajo realizado a las unidades individualmente, las posibles causas que originaron las fallas, los repuestos y materiales utilizados que deben haber en bodega, el tiempo empleado en cada trabajo, el personal que participo en las reparaciones, los costos en los que se incurrieron al repara cada falla y los costos totales de las reparaciones de cada equipo de refrigeración.

La información necesaria para la elaboración de las fichas históricas es:

- Código, marca, modelo, número de serie.
- Ubicación del equipo de refrigeración
- Componentes y partes principales de los equipos de refrigeración.
- Componentes reparados o sustituidas.
- Fecha de reparación de fallas.
- Tipo de mantenimiento: Mantenimiento preventivo o correctivo.
- Trabajos efectuados: se refiere a la descripción de los trabajos realizados en las unidades de refrigeración.
- Duración de paros en horas.
- Costo de los repuestos.
- Observaciones

4.3.4 Ficha de control de órdenes

Esté documento contiene toda la información sobre los trabajos de mantenimiento tanto preventivos como correctivos realizados a todas las unidad de refrigeración mediante la ejecución de cada orden de trabajo, es decir que consiste es un registro de todas las ordenes de trabajo ejecutadas en el mes.

La ficha de control de órdenes de trabajo puede ser utiliza para poder llevar control de la eficiencia de los distintos trabajos realizados en el mes por parte del personal de mantenimiento.

La información que contiene esté documento contiene la siguiente:

- No. De boleta de control de ordenes.
- No. De orden de trabajo.
- Fecha de realización de la orden.
- Componentes reparados.
- Causa de la reparación.
- Nombre de la persona que realizo el trabajo.
- Tiempo estimado en realizar el trabajo.
- Tiempo real de terminación del trabajo.
- Observaciones.

5. SEGUIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL

Todo plan de mantenimiento debe contemplar una serie de herramientas para poder realizar un adecuado seguimiento que garantice buenos resultados en todo lo que respecta a las actividades de mantenimiento, permitiendo la retroalimentación de información, para determinar los principales problemas y aplicar acciones correctivas cuando sea necesario de esta manera alcanzar mejores resultados en todas las actividades de mantenimiento lo que se traducirá en un servicio de mayor calidad.

En el presente capítulo se describirán los procedimientos que se deben desarrollar para realizar en control del plan de mantenimiento.

5.1 Círculos de calidad

Son grupos pequeños de empleados que realizan trabajos similares bajo las órdenes del mismo supervisor, que se reúnen voluntariamente en horas de trabajo de forma regular, con el fin de identificar, analizar y buscar soluciones a los problemas que se presentan en el trabajo, estas actividades se realizan como parte del proceso de control de calidad de las actividades de mantenimiento. El grupo debe estar integrado entre 4 a 12 personas siendo 8 la cantidad ideal de personas.

Los círculos de calidad buscan crear conciencia acerca de la importancia que tiene la calidad en el trabajo, aumentar la productividad, formar un espíritu de grupo, mejorar la comunicación entre los miembros de la organización e identificando a los trabajadores con la empresa ya que comparten con la administración la responsabilidad de identificar y resolver problemas.

La persona encargada de dirigir el círculo de calidad debe ser el supervisor, es importante indicar que dentro del círculo no existen niveles jerárquicos todos los miembros tienen los mismos derechos y poder de opinión, pueden hablar con libertad y todas las decisiones que se tomen deben de ser tomadas en conjunto.

Los problemas a resolver pueden ser propuestos por la empresa o seleccionados por los miembros del círculo de acuerdo al nivel de importancia para la empresa. La solución de los problemas discutidos debe ser tomada por consenso. El reconocimiento de los logros obtenidos son para todo el grupo nunca deben tomarse como individuales.

Es conveniente que los miembros del círculo se reúnan cada quince días, preferiblemente los días miércoles de 8 a 9 de la mañana, debido que generalmente los días que se tienen menor carga de trabajo.

5.2 Auditorías periódicas

Las auditorías de mantenimiento son actividades que se desarrollan por el personal administrativo de mantenimiento y personal externo para evaluar las condiciones generales de funcionamiento de los equipos de refrigeración comercial con el objeto de verificar la calidad del servicio de mantenimiento prestado.

Las auditorias deben de ser planificadas ya sea por el jefe de mantenimiento en el caso de las auditorias internas o los clientes en el caso de las auditorias externas.

El análisis del plan de mantenimiento se debe basarse en la información obtenida de los archivos de mantenimiento, estos registros nos proporcionan la información de cada equipo necesaria para realizar las auditorias.

Para facilitar la realización de las auditorias cada equipo debe poseer una tarjeta de información general de los trabajos realizados en el mes, número de código del equipo, fecha en que se realizo en trabajo, hora de inicio y finalización, nombre del personal de mantenimiento que realizo el trabajo, tipo de mantenimiento realizado, firma del técnico que realizo el trabajo y ubicación de la unidad. La tarjeta debe ser colocada en un lugar visible para facilitar su lectura.

La información de los registros de mantenimiento específicamente de la ficha histórica del equipo y de las hojas de control de órdenes de trabajo debe de ser comparada con las tarjetas de mantenimiento para verificar la veracidad de la información.

Figura 22. Formato de tarjeta de mantenimiento.

<u>TARJETA DE MANTENIMIENTO</u>	
Código del equipo: _____	
No. Orden de trabajo: : _____	Fecha: _____
Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____	
Servicio de mantenimiento realizado: Preventivo: <input type="checkbox"/> Correctivo: <input type="checkbox"/>	
Técnico responsable: _____ f.: _____	
Supervisor de mantenimiento: _____ fecha: : _____	
f.: _____	
No. Orden de trabajo: : _____	Fecha: _____
Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____	
Servicio de mantenimiento realizado: Preventivo: <input type="checkbox"/> Correctivo: <input type="checkbox"/>	
Técnico responsable: _____ f.: _____	
Supervisor de mantenimiento: _____ fecha: : _____	
f.: _____	
No. Orden de trabajo: : _____	Fecha: _____
Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____	
Servicio de mantenimiento realizado: Preventivo: <input type="checkbox"/> Correctivo: <input type="checkbox"/>	
Técnico responsable: _____ f.: _____	
Supervisor de mantenimiento: _____ fecha: : _____	
f.: _____	
No. Orden de trabajo: : _____	Fecha: _____
Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____	
Servicio de mantenimiento realizado: Preventivo: <input type="checkbox"/> Correctivo: <input type="checkbox"/>	
Técnico responsable: _____ f.: _____	
Supervisor de mantenimiento: _____ fecha: : _____	
f.: _____	

5.2.1 Auditoría interna

Como se dijo anteriormente la auditoria interna es realizada por el personal administrativo de mantenimiento específicamente por los supervisores y el jefe de mantenimiento. Las auditorias pueden ser planificadas o no planificadas, las auditorias no planificadas son realizadas en el momento de la ejecución de los trabajos de mantenimiento para verificar el cumplimiento de los procedimientos descritos en las rutinas de mantenimiento y el cumplimiento de normas de seguridad, esta responsabilidad corresponde únicamente a los supervisores de mantenimiento, mientras que las auditorias planificadas deben de ser dirigidas exclusivamente para verificar el adecuado funcionamiento de los equipos de refrigeración, la cual debe de ser realizada por el jefe y supervisores de mantenimiento, verificando el funcionamiento de las unidades y los trabajos realizados.

Las supervisiones constantes del mantenimiento permite estar pendiente del desarrollo del programa de mantenimiento, verificar las secuencias de los procedimientos, indicar en que áreas que no sean eficientes tanto en procedimientos como el personal de mantenimiento y poder aplicar correcciones posteriormente en beneficio de la empresa.

5.2.2 Auditoría externa

Esta responsabilidad corresponde en manos de terceras personas, son elaboradas por el personal de las empresas a las cuales se les presta el servicio o empresas subcontratadas específicamente para este propósito. Estas auditorias tienen la finalidad de que el cliente determine si le satisface el servicio que se le presta o solicitar las modificaciones necesarias cuando se presenten inconvenientes.

CONCLUSIONES

1. La mayoría de las empresas guatemaltecas han visto el mantenimiento como un gasto innecesario, pero en la actualidad debido a la gran competencia que existe en el mercado nacional e internacional tanto en el área manufacturera como de servicios, deben ofrecer productos y servicios de calidad para poder ser competitivos, esto obliga a la implementación de planes de mantenimiento que permitan optimizar todas las funciones productivas de la empresa.
2. La mayor parte de las unidades de refrigeración comercial analizadas han sufrido una gran cantidad de fallas, lo que ha causado constantes paros, un funcionamiento deficiente, pérdida del producto y un constante deterioro de los equipos, todos estos inconvenientes pueden reducirse considerablemente con la adecuada implementación de un plan de mantenimiento preventivo.
3. Un plan de mantenimiento preventivo no elimina en su totalidad la ocurrencia de fallas, por consiguiente no elimina la aplicación de mantenimiento correctivo, por este motivo, se incluyen herramientas para la aplicación de mantenimiento correctivo de una manera adecuada, logrando una localización y eliminación más rápida y eficiente de fallas.
4. Debido a la similitud que poseen entre si los diferentes modelos de los equipos de refrigeración comercial estudiados, las rutinas de mantenimiento se han elaborado de una manera estandarizada que permita la fácil utilización por parte del personal de mantenimiento, sin descuidar las recomendaciones del fabricante.

5. En la mayoría de las ocasiones en que fracasan los planes de mantenimiento, es debido principalmente a que el personal no posee las habilidades necesarias para desempeñar las tareas que se le han asignado o porque no está de acuerdo con los cambios a los que debe ajustarse en su trabajo. Por estos motivos es que la implementación de planes de mantenimiento deben ir acompañados de programas de capacitación que le provean al personal de mantenimiento el conocimiento y las habilidades técnicas necesarias para realizar sus actividades.

6. La falta de un sistema de registros de trabajo de mantenimiento genera desorganización, pérdida de tiempo y recursos, dificultando la planeación y control de las actividades. Debido a lo anterior, se ha diseñado un archivo de mantenimiento conformado por un sistema de órdenes de trabajo y registros históricos de los equipos de refrigeración como de los trabajos realizados, con lo que se pretende facilitar las funciones administrativas del mantenimiento.

7. Además del servicio de mantenimiento preventivo en los equipos de refrigeración, la ubicación técnica juega un papel importante en lo que respecta a la eficiencia y la vida útil del equipo, debido a que una instalación en un lugar que reúna las condiciones adecuadas produce ciclos de trabajo más cortos, optimizando el consumo de energía eléctrica y disminuyendo el deterioro, lo que repercutirá en una mayor economía.

RECOMENDACIONES

1. Revisar periódicamente el plan de mantenimiento para adaptarlo a las necesidades cambiantes de la empresa, debido a que año tras año los inventarios de las unidades de refrigeración cambian, aumentando el número y tipos, por lo que los archivos y rutinas de mantenimiento deben ser actualizadas para ajustarse a la demanda de las nuevas tecnologías.
2. Es importante que se capacite al personal de mantenimiento para evitar accidentes, por tal razón, se recomienda solicitar la colaboración de instituciones como los bomberos, Cruz Roja y el I.G.S.S. para que proporcionen cursos de primeros auxilios.
3. Es importante que se sigan las recomendaciones y especificaciones del fabricante en lo que respecta a la utilización de repuestos y materiales que son factores que influyen directamente en la calidad de los trabajos de mantenimiento.
4. Se debe evitar el uso de los refrigerantes clorafluorocarbonados CFC, debido a que destruyen la capa de ozono a causa de los átomos de cloro que contienen las moléculas de este compuesto. Si en el futuro se presentan unidades de refrigeración que todavía utilicen este refrigerante, se debe acondicionar el equipo para trabajar con los refrigerantes ecológicos como por ejemplo el R-134a y el R-404 lo cuales no dañan la capa de ozono.

5. Siempre que se recuperen diferentes tipos de refrigerante con el mismo equipo, es necesario hacer el proceso de evacuación de la unidad recuperadora al terminar cada trabajo de recuperación, debido a que generalmente quedan pequeñas cantidades de refrigerante depositados en los componentes internos del equipo, el cual podría contaminar recuperaciones posteriores de otros tipos de refrigerante.

6. Los compresores herméticos que se encuentran dañados no deben repararse, debido a que la única forma de abrirlos es cortando la carcasa y posterior a la reparación pueden presentar daños, lo que es económicamente desfavorable.

BIBLIOGRAFÍA

1. MARKS. **Manual del ingeniero mecánico**. 2ª edición. México: editorial McGraw-Hill, 1988.
2. ALARCÓN CREUS, José. **Tratado de refrigeración automática**. 12ª edición. México: editorial Alfaomega, 2000.
3. COTTEL, L.W. **Aire acondicionado y refrigeración para regiones tropicales**. México: editorial Limusa, 2001.
4. DOSSAT, Ray. **Principios de refrigeración**. 2ª edición. México: editorial CECSA, 1980.
5. HAYWOOD, R.W. **Ciclo termodinámico de potencia y refrigeración**. 2ª edición. México: editorial Limusa, 2002.
6. HERNANDEZ GORIBAR, Eduardo. **Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración**. México: editorial Limusa, 2003.
7. PITA, Edward G. **Principios y sistemas de refrigeración**. México: editorial Limusa, 1991.
8. JENNINGS, Burgess H. **Aire acondicionado y refrigeración**. México: editorial Continental, 1984.
9. REED, G.H. **Refrigeración**. España: Editorial Acribia, 1987.
10. RTI Technologies. **Manual de operación TX200**. Pennsylvania USA.
11. www.camba.com/domo/termodin.htm
12. www.copeland-corp.com
13. www.elparamo.com
14. www.mycomspain.com
15. www.energia.com/es/productos

16. www.refrin.com.ar/Contenido/Equipamiento/Refrigeracion/condevvert.htm
17. www.natec-ingenieros.com/i+d.html
18. www.natec-ingenieros.com/i+d.html
19. www.frigicoll.es
20. www.imat.it/spa/evaporadores_rollbond.html
21. www.heatcraftbrasil.com
22. www.gore.com/e_gask_s600_case_hist.html
23. www.carrier.es/producto
24. www.suva.com