



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Facultad de Ciencia y Tecnología
Escuela de Ingeniería en Mecánica Automotriz

ESTUDIO DEL USO, MANEJO Y RECICLAJE DE
REFRIGERANTE AUTOMOTRIZ

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Ingeniero en Mecánica Automotriz

Autor

Carlos Andrés Calle Heredia

Director

José Fernando Muñoz Vizhñay

Cuenca – Ecuador

2013

DEDICATORIA

A mí amada esposa Tatiana, que durante la etapa final de mi formación profesional ha estado conmigo apoyándome en todo sentido y en forma incondicional.

A mi hijo Agustín la razón por la cual continuo adelante con sacrificio y perseverancia.

A mis padres y hermanos que desde siempre me acompañaron en mi formación como ser humano.

A mis amigos por estar siempre presentes.

Carlos Calle.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a todas las personas que con su apoyo hicieron de este proyecto una realidad, en especial a mis padres que me brindaron la posibilidad de formarme profesionalmente.

Agradecer al Ing. Fernando Muñoz por brindarme su ayuda en la revisión de este proyecto brindándome su tiempo en esta etapa final y durante mi etapa de formación.

También quisiera agradecer a mis profesores universitarios los cuales colaboraron en mi formación académica la que me permitió alcanzar este resultado final.

Carlos Calle.

Barros
31/07/13

RESUMEN

ESTUDIO DEL USO, MANEJO Y RECICLAJE DE REFRIGERANTE AUTOMOTRIZ

El presente estudio tuvo como objeto identificar los métodos con los cuales los refrigerantes que utilizan los vehículos pueden ser tratados y manipulados técnicamente para reducir su impacto ambiental. En el desarrollo se describieron los procesos para recuperación de los refrigerantes, las maneras o posibilidades de regenerarlo, la factibilidad de reutilizarlo así como la opción de ser trasladado a un centro especializado de tratamiento. Para el reciclaje de refrigerantes se determinó que es posible volverlos a utilizar pero estando libres de contaminación para lo cual se deberán utilizar equipos especializados. Finalmente se concluyó que, al aplicar sistemas de recuperación de reciclaje, así como al utilizar procesos técnicos para la refrigeración estandarizados u homologados, si es posible reducir los problemas de contaminación que ocasionan estos fluidos, permitiendo además disminuir los riesgos de enfermedades profesionales.

Palabras Claves: parón, dispersante, estratosférico, semihermético, presuriza, higroscópicos, enlodamiento, granuloso, alquilbenceno.



Ing. Mauricio Barros

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERIA AUTOMOTRIZ



Ing. Fernando Muñoz

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



Carlos Andrés Calle Heredia

AUTOR

ABSTRACT

A STUDY OF THE USE, MANAGEMENT, AND RECYCLING OF AUTOMOTIVE COOLANTS

The aim of this study is to identify the methods that can be used to treat and handle the coolants that cars use in a technical way in order to reduce their impact on the environment. The processes for recuperating coolants, as well as the ways or possibilities for recycling them, are described in this work. Also, the feasibility of reusing and taking them to a specialized center is analyzed. When it comes to recycling coolants, it was determined that it is certainly feasible to reuse them only if they are pollution-free; for this purpose, specialized equipment is needed. Finally, it was concluded that, when both applying recycling recuperation systems and using technical processes for standardized or approved refrigeration, it is really possible to reduce the pollution problems these fluids cause. Additionally, it allows the reduction of risks of acquiring professional diseases.

Key words: halt, dispersant, stratospheric, semi hermetic, pressurize, hygroscopic, besmirched, grainy, benzene

(signature)

Engineer Mauricio Barrós

DIRECTOR OF THE SCHOOL OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

(signature)

Engineer Fernando Muñoz

(signature)

Carlos Andrés Calle Heredia

DIRECTOR OF THE GRADUATION WORK

AUTHOR



Translated by
Lic. Rafael Argudo V.

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Índice de Contenidos	vi
Índice de Tablas	xiv
Índice de Figuras	xv
Índice de Anexos	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: LOS FLUIDOS REFRIGERANTES Y LA CAPA DE OZONO	
1.1 Historia de la refrigeración	2
1.2 Refrigerantes	3
1.3 Primeras utilidades de los CFC's	4
1.4 Tipos de refrigerantes.....	5
1.4.1 Clasificación de refrigerantes por sus componentes químicos.....	5

1.4.1.1 Clorofluorocarbonos (CFC).....	6
1.4.1.2 Hidroclorofluorocarbonos (HCFCS) e Hidrofluorocarbonos (HFC)	6
1.4.1.3 Hidrocarburos (HCS)	7
1.4.1.4 Compuestos inorgánicos (R-717, R- 744).....	7
1.4.1.4.1 El amoniaco	7
1.4.1.4.2 El bióxido de carbono.....	8
1.4.2 Clasificación de refrigerantes por su numeración	8
1.4.2.1 Refrigerantes puros.....	8
1.4.2.2 Refrigerantes azeotrópicos	9
1.4.2.3 Refrigerantes zeotrópicos	9
1.5 Destrucción de la capa de ozono por parte gases refrigerantes.....	9

CAPITULO II: MANEJO Y USO DE REFRIGERANTES

2.1 Riesgos y medidas de seguridad al trabajar con refrigerantes, equipos de refrigeración y aire acondicionado.....	15
2.1.1 Riesgos de salud.....	15
2.1.1.1 Inhalación	16
2.1.1.2 Pie y ojos	16

2.1.1.3 Otros riesgos.....	16
2.2 Precauciones.....	17
2.3 Tabla de seguridades para el uso de refrigerantes. <i>Ashraestandard 34</i>	18
2.4 Procedimientos, reglas y medidas de seguridad para el manejo, transporte y almacenamiento de gases Refrigerantes.....	21
2.4.1 cilindros de almacenaje de refrigerantes	21
2.4.2 almacenaje de refrigerantes	24
2.4.3 reglas de seguridad para el transporte de cilindros con gases refrigerantes....	24

CAPITULO III: RECUPERACIÓN Y RECICLADO DE REFRIGERANTES

3.1 Recuperación de refrigerantes.....	26
3.1.1 Estándar ARI 700 (American Refrigeration Institute).....	27
3.1.2 Destrucción de refrigerantes.....	27
3.1.3 Recuperación de refrigerantes	28
3.1.3.1 Recuperación de refrigerantes en sitio	29
3.1.4 Equipos para recuperar refrigerantes.....	30
3.1.5 Componentes de un equipo de recuperación y reciclaje de refrigerantes ..	32
3.1.5.1 Destilador/separador.....	32
3.1.5.2 Compresor de recuperación.....	33

3.1.5.3 Filtro	33
3.1.5.4 Manómetros.....	33
3.1.5.5 Equipamiento estándar	34
3.1.6 Uso de unidades de recuperación	34
3.1.7. Procedimientos previos a la recuperación de refrigerantes	36
3.1.8 Métodos para la recuperación de refrigerantes.....	38
3.1.8.1 Recuperar el refrigerante en fase líquida.....	38
3.1.8.2 Recuperación en fase de vapor- líquido	38
3.1.8.3 Recuperar refrigerante en fase de vapor-liquido cuando el compresor no funciona	39
3.1.8.4 Recuperación cuando el compresor si está operando	41
3.1.8.5 Recuperación en fase de vapor.	41
3.1.8.6 Método push-pull de recuperación líquida	43
3.1.9 Manipulación segura del refrigerante recuperado	45
3.2 Reciclaje de refrigerantes	47
3.2.1 Equipos de reciclaje.....	48
3.2.1.1 Máquinas recicladoras de paso simple:	48
3.2.1.2 Máquinas de pasos múltiples:.....	49
3.2.2 Tecnologías de regeneración	51
3.2.3 Unidad de regeneración.....	51

3.3 Aire acondicionado automotriz	52
3.3.1 Localización de fugas.....	54
3.3.2 Equipo de servicio	54

CAPITULO IV: BUENAS PRATICICAS DE REFRIGERACION

4.1 Humedad y ácidos	56
4.1.1 Consecuencias de la humedad.....	56
4.2 Corrosión.....	57
4.3 Síntomas de la presencia de humedad en el sistema	59
4.4 Purga de los sistemas	60
4.5 Vacío en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado	60
4.5.1 vacío con el compresor del sistema.....	62
4.5.2 bomba de vacío.....	62
4.5.3 proceso del vacío	63
4.6 Como evacuar un sistema	64
4.7 Aceite en el sistema.....	66
4.7.1 Cambio de aceite	67
4.7.2 Como recargar el aceite de un compresor hermético	67
4.7.3 Como agregar aceite a un compresor semihermético o abierto.....	68

4.7.3.1 Método del sistema abierto	68
4.7.3.2 Método de la bomba de aceite.....	68
4.8 Contaminación	69
4.9 Mantenimiento	70
4.9.1 Detección de fugas	70
4.9.2 Fugas de refrigerante	71
4.9.3 Las causas de las fugas.....	71
4.9.4 Lámpara de halón	73
4.9.5 Jabón.....	74
4.9.6 Detección electrónica	75
4.9.7 Lámpara de rayos ultravioleta	75

CAPITULO V: NORMATIVAS PARA EL USO, MANEJO, Y RECICLAJE DE REFRIGERANTES

5.1 Normativas internacionales de regulación de refrigerantes (protocolo de Montreal)77	
5.1.1 El convenio de Viena	78
5.1.2 El protocolo de Montreal.....	78
5.1.3 Artículos relevantes del protocolo de Montreal	79
5.1.4 Las sustancias controladas por el protocolo de Montreal	83

5.2 Comisión de gestión ambiental	83
5.3 Requerimientos necesarios en operaciones de mantenimiento de refrigeración para técnicos de nuestro país	84
5.3.1 Transporte de refrigerantes.....	84
5.3.2 seguridad en los sistemas de refrigeración	85
5.3.2.1 Acciones no permitidas	86
5.3.3 Operación de sistemas de refrigeración	86
5.3.4 Conocimiento de una instalación	87
5.3.5 Mantenimiento y detección de fugas	88
5.3.5.1 Mantenimiento.....	88
5.2.5.2 Detección de fugas	88
5.3.6 Limpieza del circuito.....	89
5.3.7 Inspección y mantenimiento preventivo	91
5.3.7.1 Acciones no permitidas	92
5.3.8 Procedimientos para prácticas de recuperación, reciclaje y regeneración .	92
5.3.8.1 Acciones no permitidas	94
5.3.9 Almacenamiento y disposición final de los refrigerantes	95
5.3.9.1 Presentación del refrigerante	95
5.3.9.2 Manipulación y almacenamiento de refrigerantes	95

5.3.9.3 Acciones no permitidas	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFÍA.....	98
ANEXOS.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Aplicaciones de los CFC's y HCFC's	5
Tabla 2.1 Clasificación estándar 34	19
Tabla 2.2 Clasificación de seguridad de los refrigerantes.....	20
Tabla 2.3 Código de colores ARI para los cilindros de gas refrigerante	21
Tabla 3.1 Tecnología de destrucción de refrigerantes	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Cilindro señalando el disco de ruptura	23
Figura 3.1 Equipo para recuperar refrigerante	30
Figura 3.2 Recuperación de vapor de refrigerante de un sistema.	31
Figura 3.3 Diagrama de conexión de un equipo de recuperación	35
Figura 3.4 Diagrama de recuperación	36
Figura 3.5 Cilindros de recuperación	37
Figura 3.6 Método recuperación liquido vapor.....	39
Figura 3.7 Recuperación de vapor cuando el compresor no trabaja	40
Figura 3.8 Recuperación de vapor cuando el compresor está operando	41
Figura 3.9 Recuperación en fase de vapor.	42
Figura 3.10 Diagrama de recuperación push-pull	44
Figura 3.11 Equipo de reciclaje	47
Figura 3.12 Filtrado de paso simple.....	49
Figura 3.13 Esquema del filtrado de pasos múltiples.	50
Figura 3.14 Equipo para servicio de aire acondicionado automotriz.....	55
Figura 4.1 Corrosión en elementos de un compresor.....	57
Figura 4.2 Piedra de filtro saturada de humedad y corrosión del sistema.....	58
Figura 4.3 Vacuómetro digital	61
Figura 4.4 Bombas de vacío con diferentes caudales de flujo	63
Figura 4.5 Diagrama típico de cómo realizar el vacío en un sistema	65
Figura 4.6 Regulador de nitrógeno.....	66
Figura 4.7 Esquema de cómo se debe utilizar la bomba de aceite	69
Figura 4.8 Lámpara de halón	74

Figura 4.9 Detección de fugas por método de espuma de jabón.....	74
Figura 4.10 Detectores electrónicos de fugas	75
Figura 4.11 Detección de fugas de amoníaco (NH ₃).....	76

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	101
---------------	-----

Calle Heredia Carlos Andrés
Trabajo de graduación
José Fernando Muñoz Vizhñay
Octubre 2013

ESTUDIO DEL USO, MANEJO Y RECICLAJE DE REFRIGERANTES AUTOMOTRICES

INTRODUCCIÓN

Los actuales problemas ambientales que están ocasionando la destrucción de la capa de ozono han sido en gran medida a causa de gases de efecto invernadero entre los cuales se destacan los clorofluorocarbonados y los hidroclorofluorocarbonados (CFC y HCFC) los que están conformados principalmente por cloro que es el responsable de destruir las moléculas de ozono y de filtrar los rayos ultravioleta.

En 1987, los gobiernos de todos los países del mundo acordaron firmar el protocolo de Montreal el cual está encargado de la regulación, reducción, producción y consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAOs). El proceso de reducción de la producción y el consumo de SAOs se inició a principios de 1996 en los países desarrollados. El protocolo plantea plazos de reducción gradual del consumo de SAOs en donde en el año 2010 la producción debió terminar.

Los principales sectores que emanan residuos refrigerantes son el sector industrial y automotriz para lo cual el mejor sistema de reducción del uso de los CFCs y HFCs en el sector de refrigeración y aire acondicionado consiste en la recuperación y el reciclaje de los refrigerantes en la cual la utilización correcta de quipos en perfecto estado y la buenas prácticas de refrigeración ayudaran a la reducción del impacto ambiental que han generado los refrigerantes.

CAPÍTULO I

LOS FLUIDOS REFRIGERANTES Y LA CAPA DE OZONO

1.1 HISTORIA DE LA REFRIGERACION

Una necesidad para los seres humanos ha sido el de mantener frías las cosas y desde tiempos antiguos el hombre se ha ideado métodos para llevar a cabo estos procesos, como por ejemplo poner las cosas en contacto con cuerpos fríos sin embargo las leyes de la termodinámica establecen que el calor fluye de cuerpos calientes hacia cuerpos fríos resultando así un inconveniente y una manera dificultosa de mantener frías las cosas.

Los primeros automóviles no eran realmente cómodos; los neumáticos y los acabados interiores no proporcionaban un viaje placentero. Para épocas frías los conductores debían buscar un medio para abrigarse y en verano la brisa era el medio de refrigeración. Como los primeros vehículos eran abiertos, hubo un problema con el calor que se generaba al interior en vehículos cerrados por lo que se trataba de realizar ventoleras lo cual resulto un problema ya que se introducía suciedad y polvo

En 1884 Willian White tuvo la idea de introducir debajo del vehículo un contenedor con hielo y donde el aire que circulada arrastraba el frio generado en el interior del vehículo. El primer vehículo con un sistema similar a los actuales fue el Packard 1939 con una espiral enfriadora que era un evaporador largo que rodeaba a toda la cabina.

Posteriormente Cadillac produjo 300 autos con sistema de aire acondicionado que tenía la desventaja de no ser un sistema automático ya que era el propio conductor el que tenía que desconectar la correa de arrastre del compresor al querer apagar el sistema ya que no poseía embrague, siendo así que después de la segunda guerra mundial que Cadillac incorporó el sistema en el cual solo se tenía que apagar el sistema de aire acondicionado.

Fue así que para los años siguientes la demanda de autos que incorporen sistemas acondicionamiento exigió a los fabricantes a producir vehículos con aire acondicionado. Hoy en día existen sistemas muy eficientes y cómodos para el conductor que cuentan con modernos compresores y sistemas electrónicos complejos que ayudan al equipo de refrigeración a satisfacer las exigencias de los pasajeros.

1.2 REFRIGERANTES

Un refrigerante es un producto químico que se emplea para producir refrigeración en un sistema. Los principales sistemas de trabajo de un refrigerante son los refrigeradores y los acondicionadores de aire, que desde su inicio han servido para mejorar las condiciones en las cuales se desarrolla la sociedad.

Los sistemas de refrigeración basan su funcionamiento en un ciclo de refrigeración por compresión utilizando un fluido refrigerante para realizar el trabajo de refrigeración.

A principios de los años 80 los refrigerantes más utilizados eran el R-12 y el R-22 los cuales tenían la particularidad de ser clorofluorocarbonados.

El R-12 se utilizaba principalmente para sistemas de aire acondicionado vehicular y para pequeños refrigeradores domésticos, el R-22 se utilizaba en la industria como por ejemplo refrigeradores y congeladores comerciales, además se utilizaba el refrigerante R-11 que por su bajo punto de ebullición se utilizaba en sistemas de baja presión.

En Estados Unidos en el año de 1995 se dejó de producir R-12 ya que se demostró que este era perjudicial para el medio ambiente, con esto también se planteó que para el año 2010 se deje de producir el refrigerante R-22. Como una medida sustitutiva se utiliza en la actualidad el refrigerante R-134a puro y con ciertas mezclas que es un refrigerante que no afecta a la capa de ozono al ser refrigerantes que no utilizan compuestos químicos basados en cloro. Otro refrigerante que sustituye al R-22 es el R-410a que el mercado es conocido como Parón el cual utiliza una mezcla del 50/50 de R-32 y R-125.

Lo que los productores de sistemas de refrigeración buscan, es un refrigerante ideal que preste los requerimientos termodinámicos precisos al momento del trabajo por lo cual debe poseer un punto de ebullición bajo para poder refrigerar así como también una temperatura baja, una densidad que se acople al estado en que se encuentre el refrigerante, ya sea en líquido o gas y además debe poseer un alto calor de vaporización. Teniendo en cuenta estas consideraciones se debe elegir y diseñar un refrigerante que sea versátil al cambio de presiones al cual va estar sometido para que las características del refrigerante no sean afectadas.

Un refrigerante además no puede causar daños a los elementos del sistema por lo tanto el refrigerante debe poseer características corrosivas compatibles con los elementos de trabajo y para contar con la exigencias de seguridad de incluir normas de toxicidad e inflamabilidad.

1.3 PRIMERAS UTILIDADES DE LOS CFC'S

“Los CFCs. (clorofluorocarbonos) se sintetizaron por primera vez en Bélgica en 1892. En 1928, los químicos de la General Motors descubrieron las excelentes propiedades como refrigerantes al $CClF_3$ (CFC-11) y CCl_2F_2 (CFC-12). Rápidamente sustituyeron al SO_2 y al CH_3Cl (altamente tóxicos) en los usos de refrigeración. Sus peculiares propiedades fisicoquímicas (gran estabilidad química, nula toxicidad para los seres vivos, baja inflamabilidad, no corrosivos) hicieron que en aquel momento se sintetizaran nuevos compuestos y se desarrollaran otras aplicaciones: agentes de limpieza, espumantes, propelentes, agentes de extinción, disolventes y aplicaciones médicas (Tabla 1). Hasta principios de los años 70 la producción de estos compuestos prácticamente se duplicó cada 5 años.”¹

¹www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/8516/tesis2AlvaroMorato.pdf?sequence=3

Aplicación	CFC utilizado
Refrigeración	CCl ₂ F ₂
	CCl ₃ F
	HCFCl ₂
Agentes espumantes	CFCl ₃
	CCl ₃ F
Agentes de limpieza	CF ₂ ClCFCl ₂
	CH ₃ CCl ₃
Disolventes	CH ₃ CCl ₃
Inhaladores	CCl ₂ F ₂
Aerosoles	HCFCl ₂
Agentes de extinción	CF ₃ Br
	CClF ₂ Br

Tabla 1.1: aplicaciones de los CFC's y HCFC's

Fuente: www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/8516/tesis2AlvaroMorato.pdf?sequence=3, acceso el 15 de enero de 2012

1.4. TIPOS DE REFRIGERANTES

1.4.1 CLASIFICACIÓN DE REFRIGERANTES POR SUS COMPONENTES QUÍMICOS

Desde que se ha comenzado a utilizar refrigerantes para aplicaciones industriales y de servicio particular han sido los compuestos químicos los que se han hecho presentes como base para la obtención de refrigerantes. Existen diversos compuestos químicos en donde cada uno tiene sus propias peculiaridades en la cual varían su grado de inflamabilidad, toxicidad teniendo que ser cada uno utilizado para un requerimiento en particular por lo que técnico especializado deberá tener cuidado en el manejo mismo del refrigerante y de los equipos en los que trabaja para evitar posibles daños en el sistema como son fugas y avería de elementos. Se detalla a continuación los refrigerantes más utilizados y los sectores en los que se consume.

1.4.1.1 CLOROFLUOROCARBONOS (CFC)

“También conocidos como freones, son líquidos o gases inodoros y no venenosos, que se usan como agente dispersante en los vaporizadores aerosol y como refrigerante. Sin embargo, en 1974, algunos científicos sugirieron que esos productos químicos llegaban a la estratosfera y estaban destruyendo la capa de ozono de la Tierra. Con la confirmación de estos descubrimientos al final de la década de 1980, la fabricación de esos productos químicos empezó a eliminarse por etapas, pero desafortunadamente, muchos productores continúan utilizándolos. Actualmente se siguen usando para la refrigeración, en el aire acondicionado, como disolventes de limpieza y en materiales de empaquetado.”²

“Estos gases refrigerantes provocan la destrucción de la capa de ozono puesto que son gases de efecto invernadero puesto que al contener cloro y al ser liberados a la atmósfera se descomponen gracias los efectos que la luz solar producen en estos, al descomponerse el cloro este reacciona con el ozono que está presente en la atmósfera formando monóxido de cloro que a su vez puede reaccionar con otro átomo de oxígeno liberando otro átomo de cloro que como resultado da inicio a otro ciclo que genera el problema de la destrucción de la capa de ozono Estos gases ya están por ser eliminados mediante el protocolo de Montreal pero como se liberaron en gran cantidad estos seguirán presentes por lo menos 100 años más suponiendo el corte de su producción ahora, por lo que tenemos que estar conscientes que los efectos de la destrucción de la capa de ozono seguirán afectándonos por algún tiempo más.”²

1.4.1.2 HIDROCLOROFLUOROCARBURIS (HCFC) E HIDROFLUOROCARBONOS (HFC)

Fueron desarrollados en la industria como una medida sustitutiva a los CFCs que son gases de efecto invernadero, pero de igual manera resultaron ser gases que afectan y

² Fuente: www.mitecnologico.com/Main/ElementosDeImportanciaEconomica

destruyen la capa de ozono. Se usan básicamente como refrigerantes, disolventes, propulsores de aerosoles y dispersores de espuma. Al ser utilizados como propelentes en los atomizadores y en la industria de la refrigeración, también ocasionan una reacción química en la estratosfera, que de igual manera destruye la capa de ozono ocasionando la infiltración directa de los rayos ultravioletas ocasionando problemas a la salud humana como es el cáncer de piel, lesiones oculares y demás afecta también el medio ambiente, el crecimiento vegetal y sobre las algas marinas y el plancton que son fuente de alimento para todas las especies que habitan los océanos.

Al igual que los CFCs estos también dejaron un daño que seguirá latente por mucho tiempo así dejen de producirse ahora estos gases, por lo que la recuperación de la capa de ozono podría repararse por completo en el año 2050 para poder recuperar en cierta medida los daños causados por el efecto invernadero y el calentamiento global.

1.4.1.3 HIDROCARBUROS (HCS)

Es un refrigerante que no daña la capa de ozono por lo que no afecta en gran medida al efecto invernadero pero que debido a su alto grado de inflamabilidad está limitado a ciertas aplicaciones las cuales deben garantizar la seguridad de los usuarios pero que además producen altos costos de instalación y mantenimiento. Poseen buenas características de refrigeración y por sus buenas propiedades termodinámicas es utilizado en acondicionamiento doméstico, automotriz, espumante de poliuretano y poliéster y como propelente para los aerosoles.

1.4.1.4 COMPUESTOS INORGÁNICOS (R-717, R-744)

1.4.1.4.1 EL AMONIACO (R-717)

Resulta ser un compuesto altamente tóxico pero con características de refrigeración excelentes en todos los ámbitos, por lo que aún es muy utilizado el medio industrial con medidas de seguridad estrictas y lejos del contacto con las personas ya que este debe ser

utilizado en grades cargas para poder aprovechar al máximo sus características refrigerantes. Puede también ser utilizado como refrigerante secundario o en mezcla en sistemas de refrigeración que permitan el uso de éste.

1.4.1.4.2 EL BIOXIDO DE CARBONO (R-744)

Es un refrigerante que debido a su versatilidad no solamente es usado en la industria sino también en aparatos domésticos, compresores y como refrigerante secundario, ya que no presenta altos riesgos de toxicidad y es amigable con el medio ambiente.

Por otra parte este gas debe ser trabajado con altas presiones lo que resulta un limitante para poder ser utilizado en aplicaciones más sencillas.

1.4.2 CLASIFICACIÓN DE REFRIGERANTES POR SU NUMERACIÓN

Gracias la norma 34 de ASHRE que es la Sociedad Americana de los Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado que es la encargada de promover un mundo sostenible la creación de estándares y la educación continua en aspectos de conservación del medio ambiente, es posible clasificar a los refrigerantes sin ser nombrados por sus compuestos químicos los mismos que son utilizados en todos los ámbitos desde aire acondicionado hasta la industria de la refrigeración. Esta clasificación se detalla a continuación:

1.4.2.1 REFRIGERANTES PUROS

“Son aquellos refrigerantes que solo tienen un componente químico y su comportamiento está basado en sus propiedades termodinámicas propias de la sustancia como ejemplos se pueden citar el refrigerante 12(R-12), el refrigerante 11 (R-11), el propano (R-290), etc.”³

³Fuente: ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf

1.4.2.2 REFRIGERANTES AZEOTRÓPICOS

“Son mezclas de refrigerantes principalmente de dos componentes los cuales se comportan como un compuesto puro debido que no tienen variación de temperatura y presión en los cambios de fase si se encuentran en su punto de azeotropía. Para casos prácticos su comportamiento es muy similar a un compuesto puro. Como ejemplo se puede citar a los refrigerantes R-502, R-507, R-508B, etc.”⁴

1.4.2.3 REFRIGERANTES ZEOTRÓPICOS

“Son mezclas de refrigerantes que si tienen variaciones de temperatura cuando existe un cambio de fase (condensación o evaporación) esto se debe principalmente a que los componentes que conforman la mezcla tienen diferentes puntos de ebullición. A esta variación de temperatura se le llama deslizamiento de temperatura o “glide” que debe ser considerado cuando se instalen este tipo de refrigerantes en los sistemas.

Esta clasificación también se le llama series de refrigerantes donde los componentes puros son de la serie del metano y etano (decenas y centenas), Series 400 Refrigerantes Zeótropos y Series 500 Refrigerantes Azeótropos.”⁴

1.5 DESTRUCCION DE LA CAPA DE OZONO POR PARTE GASES REFRIGERANTES

Debido a las emisiones de gases compuestos por cloro que son emanados por diferentes dispositivos los científicos y ecólogos han anunciado que la capa de ozono se está deteriorando cada día más. Fueron los científicos Sherwood Rowland, Paul Crutzen y Mario Molina que en el año de 1974 anunciaron que son los gases refrigerantes los causantes de la destrucción de la capa de ozono que es la que nos protege que los rayos ultravioletas ingresen directamente al planeta ocasionando un daño al medioambiente

⁴Fuente: ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf

Así se llegó a advertir el gran peligro y el daño que ocasionan los gases clorados o CFC's que resultaban por sus características químicas y gran estabilidad ideales para los procesos de refrigeración, aire acondicionado y otras utilidades industriales.

De no darse este suceso la creciente y continua producción de estos gases habría ocasionado un daño irreparable ya que estos permanecen en la atmosfera creando reacciones que originan un ciclo obtención de cloro el cual ocasiona el daño a la capa de ozono, por este gran aporte al ecosistema terrestre estos científicos recibieron el premio Nobel de Química en 1995.

“Al ser liberados estos gases a la atmosfera las moléculas que los componen interactúan con el ozono estratosférico que forma la capa protectora de rayos UV destruyéndola y ocasionado daño a las personas como es el cáncer de piel, problemas oculares daños en la vegetación terrestre motivo por el cual es ozono es fundamental para la conservación del ecosistema terrestre”⁵

“En la década de los años 80, investigadores de diversas instituciones científicas organizaron expediciones a los lugares más afectados y confirmaron la hipótesis sobre la vulnerabilidad de la capa de ozono a la emisión de CFCs. Con todas estas evidencias, un grupo de naciones tomó la decisión de firmar el Protocolo de Montreal, acto que se llevó a cabo el 16 de septiembre de 1987, en Montreal, Canadá., y cuyo objetivo es la regulación y reducción de la producción y consumo de Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono (SAOs). Actualmente el Protocolo de Montreal cuenta con 191 países afiliados, y es considerado el acuerdo internacional más exitoso en la historia de la Organización de las Naciones Unidas”.⁵

“El proceso de reducción progresiva de la producción y el consumo de SAOs se iniciaron a principios de 1996 en los países desarrollados. Por su parte, el Protocolo

⁵ Fuente: es.scribd.com/doc/59958031/Manual-Buenas-Practicas-en-Refrigeracion-y-Aires-Acondicionados

contempla plazos de reducción gradual del consumo de SAOs para los países en desarrollo, aplicando el principio de responsabilidad compartida pero con compromisos diferenciados. Particularmente, la disminución del consumo de CFCs se determinó tomando en cuenta como base el consumo promedio de los años 1995-97, y a partir de ese consumo las reducciones se fijaron de la siguiente forma: El 50% de reducción en 2005. El 85% de reducción para 2007 y en 2010 estuvo prevista la eliminación definitiva.”⁶

En nuestro país existe una gran deficiencia en lo que respecta a procesos técnicos en el uso y manejo de refrigerantes y a pesar que existen una gran demanda de uso de los mismos en especial en la refrigeración industrial, comercial, doméstica y automotriz, es así que la deficiencia de procesos seguros tanto en la reparación y en el mantenimiento son los principales causantes de que se liberen estos gases a la atmosfera por lo que resulta de mucha importancia una correcta capacitación y la aplicación de buenas prácticas para evitar daños al medioambiente, es por esto la importancia y el objetivo de este estudio

Datos de investigaciones establecen que en la mayoría de países los altos niveles de SAOs estos son causados a malas prácticas en servicios de reparaciones y mantenimientos en donde estas malas prácticas generan un 75 al 80 del problema de emanación de gases de esta manera las leyes internacionales pretenden reducir estos porcentajes mejorado las prácticas de trabajo e introduciendo el uso de gases refrigerantes con un bajo o nulo potencial de agotamiento de la capa de ozono.

La utilización de gases refrigerantes de efecto invernadero depende de cada país y de la apertura del mercado en donde va a ser utilizado y del nivel de desarrollo económico que se relaciona con la calidad de vida y a medida que esta mejora, también crece la necesidad de artículos de refrigeración tanto al interior de las casas, en autos mejor

6

Fuente: www.serna.gob.hn/UTOH/Manual%20de%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20en%20R%20y%20A.A.pdf

equipados, así como en la necesidad de mantener y transportar alimentos y bienes en refrigeración y congelados.

La estructura del mercado de refrigeración mundial consiste en: refrigeración y aire acondicionado, en los sectores doméstico, comercial e industrial, en las siguientes categorías:

- La cadena de producción, almacenamiento, distribución, venta y conservación en casa, de alimentos fríos y congelados.
- Refrigeración comercial o industrial a base de aire o fluidos.
- Aire acondicionado en construcciones domésticas o comerciales (Oficinas, hoteles, centros comerciales, cines, etcétera).
- Aire acondicionado de automóviles, autobuses, camiones y maquinaria agrícola.

Si bien el equipo de refrigeración puede variar dentro de cada sector dependiendo la aplicación a la que va a ser sometida, los principios de buenas prácticas de servicio mencionadas en el presente estudio son aplicables a todos los sistemas y usos de refrigeración y aire acondicionado.

Los efectos del calentamiento global están presentes tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo, por tal motivo las organizaciones internacionales han dado una respuesta para enfrentar los efectos que causan los gases refrigerantes y tratar de atenuar en alguna parte el impacto que produce a largo plazo que deteriora el medioambiente ocasionando los problemas que se ven y que a futuro podrían ocasionar un gran deterioro del ecosistema.

Los estudios de varios expertos en el tema indican que la mejor vía para reducir este impacto es la integración que procedimientos técnicos en trabajos, procesos de refrigeración y de aire acondicionado llegando así a la integración de una estrategia global que trate de eliminar refrigerantes antiguos que dañan el ozono, realizando buenas prácticas de recuperación, reciclado y disposición final de dichas sustancias y siendo los gobiernos de todo el mundo quienes respondan a limitar e impedir que se sigan propagando estas emisiones. Solamente a medida que se vayan dejando de fabricar los refrigerantes basados en cloro, denominados hidrocarburos cloro-fluorados o (CFC) y que se hagan más estrictas las limitaciones para su uso ya se están utilizando otros productos alternativos se podrá llegar a sentir en un lapso de tiempo la recuperación del ozono y la disminución del efecto invernadero.

Para tratar revertir paulatinamente el daño ocasionado a la capa de ozono, los funcionarios de casi 100 países se han puesto de acuerdo en poner fin a la fabricación de refrigerantes con base de cloro, firmando el Protocolo de Montreal sobre sustancias que agotan a dicha capa. El protocolo de Montreal obligó a abandonar la producción de CFC el 1 de Enero de 1986. En los Estados Unidos, la Agencia de Protección del medio Ambiente (EPA) se ocupa de la aplicación de las modificaciones de la Ley de aire limpio aprobadas en 1990 que prevén el fin de la fabricación de los CFC de acuerdo con el programa del Protocolo de Montreal. En el artículo VI de dicha ley, se limitan las importaciones y emisiones de refrigerantes CFC. Sin embargo, las disposiciones actuales permitan seguir utilizando refrigerantes CFC siempre que no se dejen escapar a la atmósfera. El título VI obliga a tomar medidas para extender al máximo la recuperación y el reciclado de refrigerantes.

Mediante el uso de procedimientos de reciclado y contención responsables, estos refrigerantes podrán utilizarse hasta que se agoten los suministros existentes. Para garantizar la adecuación de estos suministros. Refrigerantes alternativos como los hidrocarburos hidrocloro-fluorados (HCFC) contienen menos cloro capaz de dañar la capa de ozono que los (CFC), y por lo tanto no dejarán de fabricarse con la misma rapidez.

A continuación se detalla las fechas para eliminar su producción:

- *“HFC-22: se empezó a dejar de fabricarse en el año 2010 para el uso de enfriadores de aire acondicionados nuevos, y totalmente en el año 2020”.⁷*
- *“HCFC-123: se empezó a dejar de fabricarse en el año 2010 para el uso de equipos nuevos, y totalmente en el año 2030”.⁷*

Solamente existe una clase de refrigerantes alternativos que pueden ser usados en procesos de refrigeración y son los refrigerantes que están exentos de cloro en su compuesto siendo así los utilizados los refrigerantes de hidrocarburos (HFC) como el 134a por que no representan un daño para la capa de ozono por lo tanto no se prohíbe su uso y fabricación. Po el contrario las leyes internacionales que se firmaron según el convenio del Tratado de Montreal estableció que desde el 1 de julio de 1992 la liberación de refrigerantes de la clase de los CFC y HCFC en cualquiera de las prácticas de uso y manejo de refrigerantes ya sea para el servicio de mantenimiento, reparación o reciclaje, podrán ser objeto de multas y sanciones.

⁷ Fuente:dididanicris.galeon.com/Capa.htm

CAPITULO II

MANEJO Y USO DE REFRIGERANTES

2.1 RIESGOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD AL TRABAJAR CON REFRIGERANTES, EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

Las siguientes son consideraciones que se deben tomar en cuenta cuando se trabaja con fluidos refrigerantes. El técnico responsable del mantenimiento debe poseer la capacidad de seguir los procedimientos técnicos y de seguridad para cada uno de los refrigerantes con los que va a tratar de manera que deberá estar familiarizado con las características químicas y de seguridad de cada refrigerante siendo la hoja de datos del refrigerante un requisito indispensable para evitar riesgos y accidentes en el trabajo, llegando así cada uno de los fabricantes a poner a disposición tablas y manuales de refrigerantes.

2.1.1 RIESGOS DE SALUD

Debido a que los refrigerantes tienen en su estructura algún tipo de elemento químico, este podría en cierta medida causar un daño en alguno de los sistemas de las personas, aunque los refrigerantes fluorocarbonados tienen un bajo nivel de toxicidad la posibilidad de sufrir un accidente u ocasionar la muerte es baja además que los gases que emanan estos son más densos que el aire por lo que no tienden a elevarse aunque es importante que siempre se los manipule en lugares abiertos en la que exista mayor cantidad de oxígeno.

2.1.1.1 INHALACIÓN

“Como se mencionó se debe trabajar en lugares ventilados por que la inhalación excesiva de estos gases podría llegar a resultar mortal, ocasionando problemas a corto y a largo plazo siendo síntomas de esta inhalación la asfixia y sofocamiento, perdida de coordinación sicomotriz, aumento del pulso cardiaco llegando la persona inclusive a perder la conciencia.”⁸

2.1.1.2 PIEL Y OJOS

“El contacto con la piel podría producir reacciones alérgicas de gravedad, quemaduras por congelación lo cual ocasiona enrojecimiento, hinchazón, palidez y para lo cual se recomienda lavarse inmediatamente con abundante agua en caso de darse el contacto hasta sentir alivio en la piel.”⁸

2.1.1.4 OTROS RIESGOS

“La mayoría de los compuestos halogenados se descomponen a altas temperaturas. Los químicos que se presentan bajo estas condiciones son ácidos halogenados, y posiblemente halogenuros de carbonilo. También se libera el ácido fluorhídrico. Si el compuesto contiene cloro se liberará el ácido clorhídrico. Afortunadamente los ácidos halogenados pueden ser detectados, ya que ocasionan picazón en la nariz, y así pueden ser detectados en bajas concentraciones cuando no han alcanzado un nivel en donde puedan ser tóxicos. Estos ácidos sirven como aviso de que una descomposición del gas ha ocurrido. Si son detectados, el área debe ser evacuada y ventilada hasta que se eliminen los productos de la descomposición (acidez en el sistema, quemadura de un compresor hermético o semihermético)”⁸

⁸ Fuente:

www.serna.gob.hn/UTOH/Manual%20de%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20en%20R%20y%20A.A.pdf

2.2 PRECAUCIONES

Debido a que en la actualidad los refrigerantes son de uso cotidiano en la vida de la personas y son utilizados desde procesos particulares hasta procesos industriales, es necesario que para las personas directamente involucradas en el traslado y almacenaje de refrigerantes se tenga en cuenta medidas que cautelen la seguridad tanto para los involucrados directamente y para las personas que se relacionan de manera indirecta con los refrigerantes garantizando de esta manera la seguridad para todos.

Aquí algunas consideraciones que se debe tener:

- *“Para un servicio y mantenimiento de sistemas de refrigeración apropiado y responsable respecto del medio ambiente se requieren equipos especiales: por ejemplo instrumentos de detección de fugas de refrigerante; herramientas de medición de presión y temperatura de gas, y equipos especiales para la manipulación y el reciclaje general de refrigerantes”.⁹*
- *“Los refrigerantes halocarbonados generalmente son más pesados que el aire y por consecuencia, cuando se fugan de los sistemas se dirigen hacia las partes bajas del espacio donde se encuentran los sistemas. Es fundamental trabajar en áreas ventiladas que eviten altas concentraciones de refrigerantes”.⁹*
- *“Siempre se debe leer la hoja de seguridad del refrigerante a utilizar, aun cuando aparentemente todos los refrigerantes son similares, algunos tienen diferencias significativas”.⁹*
- *“Los refrigerantes causan quemaduras por congelación, para evitar quemaduras es importante el uso de guantes, gafas y en la medida de lo posible el uso de mangas largas para evitar contacto con la piel”.⁹*

- *“Los cilindros desechables son diseñados para almacenar producto virgen que será vendido a los usuarios finales, no se debe utilizar para recuperar refrigerantes ni reutilizarlo para otros servicios”.⁹*
- *“Los refrigerantes se descomponen a temperaturas de flama por lo que no se deben utilizar sopletes cuando existan fases de vapor de refrigerante en los sistemas, esto provocaría la generación de ácidos peligrosos para la salud humana”.⁹*
- *“Nunca utilizar aire comprimido en presencia de refrigerantes para verificar fugas en sistemas porque la mezcla aire refrigerante a alta presión puede provocar un ambiente explosivo dentro del sistema, si se requiere verificar fugas se debe utilizar nitrógeno seco para este fin”.⁹*

2.3 TABLA DE SEGURIDADES PARA EL USO DE REFRIGERANTES. ASHRAE STANDARD 34

La American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (AHSRAE) es un instituto que regula las prácticas de mantenimiento y uso de sustancias refrigerantes y es un instrumento para la utilización de normas en el uso de refrigerantes para diferentes países. Las Normas ASHRAE y sus directrices se han establecido para ayudar a la industria y el público, ofreciendo un método uniforme de las pruebas a efectos de calificación, por lo que sugiere prácticas de seguridad en el diseño e instalación de equipos, al ofrecer definiciones adecuadas y ofreciendo información que pueda servir de guía para la industria. La creación de las normas ASHRAE y las Directrices están determinadas para la necesidad y la conformidad de personas e instituciones que manejan. ASHRAE además ha elaborado una tabla de seguridad para los gases refrigerantes, basada en la toxicidad y la inflamabilidad del gas.

⁹Fuente: ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf

La clasificación de la toxicidad de los gases está basada en los índices TLV/TWA.

*“TLV(Threshold Limit Value).- Concentración máxima permisible, expresada en la exposición al gas en el orden de 8 a 12 hrs. por día, cinco días a la semana, durante 40 años, y el TWA (Time-Weighted Average).- Concentración ponderada en el tiempo, expresada en horas por día. Los gases refrigerantes están clasificados en dos clases, dependiendo del tiempo máximo permisible en que una persona puede estar expuesta a esto”*¹⁰.

La intención de este estándar es la de referirse, por un método simple, a los refrigerantes con números y letras, en vez de utilizar el nombre químico del gas, fórmula o marca.

A continuación se detalla la forma de clasificar a los refrigerantes según el *ASHRAE STANDARD 34*.

Algunas características de clasificación del estándar 34.

Serie	Nombre	Gas
000	Metano	R-12
100	Etano	R-134a
400	Zeotropo	R-401A
500	Azeotropo	R-502

Tabla 2.1: clasificación estándar 34

Fuente: es.scribd.com/doc/44093464/8/EL-STANDARD-34-ASHRAE, acceso el 20 de enero de 2012

- La letra minúscula denota un gas isómero, ejemplo en el R-134a.
- La letra mayúscula denota una mezcla, ejemplo en el R-401A.

Respecto de los dígitos numéricos, el estándar dice:

- Primer dígito, de derecha a izquierda = número de átomos de flúor en el compuesto.
- Siguiendo dígito hacia la izquierda = número de átomos de hidrógeno más 1.

¹⁰ Fuente: es.scribd.com/doc/77015227/56/ASHRAESTANDARD-34

- Tercer dígito hacia la izquierda = número de átomos de carbono menos 1 (no se usa cuando es igual a cero).
- Cuarto dígito hacia la izquierda = número de enlaces dobles.

Ejemplo: R-22 (CHCIF₂)

- Número de átomos de Flúor = 2
- Número de átomos de Hidrógeno = 2
- Número de átomos de Carbono = 0
- Puesto que el carbón tiene cuatro ligas y el total de F y H es igual a 3, existe un átomo de Cl.

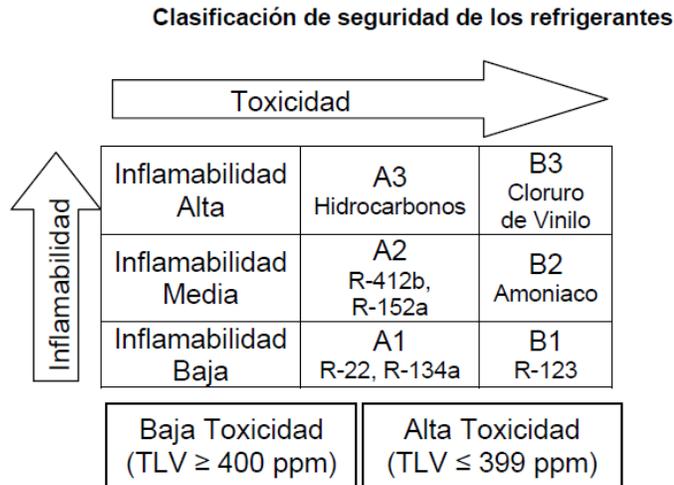


Tabla 2.2: clasificación de seguridad de los refrigerantes

Fuente: es.scribd.com/doc/44093464/8/EL-STANDARD-34-ASHRAE

- Clase A: TLV/TWA 400 ppm o mayor
- Clase B: TLV/TWA 399 ppm o menor

La inflamabilidad también se clasifica:

- Clase 1: no propaga la flama
- Clase 2: baja propagación de flama
- Clase 3: alta propagación de flama

Los refrigerantes se pueden clasificar según la tabla anterior. Como se ve, un gas refrigerante “A1” significa que es uno de los gases más seguros con los que se puede trabajar, y el “B3” es el más peligroso. Los refrigerantes recomendados para las sustituciones, generalmente están clasificados como “A1”.

2.4 PROCEDIMIENTOS, REGLAS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EL MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE GASES REFRIGERANTES

2.4.1 CILINDROS DE ALMACENAJE DE REFRIGERANTES

Los gases refrigerantes generalmente vienen envasados en cilindros metálicos desechables. Son de 1 kg., 6,8 kg., 13,6 kg. y 22,6 kg. Estas presentaciones pueden variar según el tipo de gas refrigerante o según la especificación del fabricante.

Los fabricantes de gases refrigerantes los envasan en cilindros de colores, según el código de colores de ARI (American Refrigeration Institute).

Refrigerante Núm. AHSRAE	Color ARI (American Refrigeration Institute)
R-11	Anaranjado
R-12	Blanco
R-22	Verde Claro
R-113	Morado (Violeta)
R-114	Azul Oscuro (Marino)
R-123	Azul Grisáceo Claro
R-124	Verde Intenso (Verde DOT)
R-125	Marrón Mediano (Tostado)
R-134a	Azul Celeste (Cielo)
R-401A	Rosa Claro
R-401B	Amarillo Oscuro
R-402A	Marrón Claro (Arena)
R-402B	Verde Amarronado (Oliva)
R-404A	Anaranjado
R-410A	Rosa
R-500	Amarillo

Tabla 2.3: código de colores ARI para los cilindros de gas refrigerante.

Fuente: www.ari.org/standardscert/standards/guidelineN.htm, acceso 20 de enero 2012

El Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT - Department Of Transportation), establece las especificaciones que deben de poseer los cilindros desechables, las que regulan el traslado de sustancias peligrosas, incluyéndolos dentro de estos a los refrigerantes, estos deben cumplir con las especificaciones “DOT39” para cilindros desechables conocidos como “cilindros de un solo viaje”.

“Todos los cilindros utilizados por los CFCs están diseñados para poder contener las presiones generadas por el R-502, que es el refrigerante que tiene la presión más alta. Los cilindros desechables hechos para el R-502 deben de estar considerados para trabajar a una presión de servicio de 260 psi. La especificación DOT-39 estipula que los cilindros diseñados para soportar una presión de 260 psi, deben de ser probados a una presión de fuga de 325 psi. Un cilindro de cada 1000 se presuriza hasta el punto de falla o de fuga. El cilindro no debe fallar a una presión menor de 650 psi. Estas pruebas se hacen para asegurar que los usuarios tengan cilindros seguros y libres de fugas”.¹¹

Se diseñan estos cilindros con un dispositivo de seguridad o fusible de alta presión, en donde cuando el contenido del cilindro alcanza una sobrepresión, el gas se libera en una cierta cantidad para regular la presión interna del cilindro .Existen dos versiones de cilindros aprobados bajo la especificación DOT-39. El más común es un disco de ruptura o disco fusible, generalmente soldado en la parte superior (hombro del cilindro). Si la presión supera los 340 psi, este disco se romperá y el gas refrigerante será expulsado a la atmósfera, previniendo una explosión del cilindro.

¹¹ Fuente:

www.serna.gob.hn/UTOH/Manual%20de%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20en%20R%20y%20A.A.pdf

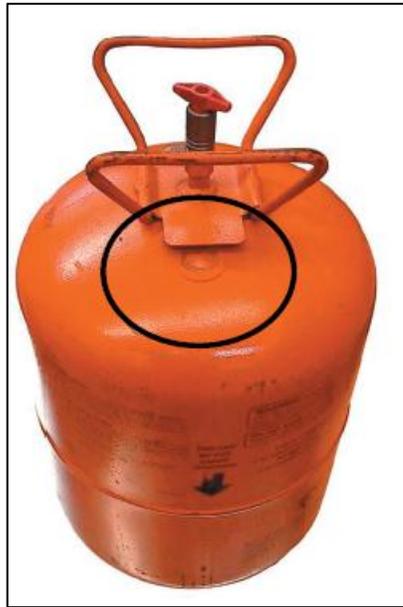


Fig. 2.1 Cilindro señalando el disco de ruptura.

Fuente:

www.serna.gob.hn/UTOH/Manual%20de%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20en%20R%20y%20A.A.pdf, acceso 20 de enero 2012

El segundo diseño contiene un resorte de alivio integrado en el interior de la válvula del tanque. Cuando la presión dentro del cilindro supera los 340 psi, esta ocasiona que el resorte sea forzado a abrirse, venteando una parte del gas contenido en el cilindro, a través de la válvula.

Existen varios factores que pueden ocasionar la sobrepresión en el interior del tanque siendo el calor uno de los principales factores ocasionado que el líquido que se encuentra en el interior se expanda. Cuando el cilindro alcanza esta presión interna conocida como hidrostática el calor hace que la presión se eleve rápidamente y si estos sistemas de seguridad llegasen a fallar o peor aún son suprimidos en los tanques, estos podrían llegar a explotar ocasionando daño a objetos cercanos y hasta el riesgo de muerte al técnico que opera cerca de los tanques. La presión de un cilindro también puede elevarse si se conecta al lado de la descarga de un sistema de refrigeración o de aire acondicionado. En estos casos, el compresor puede crear presiones superiores a las que puede soportar el disco de ruptura del cilindro.

2.4.2 ALMACENAJE DE REFRIGERANTES

Los cilindros deberán almacenarse al exterior de la infraestructura y jamás en zonas residenciales, estos cilindros pueden almacenarse en zonas comerciales o industriales siempre y cuando se cumpla con los siguientes requerimientos:

- *“Las cantidades que se almacenen deberán colocarse en áreas o cajas especiales y específicas.”¹²*
- *“El acceso a las zonas de almacenamiento deberá estar restringido “únicamente para personal autorizado”. Estos lugares deberán señalizarse con avisos que prohíban fumar y la utilización de fuentes potenciales de ignición.”¹²*
- *“Los cilindros que contengan refrigerantes deberán almacenarse al nivel del suelo, nunca en sótanos. Los cilindros deberán almacenarse en posición vertical y deberán contar con un fácil acceso”.¹²*
- *“Deberá evitarse la acumulación de electricidad estática.”¹²*

2.4.3 REGLAS DE SEGURIDAD PARA EL TRANSPORTE DE CILINDROS CON GASES REFRIGERANTES

Existe también la Reglamentación sobre Mercancías Peligrosas (Dangerous Goods Regulations) en donde se les incluye a los refrigerantes dentro de estas mercancías así como también gases comprimidos, tales como el oxígeno, el acetileno y los refrigerantes halocarbonados, el incumplimiento de estas leyes son objeto de sanciones y acciones judiciales, como punto importante de este cumplimiento se establece que todos las personas responsables del traslado y manejo de estas mercancías deber haber realizado una capacitación apropiada a las sustancias que maneja. Para obtener información sobre

¹² Fuente: biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0576_M.pdf

las agencias autorizadas para proporcionar dicha capacitación, los técnicos o personas que manejan refrigerantes pueden comunicarse con el Departamento de Transporte (DOT), la línea de asistencia técnica para refrigerantes de HC (HC Refrigerants Technical Assistance Line) o con las agencias de gobierno que manejan la seguridad del transporte.

*Consideraciones.*¹³

- *No golpear el cilindro, ni con el suelo, ni con un martillo u otra herramienta.*
- *No calentar el cilindro con vapor o con un soplete de flama directa.*
- *No transportar el cilindro, cargándolo de la válvula.*
- *No tratar de reparar la válvula.*
- *No bloquear el disco de ruptura.*
- *No rellenar o recargar un cilindro desechable.*
- *Al abrir la válvula, hacerlo despacio, y cerrar después de usarlo.*
- *No utilizar cilindros oxidados o deteriorados*

¹³ Fuente: es.scribd.com/doc/91410621/83/PELIGROS-DE-RECARGAR-UN-CILINDRO-DESECHABLE

CAPITULO III

RECUPERACIÓN Y RECICLADO DE REFRIGERANTES

3.1 RECUPERACIÓN DE REFRIGERANTES

Los procesos de recuperación, reciclado y regeneración de refrigerantes han venido evolucionado en los últimos años como consecuencia de que los malos procesos para el desecho de refrigerantes han provocado problemas ambientales, dándose de esta manera regulaciones y mecanismos útiles por parte de usuarios consientes para recuperen sus refrigerantes y los reutilicen.

Aquí las definiciones según el manual de refrigeración 2002 del ASHRAE:

“Recuperación: Proceso que consiste en remover el refrigerante en cualquier condición de un sistema y almacenarlo en un contenedor externo, sin analizarlo ni procesarlo.”¹⁴

“Reciclar: Proceso que consiste en limpiar el refrigerante removiendo el aceite, la humedad, la acidez y la presencia de sólidos pasando el refrigerante por múltiples dispositivos como filtros deshidratadores con el objetivo de reutilizar el refrigerante. El término reciclar usualmente se aplica a los procedimientos que se pueden implementar en sitio o en el taller de servicio.”¹⁴

“Regenerar (Reclaim): Es el reproceso de un refrigerante hasta que alcance las especificaciones de un refrigerante virgen. Este proceso utiliza en una de sus etapas la separación vía destilación y se requiere un análisis del producto final para asegurar que ha llegado a la especificación de producto nuevo. El término regenerar implica en

*la mayoría de los casos el uso de procesos que solamente se pueden ejecutar en un equipo de reproceso o en las plantas productoras de refrigerantes.*¹⁴

3.1.1 ESTÁNDAR ARI 700 (AMERICAN REFRIGERATION INSTITUTE)

Cuando se va a realizar un proceso de regeneración este primero debe pasar por un análisis que evalúe la composición química para determinar en qué medida el refrigerante está contaminado de manera que la norma 700 del ARI(American Refrigeration Institute) indica las cantidades máximas de contaminantes que debe tener un refrigerante para considerarlo como nuevo.

Este estándar nos brinda la información de las especificaciones que deben cumplir los refrigerantes regenerados utilizados en la industria de la refrigeración y aire acondicionado.

3.1.2 DESTRUCCIÓN DE REFRIGERANTES

Si se realiza una mezcla de dos refrigerantes con diferente número de ASHRAE que sea mayor del 2% de concentración ya no es posible poder realizar un proceso de reciclaje ni regeneración. Ya que la tendencia del mercado de los refrigerantes es la reutilización de los mismos utilizando procesos de reciclado y regeneración, se debe realizar una análisis para verificar si el refrigerante está contaminado o con un porcentaje de mezcla mayor al 2%.

Por ejemplo si se tiene un cilindro de refrigerante R-22 y se agrega una cantidad de R-12, esta mezcla de refrigerantes no puede ser reciclada si la cantidad de R-12 en el volumen total de la mezcla es mayor al 2% debido que se alteraría las condiciones finales del refrigerante a reciclar

¹⁴ Fuente:es.scribd.com/doc/57110880/25/Recuperacion-y-Reciclado-de-Refrigerantes

Si un refrigerante posee una mezcla de por ejemplo 40% de R-12 y 60% de R-134a o la acidez que posee este es de un grado elevado con concentración de aceite éstos deben ser destruidos; para lo cual existen tecnologías disponibles para la destrucción de refrigerantes aprobadas por el Panel de Evaluación Técnica y Económica (TEAP) del Protocolo de Montreal. En la siguiente tabla se mencionan las diferentes tecnologías aprobadas de destrucción de refrigerantes

Tecnología de destrucción de refrigerantes CFCs y HCFCs	Dictamen de la evaluación del TEAP
Eficacia de Destrucción y Eliminación (EDE)**	99.99%
Hornos de cemento	Aprobada
Incineración por inyección líquida	Aprobada
Oxidación de gases/humos	Aprobada
Craqueo en reactor	Aprobada
Incineración en horno rotatorio	Aprobada
Arco de plasma de argón	Aprobada
Plasma de radiofrecuencia inductivamente acoplado	Aprobada
Plasma de microondas	Aprobada
Arco de plasma de nitrógeno	Aprobada
Deshalogenación catalítica en fase gaseosa	Aprobada
Reactor de vapor supercalentado	Aprobada

Tabla 3.1: Tecnología de destrucción de refrigerantes.

Fuente: es.scribd.com/doc/57110880/25/Recuperacion-y-Reciclado-de-Refrigerantes, acceso 10 de febrero 2012

3.1.3 RECUPERACIÓN DE REFRIGERANTES

Según los resultados del análisis que se obtenga acerca del grado y tipo de condición y contaminación el refrigerante que se recupera, este puede volver a ser utilizado en el mismo sistema del que fue extraído o puede ser tratado según su análisis. Un refrigerante generalmente puede estar contaminado o alterado en su composición debido a los ácidos, la humedad, residuos de la ebullición a alta temperatura y otras partículas que afectan su estructura, inclusive bajos niveles de estos contaminantes podrían afectar la vida útil del

refrigerante y del sistema en el que está trabajando, por lo tanto se debe verificar al refrigerante antes de utilizarlo para disminuir los riesgos que podría ocasionar el mismo.

Existen métodos y opciones para poder determinar el estado del refrigerante y decidir si se lo puede volver a utilizar, por ejemplo si se lo extrae de una unidad en donde el compresor está quemado podrá ser utilizado si el equipo de recuperación cuenta con un filtro y un separador de aceite.

El contenido en ácidos en el aceite se puede verificar utilizando un pequeño equipo de verificación de aceite lubricante para esto se utiliza una botella de verificación con el aceite a examinar y se lo mezcla con el líquido de verificación. Si el color que adquiere la mezcla es púrpura, el aceite no está contaminado, si el líquido se vuelve amarillento esto indica que el aceite es ácido y que el aceite o el refrigerante no debe utilizarse en el sistema. Dependiendo de los resultados el refrigerante debe enviarse a que se someta a regeneración o se destruya.

3.1.3.1 RECUPERACION DE REFRIGERANTES EN SITIO

Existen dos procedimientos con los cuales los técnicos pueden reutilizar el refrigerante sin salir del taller de servicio:

- *“Recuperar el refrigerante y recargarlo en el mismo equipo.- Esta práctica es aceptada cuando las condiciones del refrigerante son buenas porque se presume que el equipo donde estaba contenido operaba normalmente antes de extraer el refrigerante.”¹⁵*
- *“Recuperar el refrigerante y reciclarlo.- Es una práctica común entre muchos técnicos de refrigeración y aire acondicionado, solo se debe tener una máquina recicladora de refrigerantes en el sitio para poder lograr la limpieza correcta del refrigerante, es importante insistir que si se mezcla dos refrigerantes con diferente número de ASHRAE*

por más de una relación 98/2 en porcentaje en peso, esta mezcla sería imposible reciclar.”¹⁵

3.1.4 EQUIPOS PARA RECUPERAR REFRIGERANTES

“Hay máquinas de recuperación disponibles en diferentes diseños. Las unidades pequeñas básicas, como la que se muestra en la figura 3.1 están diseñadas para usarse con R-12, R-22, R-500 y R-502, y para actuar como estaciones de recuperación, sin ventilación hacia la atmósfera”.¹⁶



Fig. 3.1 equipo para recuperar refrigerante.

Fuente: www.valycontrol.com.mx/mt/mt_cap_09.pdf, acceso el 10 de febrero 2012

“El refrigerante es removido en su condición presente y almacenado en un cilindro desechable o transferible. Esta unidad remueve el aceite del refrigerante, y puede manejar vapor o líquido en un tiempo muy rápido. Después, el refrigerante puede reciclarse en el centro de servicio, o enviado a una estación de reproceso para

¹⁵Fuente: ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf

¹⁶ Fuente: www.valycontrol.com.mx/mt/mt_cap_09.pdf

reutilizarlo posteriormente. Utilizando un dispositivo de recuperación de refrigerante, el técnico es capaz de remover refrigerante de sistemas pequeños de aire acondicionado, comercial, automotriz y residencial. Durante el proceso de recuperación, el refrigerante es removido del sistema en forma de vapor, utilizando la fuerza bombeadora de la máquina recuperadora, como se muestra en la figura 3.2”¹⁷

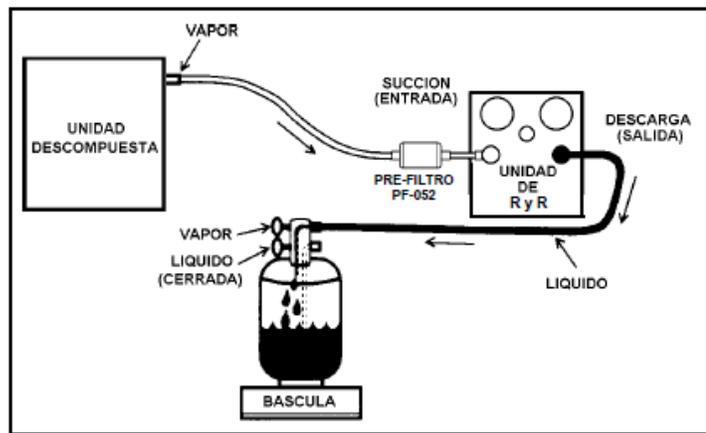


Fig.3.2 Recuperación de vapor de refrigerante de un sistema.

Fuente: www.valycontrol.com.mx/mt/mt_cap_09.pdf, acceso 12 de marzo 2012

“La recuperación es similar a la evacuación de un sistema con una bomba de vacío. Los procedimientos varían con cada fabricante. Básicamente, la manguera se conecta a un puerto de acceso en el lado de baja, hacia la válvula de succión de la unidad recuperadora. Una vez que la manguera de salida está conectada, el dispositivo de recuperación se arranca y comienza la recuperación. Algunas unidades tienen una señal para indicar cuando el proceso de recuperación ha terminado. Esto significa que el equipo de recuperación no está procesando más vapor. En algunas ocasiones, el dispositivo de recuperación cierra automáticamente el sistema de vacío. Cuando se ha completado la recuperación, se cierra la válvula del lado de baja. El sistema deberá asentarse por lo menos 5 minutos. Si la presión se eleva a 10 psi o más, puede significar

¹⁷ Fuente: www.valycontrol.com.mx/mt/mt_cap_09.pdf

que quedaron bolsas de refrigerante líquido frío a través del sistema, y puede ser necesario reiniciar el proceso de recuperación.”¹⁸

El proceso de recuperación de refrigerante es mucho más rápido cuando se lo recupera en fase líquida que cuando se lo recupera en fase de vapor por lo que la persona encargada o el técnico puede elegir como instrumento de trabajo máquinas que recuperen en fase líquida en la cual la mayoría de estas máquinas utilizan como depósito cilindros para refrigerantes normales. Otro tipo de máquinas utilizan pequeños cilindros especiales para recuperar el refrigerante en estado líquido o de vapor.

La unidad de transferencia bombea el vapor de refrigerante de la parte superior del cilindro, y presuriza la unidad de refrigeración. La diferencia de presión entre el cilindro y la unidad, transfiere el refrigerante líquido hacia el cilindro. Una vez que se ha removido el líquido, el vapor restante es removido al cambiar las conexiones.

Para realizar un buen trabajo de recuperación se recomienda que el aceite del compresor o de un sistema que sufrió una avería por sobrecalentamiento sea remplazado inclusive antes de la recuperación del refrigerante, tomando en cuenta que elementos de recambio como filtro sea también remplazado, finalmente se recomienda realizar la purga en los sistemas de conexiones como son las mangueras.

3.1.5 COMPONENTES DE UN EQUIPO DE RECUPERACION Y RECICLAJE DE REFRIGERANTES

3.1.5.1 DESTILADOR/SEPARADOR

Es un elemento indispensable fabricado en un cuerpo único que consta de un destilador de refrigerante que es el encargado de regular automáticamente el flujo del refrigerante

¹⁸ Fuente: www.valycontrol.com.mx/mt/mt_cap_09.pdf

y cuenta además con un dispositivo de descarga manual para el aceite separado, llevándose un proceso de destilación.

3.1.5.2 COMPRESOR DE RECUPERACIÓN

Es un elemento que según el tipo de equipo funciona por distintos métodos pero que generalmente sea cual sea su método de funcionamiento este trabaja con cualquier tipo de refrigerante ya sea CFC, HCFC o HFC, siendo así el corazón del equipo de recuperación o reciclaje.

3.1.5.3 FILTRO

Es un elemento que permite su retirada manual de los desechos obtenidos durante el trabajo para procesos de mantenimiento periódico. El filtro deshidratador tiene conexión macho con rosca. La conexión al equipo se realiza mediante un racor giratorio hembra de rosca especial

3.1.5.4 MANÓMETROS

Todo equipo debe poseer manómetro para verificar presiones por cuestiones de seguridad. Generalmente viene con dos manómetros Ø80mm, regulables, en seco, con movimiento frenado "Pulse Free" que es un sistema que elimina las vibraciones del índice de lectura. El un manómetro está ubicado en la línea de aspiración y el otro en la línea de descarga, estos permiten controlar las presiones durante las operaciones de recuperación y trasvase de refrigerante cuando se realiza la recuperación por el método push-pull.

3.1.5.5 EQUIPAMIENTO ESTÁNDAR

Dependiendo de cada equipo estos deben contar con:

- Un Recipiente graduado para recoger el aceite extraído durante la recuperación del refrigerante del circuito frigorífico
- Un Tubo transparente con conexión para el drenaje del aceite separado.

3.1.6 USO DE UNIDADES DE RECUPERACIÓN

Las unidades de recuperación se conectan al sistema mediante válvulas de servicio disponibles o válvulas grifo o punzonadoras de línea. Algunas de éstas pueden utilizarse para los refrigerantes tanto en su estado líquido como gaseoso y tienen incorporados recipientes de depósito. Se debe tener cuidado de no dejar que el compresor absorba refrigerante líquido sino vapor, pues de lo contrario se romperá debido al bloqueo hidráulico.

Procedimientos para el uso de la unidad:

- *“En la primera ocasión que utilice el equipo o cuando cambie de refrigerante para retirar aire que pudo haber ingresado en la máquina, extremar los siguientes cuidados:”¹⁹*
- *“Conecte la manguera amarilla del manifold a un filtro deshidratador, sobre el filtro conecte otra manguera y su extremo opuesto (de la manguera) conéctela en el raccord de entrada del recuperador.”¹⁹*
- *“Conecte la manguera amarilla provista por el fabricante en la salida del recuperador, el otro extremo de la manguera con la válvula esférica, conéctela a la bomba de vacío y abra la válvula.”¹⁹*

- “Encienda la bomba de vacío, gire ambas perillas a la posición “recuperación”, luego de dos minutos gire la perilla al modo selfclearing, espere dos minutos, cierre la válvula esférica de la manguera amarilla.”¹⁹
- “Apague la bomba de vacío y desconecte la manguera amarilla de la bomba de vacío, la unidad esta lista para su uso.”¹⁹

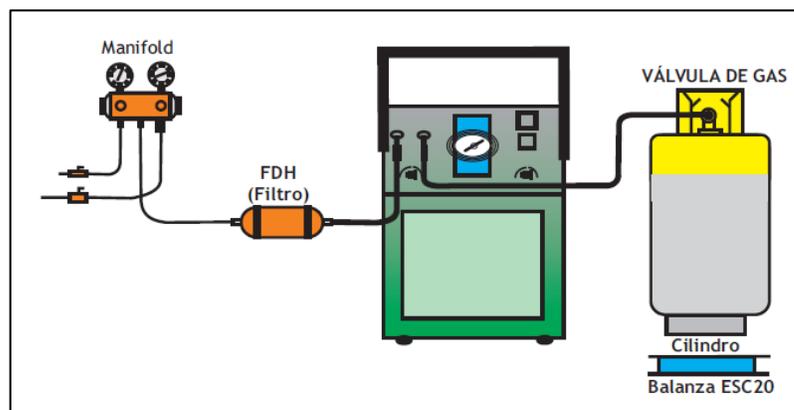


Fig. 3.3: Diagrama de conexión de un equipo de recuperación

Fuente: www.minambiente.gov.co/documentos/04Capitulo_4.pdf, acceso 25 de marzo 2012

- “Cuando conecte eléctricamente la unidad una toma de corriente, el ventilador se encenderá en forma automática.”¹⁹
- “Los equipos cuentan con una luz indicadora, para la protección por sobre presión.”¹⁹
- “Este procedimiento se realizará por única vez, dado que posee una llave esférica en su extremo conectada a la válvula pinche y de esta manera, la manguera quedará presurizada con el gas correspondiente, evitando el barrido en cada operación.”¹⁹

¹⁹ Fuente: www.minambiente.gov.co/documentos/04Capitulo_4.pdf

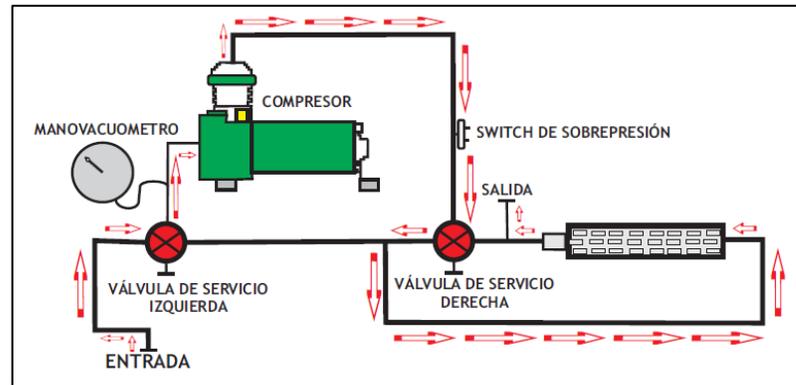


Fig. 3.4: Diagrama de recuperación

Fuente: www.minambiente.gov.co/documentos/04Capitulo_4.pdf, acceso 25 de marzo 2012

3.1.7. PROCEDIMIENTOS PREVIOS A LA RECUPERACIÓN DE REFRIGERANTES

- “Antes de iniciar cualquier procedimiento de recuperación de refrigerantes de un sistema, se debe identificar el tipo de refrigerante que se va a extraer. Existen procedimientos específicos para identificar los refrigerantes pero mucho cuenta la experiencia del técnico para saber qué tipo de refrigerante está en el sistema. Es importante la identificación porque no se deben mezclar refrigerantes”.²⁰
- “El cilindro de recuperación debe ser apropiado para esta tarea, no se recomienda utilizar cilindros desechables para este fin porque estos envases están diseñados para usarse solo una vez. Los cilindros de recuperación de refrigerantes deben de cumplir con las normas DOT donde se especifique la presión máxima de trabajo la fecha de construcción del envase y la fecha recomendada para realizar pruebas de resistencia. En la figura 3.5 se observa un envase para recuperación con doble válvula y deben estar pintados de color amarillo en la parte superior y de gris en la parte inferior.”²⁰
- “Si el cilindro está vacío, se recomienda que se le realice un vacío de 1,000 micrones para asegurar que no contenga humedad u otros contaminantes el envase.”²⁰

- “Si el cilindro no está vacío, se debe estar seguro que refrigerante contiene para evitar contaminación cruzada si se le agrega otro tipo de refrigerante. En este caso es importante utilizar un medio de enfriamiento que ayude al trasvase de refrigerante del sistema al cilindro, esto puede ser colocando el cilindro en una cama de hielo para bajar la temperatura del mismo y de esa forma mantener una presión baja en el cilindro facilitando la transferencia de refrigerante del sistema al cilindro.”²⁰
- La máquina recuperadora que se utilice puede ser con aceite o libre de aceite, realmente no hay mucha diferencia en el refrigerante recuperado si se utiliza una u otra.”²⁰

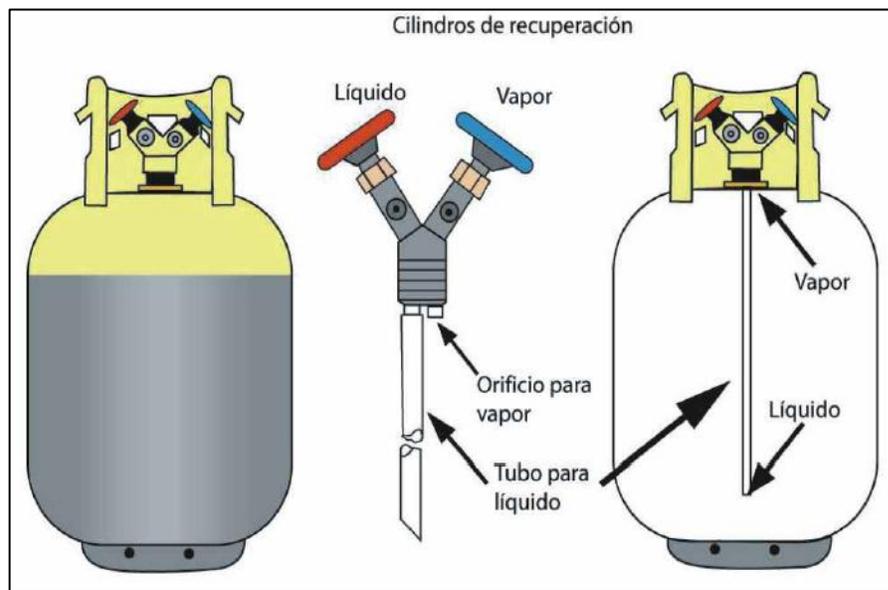


Fig. 3.5: cilindros de recuperación.

Fuente: www.minambiente.gov.co/documentos/04Capitulo_4.pdf, acceso 25 de marzo 2012

²⁰ Fuente: www.minambiente.gov.co/documentos/04Capitulo_4.pdf

3.1.8 MÉTODOS PARA LA RECUPERACIÓN DE REFRIGERANTES

“Cuando se va a realizar un servicio de mantenimiento o reparación de un equipo, en la mayoría de los casos se debe recuperar el refrigerante que representa el primer paso del trabajo a realizar. Como se mencionó anteriormente este proceso consiste en extraer el refrigerante del equipo y trasladarlo a un recipiente externo diseñado especialmente para almacenar refrigerante usado.”²¹

3.1.8.1 RECUPERAR EL REFRIGERANTE EN FASE LÍQUIDA.

“El tipo de recuperación en fase líquida generalmente se utiliza cuando los equipos son muy grandes y el volumen de refrigerante es también considerable. En algunos casos se puede extraer el refrigerante del tanque recibidor con bombas centrifugas o bombas neumáticas y enviarlas directamente a los tanques de recuperación. Debido a que cuando se recupera en fase líquida siempre queda una fase de vapor, en los siguientes capítulos se trata un poco más a detalle las diferentes formas de recuperación en fase de vapor que de alguna forma se relacionan con la recuperación en fase líquida.”²²

3.1.8.2 RECUPERACIÓN EN FASE DE VAPOR- LÍQUIDO

“Es un proceso sencillo que puede ser utilizado en cualquier sistema siempre que no contenga cantidades de refrigerante mayores a los 9 kg. de carga, para los sistemas de cargas superiores se sugiere el procedimiento “push-pull” que se explicará en las siguientes secciones de este capítulo. Para llevar a cabo este procedimiento se recomienda quitar los pivotes de las válvulas para acelerar el proceso de extracción y como en todas las otras variedades de extracción de refrigerante también se recomienda utilizar mangueras con válvulas de bola manuales integradas a las mangueras para

²¹F Fuente: www.minambiente.gov.co/documentos/04Capitulo_4.pdf

evitar mayores derrames de refrigerante. En la figura 3.6 se muestra el arreglo de conexiones para realizar este proceso.”²²

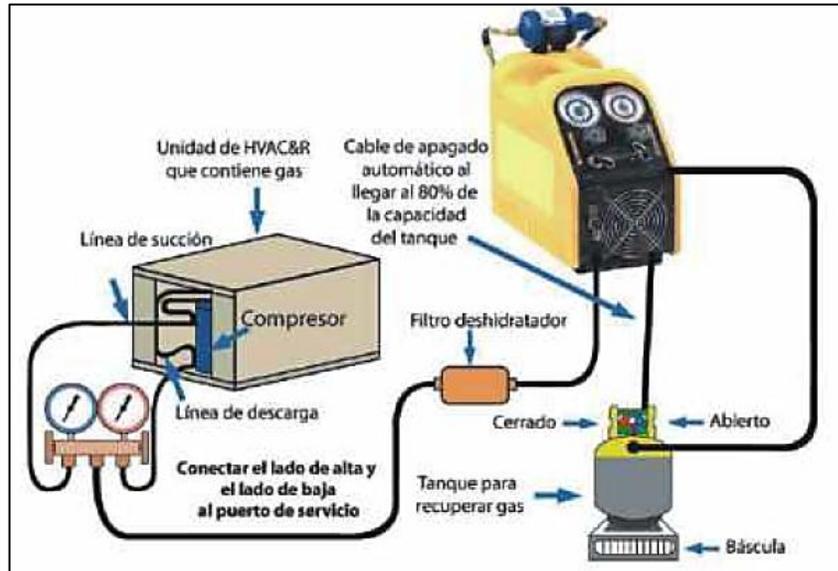


Fig. 3.6: Método Recuperación Liquido Vapor

Fuente: es.scribd.com/doc/57110880/29/Procedimientos-Previos-a-la-recuperacion-de-Refrigerantes, acceso 25 de marzo 2012

3.1.8.3 RECUPERAR REFRIGERANTE EN FASE DE VAPOR-LIQUIDO CUANDO EL COMPRESOR NO FUNCIONA

En este proceso se recomienda calentar el sistema con lámparas para evaporar el refrigerante diluido en el aceite del sistema para evitar problemas de funcionamiento como averías dentro del equipo. El presente diagrama representado en la figura 3.7 muestra la forma de conectar el sistema para la recuperación.

²² Fuente: es.scribd.com/doc/57110880/29/Procedimientos-Previos-a-la-recuperacion-de-Refrigerantes

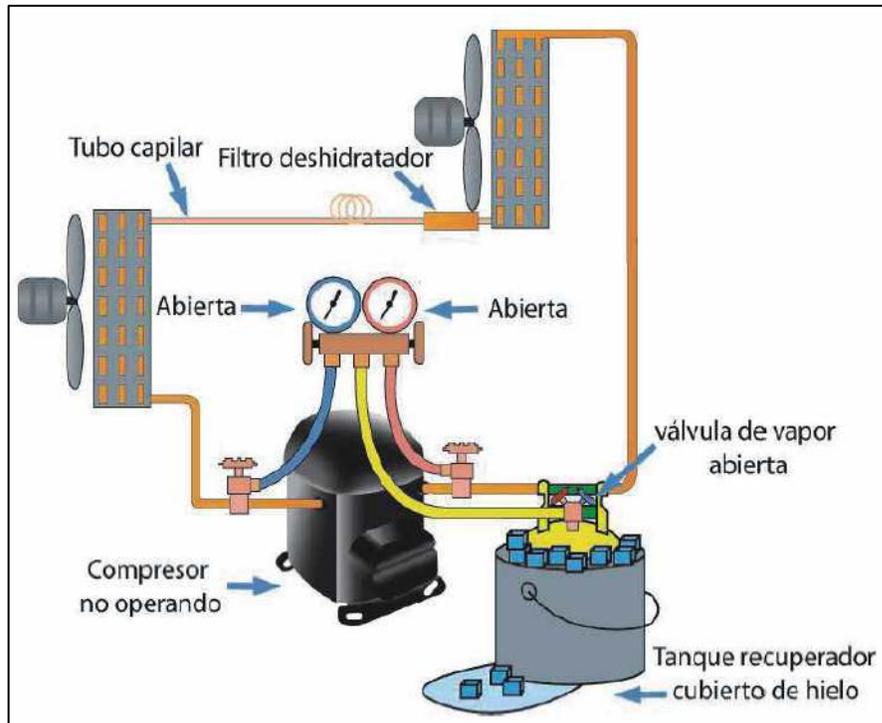


Fig. 3.7: Recuperación de vapor cuando el compresor no trabaja.

Fuente: es.scribd.com/doc/57110880/29/Procedimientos-Previos-a-la-recuperacion-de-Refrigerantes, acceso 25 de marzo 2102

*“Se debe tomar en cuenta algunas observaciones en este proceso”:*²³

- *Se deben instalar válvulas del lado de alta y baja presión el refrigerante se extrae y se condensa en el cilindro recuperador.*
- *Se estima una recuperación del 80% del refrigerante debido que parte del refrigerante se recupera en fase líquida y otra parte en fase de vapor.*
- *Es importante extraer el refrigerante de ambos lados.*

²³ Fuente: es.scribd.com/doc/57110880/29/Procedimientos-Previos-a-la-recuperacion-de-Refrigerantes

3.1.8.4 RECUPERACIÓN CUANDO EL COMPRESOR SI ESTÁ OPERANDO

“En este proceso se aprovecha la fuerza que proporciona el compresor para la extracción del refrigerante, Solo se instala una válvula del lado de alta presión. Además este proceso también está aprobado por la EPA y recupera más del 90% del refrigerante del sistema. No es necesario calentar el sistema porque la presión del compresor mueve el refrigerante hacia fuera del sistema.”²⁴

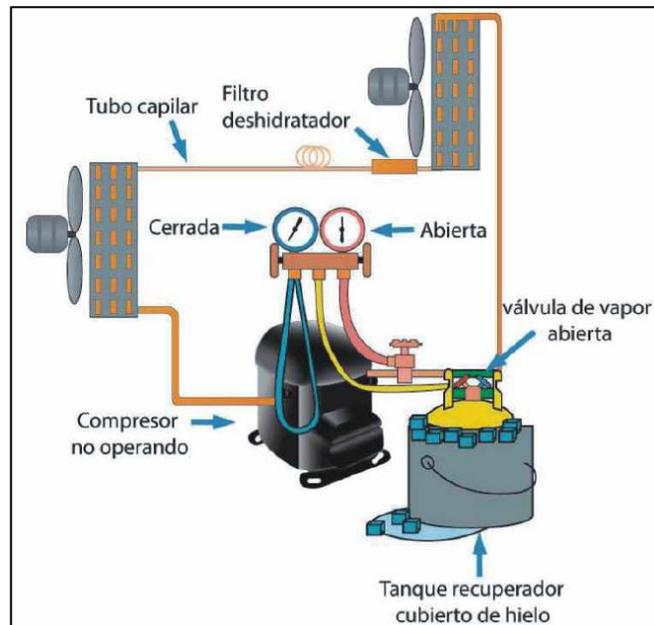


Fig. 3.8: Recuperación de vapor cuando el compresor está operando.

Fuente: es.scribd.com/doc/57110880/29/Procedimientos-Previos-a-la-recuperacion-de-Refrigerantes, acceso 25 de marzo 2012

3.1.8.5 RECUPERACIÓN EN FASE DE VAPOR

“La recuperación de refrigerantes en fase de vapor es un poco más lenta y por consecuencia involucra un mayor tiempo para evacuar sistemas. Cuando los sistemas son grandes y en el diseño existen largos tramos de tubería la práctica de recuperación

²⁴ Fuente: es.scribd.com/doc/57110880/29/Procedimientos-Previos-a-la-recuperacion-de-Refrigerantes

en fase de vapor no es recomendada pero en sistemas pequeños fraccionarios y hasta de 5 toneladas de refrigeración la recuperación en vapor puede ser una solución. Para este proceso se requiere que las mangueras tradicionales de 1/4" de diámetro deban ser sustituidas por mangueras de 3/8" de diámetro que ayudaran al proceso de recuperación. En este proceso se utilizará una máquina recuperadora que absorberá el refrigerante en fase de vapor y lo condensará para trasladarlo al cilindro de recuperación."²⁵

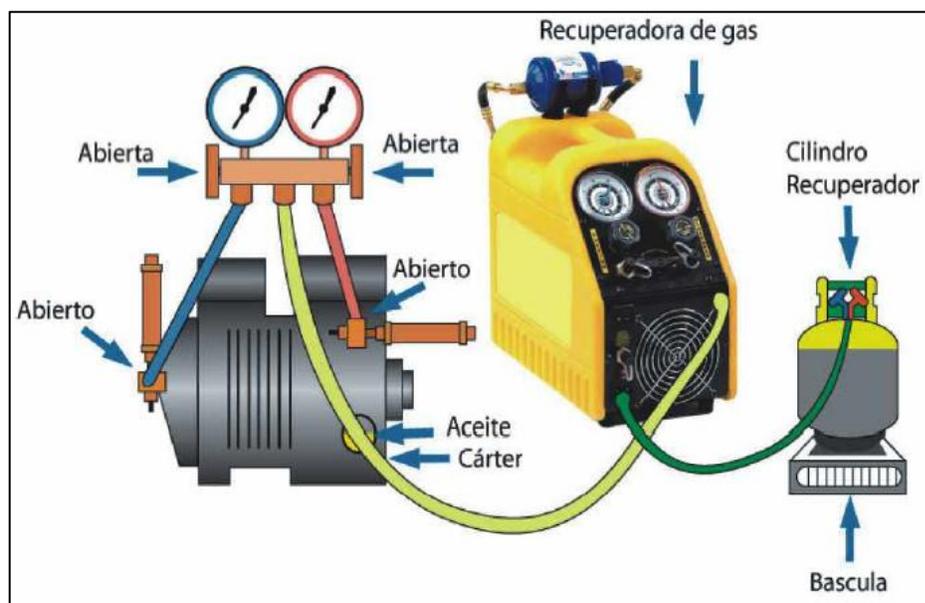


Fig. 3.9: Recuperación en fase de vapor.

Fuente: es.scribd.com/doc/57110880/29/Procedimientos-Previos-a-la-recuperacion-de-Refrigerantes, acceso 25 de marzo 2012

²⁵ Fuente: es.scribd.com/doc/57110880/29/Procedimientos-Previos-a-la-recuperacion-de-Refrigerantes

3.1.8.6 MÉTODO PUSH-PULL DE RECUPERACIÓN LIQUIDA

Este proceso más conocido como PUSH-PULL es utilizado cuando se tienen equipos de gran tamaño físico, en donde la extracción del refrigerante puede involucrar un tiempo considerable por la cantidad de refrigerante que se encuentra contenida dentro del el sistema de reciclaje

“La operación de “jalar/empujar” se lleva a cabo utilizando el vapor del cilindro para empujar el refrigerante liquido fuera del sistema. Se conecta una manguera desde el lado del líquido de la unidad cuyo refrigerante se desea extraer a la válvula del líquido del cilindro de recuperación. Se conecta otra manguera de la válvula de vapor del cilindro recuperador hacia la succión de la máquina recuperadora y una tercer manguera se conecta de la descarga de la máquina recuperadora hacia el puerto de vapor del sistema.”²⁶

Se debe asegurar que el sistema debe estar fuera de operación para llevar a cabo este trabajo que consiste en arrancar la máquina recuperadora que succionará el vapor del cilindro de recuperación que a su vez retirará el líquido del equipo. El vapor succionado por la máquina será comprimido y enviado al sistema “empujando” el refrigerante líquido al cilindro recuperador, así seguirá hasta conseguir recuperar cerca del 90% del refrigerante. Es importante tomar en cuenta que cuando el líquido ya se ha extraído en su totalidad, se debe hacer un arreglo de tubería para extraer el vapor residual del sistema.

²⁶ Fuente: es.scribd.com/doc/57110880/29/Procedimientos-Previos-a-la-recuperacion-de-Refrigerantes

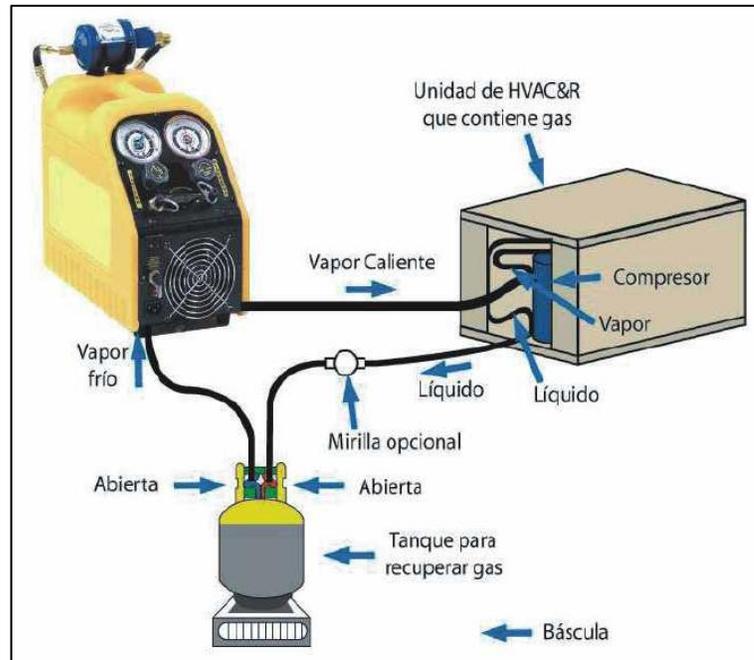


Fig. 3.10: Diagrama de recuperación Push-Pull

Fuente: es.scribd.com/doc/57110880/29/Procedimientos-Previos-a-la-recuperacion-de-Refrigerantes, acceso 25 de marzo 2012

*“Se tienen algunas observaciones para aplicar este procedimiento”:*²⁷

- *Es importante utilizar un visor (mirilla) para observar cuando el líquido sea removido.*
- *Se utilizará en este proceso las tres mangueras del manifold.*
- *No se debe utilizar si la carga de refrigerante del equipo es menor de 9 kg.*
- *No se debe utilizar si el equipo es una bomba de calor u otro sistema donde el refrigerante pudiera quedar aislado.*

²⁷ Fuente: es.scribd.com/doc/57110880/29/Procedimientos-Previos-a-la-recuperacion-de-Refrigerantes

3.1.9 MANIPULACIÓN SEGURA DEL REFRIGERANTE RECUPERADO

El técnico debe familiarizarse con el equipo de recuperación, leer el manual del fabricante y aplicar todos los métodos prescritos e instrucciones cada vez que se utilice el equipo.

“Las recomendaciones pertinentes son:”²⁸

- *Los refrigerantes líquidos pueden producir quemaduras por el frío. Evitar la posibilidad de contacto utilizando guantes adecuados y vestimenta o camisas de manga larga.*
- *El refrigerante que se está recuperando puede provenir de un sistema muy contaminado.*
- *El ácido es uno de los productos de descomposición; puede haber tanto ácido clorhídrico como fluorhídrico (el ácido fluorhídrico es el único que puede atacar el vidrio). Debe tenerse sumo cuidado de que el aceite que se derrame de los vapores del refrigerante no entre en contacto con la piel ni la superficie de la ropa al efectuar el servicio del equipo contaminado.*
- *Usar siempre ropa e implementos de protección como anteojos de seguridad, calzado protector, guantes, casco protector, pantalones largos y camisas de manga larga.*
- *Los gases del refrigerante pueden ser nocivos si se inhalan. Evitar la absorción directa y disponer siempre de ventilación a nivel bajo.*
- *Asegurarse de que toda la alimentación eléctrica esté desconectada y que el equipo en el que se procederá a la recuperación no tenga nada en funcionamiento. Desconectar y dejar cerrada la alimentación con un dispositivo de cierre aprobado.*

- *No exceder nunca el nivel seguro de peso del líquido del cilindro que se basa en el peso neto. La capacidad máxima de todo cilindro en el 80% del peso bruto máximo.*
- *Cuando se mueva un cilindro, utilizar un equipo apropiado dotado de ruedas. Asegurarse de que el cilindro esté firmemente ajustado con correas cuando el equipo es un pequeño carro de mano. NUNCA hacer rodar el cilindro sobre su base o acostado de un lugar a otro.*
- *Utilizar mangueras de calidad superior. Asegurarse de que estén unidas correcta y firmemente. Inspeccionar todas las uniones de mangueras fuertemente.*
- *Las mangueras y los alargues eléctricos presentan el riesgo de que se pueda tropezar con ellos. Prevenir un accidente de este tipo colocando barreras y carteles apropiados.*
- *Ubicar las mangueras donde el riesgo sea mínimo.*
- *Colocar etiquetas en el cilindro o recipiente/contenedor de conformidad con lo que especifica la reglamentación.*
- *Si se trata de un trabajo de regeneración, ponerse en contacto con la planta de regeneración de preferencia para hacer los arreglos necesarios para el transporte.*
- *Asegurarse que todos los cilindros están en condición segura, tapados como corresponde y con la debida identificación.*

²⁸ Fuente: www.minambiente.gov.co/documentos/04Capitulo_4.pdf

3.2 RECICLAJE DE REFRIGERANTES.

“El reciclaje siempre ha sido parte de las prácticas de servicio en refrigeración. Los diversos métodos varían del bombeo del refrigerante hacia un recipiente, con mínima pérdida, hasta la limpieza del refrigerante quemado mediante filtros secadores. Hay dos tipos de equipos en el mercado: el primero se denomina de paso simple y el otro es de pasos múltiples.”²⁹



Fig. 3.11: Equipo de reciclaje

Fuente: www.minambiente.gov.co/documentos/04Capitulo_4.pdf, acceso 2 de abril 2012

Las regulaciones actuales en países con normativas del uso de refrigerantes prohíben la venta del refrigerante recuperado, o usó en un equipo de dueño diferente, a menos que el refrigerante ha sido analizado en un laboratorio y reúna los requisitos de ARI 700 (la última edición) .Como resultado, en la mayoría de los casos, los costos no justifican económicamente el análisis de conformidad a la norma ARI 700 de los gases recuperados. Por lo tanto es una gran idea para hacer una buena limpieza de refrigerante

²⁹ Fuente: www.mundohvacr.com.mx/mundo/2008/07/recuperacion-reciclado-y-regeneracion-de-gas-refrigerante/

que se reutilice en el mismo sistema (u otro sistema del mismo dueño), para aprovechar este gas. Es recomendable usar filtros anti-ácidos de gran capacidad que son económicamente rentables. Se recomienda que los filtros se coloquen en la succión o lado de la entrada de la unidad de la recuperación. Se recomienda también cambiar a menudo el filtro.

“La recuperación de cantidades grandes de refrigerante líquido a veces puede llevar con él cantidades grandes de aceite, si el sistema a recuperar no tiene un separador de aceite adecuado instalado. Si el refrigerante recuperado no va a ser cargado en el mismo sistema, usted podría querer separar el refrigerante del aceite para medir el aceite (para saber cuánto aceite ha sacado del sistema). Sin embargo, los gases refrigerantes recuperados que se envíen para su destrucción a un gestor de estos residuos, no hace falta separar el aceite.”³⁰

“Una de las maneras más simples y efectivas para separar el aceite es poner en la línea de recuperación un tanque de 0,8 a 1,5 litros, con tomas de líquido y de vapor. Conecte el sistema entonces a la toma de líquido del tanque y la salida de vapor del tanque conéctela a la entrada de su máquina de recuperación, la salida de la máquina de recuperación, como siempre, a un segundo tanque de almacenaje para guardar el refrigerante. Si usted encuentra las cantidades grandes de líquido en el primer tanque, usted necesitará poner un calentador de venda (manta calentadora) alrededor del primer tanque para evaporar el líquido y aspirarlo con la recuperadora, despacio para no arrastrar el aceite del fondo.”³⁰

3.2.1 EQUIPOS DE RECICLAJE

3.2.1.1 MÁQUINAS RECICLADORAS DE PASO SIMPLE

“Las máquinas recicladoras de paso simple procesan el refrigerante a través de filtros secadores y/o mediante destilación. En muchos casos la destilación no conviene y la

*separación sería mejor. En este método se pasa de una vez del proceso de reciclaje a la máquina y de ésta al cilindro de depósito. En la figura 3.12 se muestra un sistema típico de paso simple.*³⁰

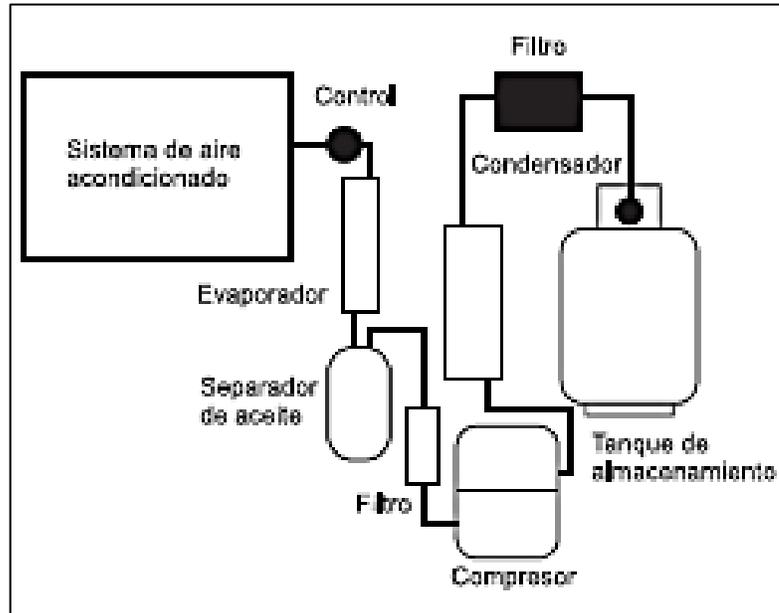


Fig. 3.12: Filtrado de paso simple

Fuente: bravoandres.blogspot.com/, acceso 10 abril 2012

3.2.1.2 MÁQUINAS DE PASOS MÚLTIPLES

Las máquinas de pasos múltiples recirculan el refrigerante recuperado muchas veces a través de filtros secadores. Después de cierto lapso de tiempo o de cierto número de ciclos, el refrigerante se transfiere a un cilindro de almacenamiento. El tiempo no constituye una medida fiable para determinar en qué grado el refrigerante ha sido bien reacondicionado, debido a que el contenido de humedad puede variar. En la figura 3.13 se puede ver un sistema típico de pasos múltiples.

³⁰ Fuente: bravoandres.blogspot.com/

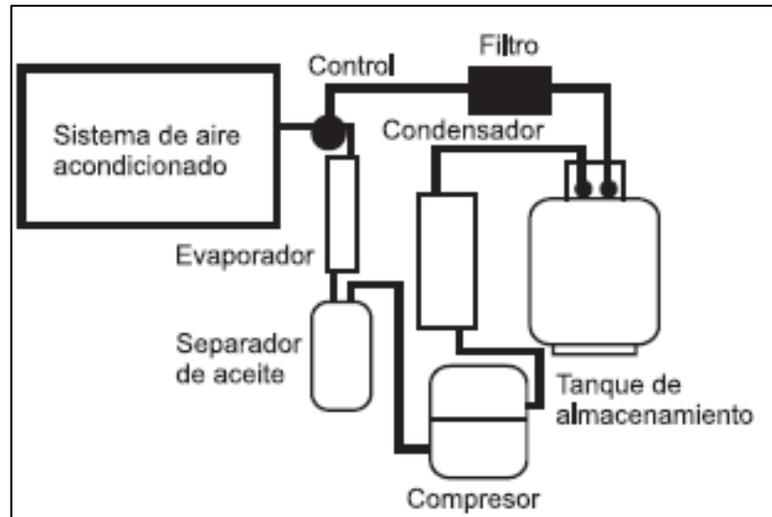


Fig. 3.13: Esquema del filtrado de pasos múltiples.

Fuente: bravoandres.blogspot.com/, acceso 10 de abril 2012

Si el refrigerante es reincorporado, la próxima cuestión a considerar es la condición del refrigerante. Cuando se separa el aceite del refrigerante, la gran parte de los contaminantes están en el mismo. Las máquinas recicladoras de refrigerante utilizan en su mayoría filtros secadores para extraer toda humedad y acidez restantes así como las partículas. En general, se considera aceptable reincorporar este refrigerante al sistema.

El verdadero problema se plantea cuando hay quemadura en el compresor. Esto sucede cuando se produce una falla eléctrica dentro del compresor del sistema de refrigeración y puede deberse a una diversidad de factores. La contaminación del refrigerante en éste caso puede variar entre ligera y grave pero quien causa verdaderos problemas es el aceite.

3.2.2 TECNOLOGÍAS DE REGENERACIÓN

La regeneración consiste en tratar un refrigerante para llevarlo al grado de pureza correspondiente a las especificaciones del refrigerante virgen, todo ello verificado por un análisis químico. A fin de lograr esto, como la máquina que se utilice debe cumplir con la norma ARI 700-93. Todos los fabricantes de refrigerantes así como de equipo recomiendan que el nivel de pureza del refrigerante regenerado sea igual al del refrigerante virgen. El elemento clave de la regeneración es que se efectúe una serie completa de análisis y que el refrigerante sea sometido a reprocesamiento hasta poder satisfacer las especificaciones correspondientes al refrigerante virgen.

Hay muchos tipos diferentes de equipos que pueden lograr el nivel de pureza pero es importante recordar, y esto debe verificarse con los fabricantes del equipo, que el refrigerante regenerado satisfaga las especificaciones correspondientes al refrigerante virgen.

3.2.3 UNIDAD DE REGENERACIÓN

Este tipo de sistema puede describirse como sigue:

- El refrigerante es admitido en el sistema ya sea gaseoso o líquido.
- El refrigerante entra en una gran cámara única de separación donde la velocidad se reduce radicalmente, esto permite que el gas a alta temperatura se eleve. Durante esta fase, los contaminantes (astillas de cobre, carbón, aceite, ácido y otros) caen al fondo del separador para que se extraigan durante la operación de “salida” del aceite.
- El gas destilado pasa al condensador enfriado por aire y cambia a líquido.

- El líquido pasa a la(s) cámara(s) de depósito incorporada(s), donde se le baja la temperatura en aproximadamente unos 56°C (100°F) a una temperatura de subenfriamiento de 3°C a 4°C (38°F a 40°F).
- Un filtro secador reemplazable en el circuito elimina la humedad mientras continúa el proceso de limpieza para eliminar los contaminantes microscópicos.
- Si se enfría el refrigerante, la transferencia puede facilitarse cuando se efectúa a cilindros externos que se encuentran a la temperatura ambiente.

3.3 AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ

Los gases de refrigeración contenidos en los sistemas de aire acondicionado automotriz es uno de los principales componentes destructores de la Capa de Ozono. En Ecuador la mala práctica que consiste en agregar R-12 para completar la recarga de R-134^a es muy común, afectando en gran medida al medio ambiente, siendo más grave aún la recarga total de un sistema de refrigeración con R-12 en sistemas diseñados para circular con R-134^a sin considerar los cambios que requiere el sistema como son la sustitución del lubricante o la compatibilidad de los componentes del sistema

*“Los sistemas de aire acondicionado automotriz están expuestos a fuertes condiciones de trabajo las que describen a continuación:”*³¹

- *Temperaturas muy elevadas alrededor del condensador, el compresor, las mangueras y otros componentes del sistema alojados en el compartimiento en donde va el motor del vehículo.*

³¹Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ

- *Regímenes de marcha del compresor, que dependen de las necesidades de movilidad del automóvil, no de la carga térmica que deba transferir, desde el evaporador al condensador.*
- *Vibraciones producidas por el movimiento del vehículo.*
- *Alto porcentaje del lubricante circulando por el sistema, inherente al tipo de lubricante³ utilizado con R-134a, en un sistema automotriz.*
- *Tipo de transmisión de la potencia mecánica.*

“Los fabricantes han adoptado varias formas de solución para estas condiciones de trabajo, que contemplan una diversidad de controles de operación con miras a mejorar la durabilidad de la instalación. Una de las fallas más frecuentes es la fuga del gas, generalmente paulatina, ya sea a través de porosidades en las mangueras, provocadas por la exposición prolongada a altas temperaturas, conexiones roscadas que se desajustan por efecto de las vibraciones, “O-rings” cuarteados por la temperatura, válvulas de servicio sin sus tapones, por lo que las válvulas Schrade(pivotes) se dañan por efecto de los contaminantes sólidos en el compartimiento del motor, sello mecánico deteriorado, evaporador descompuesto por diversas causas, internas y externas, y otros innumerables desperfectos.”³²

“Otra falla frecuente, de consecuencias graves, es el daño del compresor por falta de lubricante, debido a que éste es arrastrado en exceso por el gas refrigerante hacia el sistema, quedando atorado en el evaporador o en la trampa de succión, debido al empleo empírico de mezclas, cuyas propiedades de miscibilidad con el lubricante son impredecibles. Es necesario entender que mezclar R-12 y R-134a en el sistema, produce como efecto un incremento de las presiones de trabajo que, dependiendo de los porcentajes de estos refrigerantes en la mezcla, llegan a ser tan elevadas como en un

50% y hasta en un 60%, con respecto a las presiones individuales de cualquiera de ellos.”³²

Esto incurre en un riesgo para el técnico y el usuario, puesto que si se somete al sistema a presiones superiores a las que se establecieron como normas de diseño, utilización que establece el fabricante, aumentan la posibilidad de daños a componentes y a la generación de fugas importantes de refrigerantes a la atmósfera.

3.3.1 LOCALIZACIÓN DE FUGAS

“No difieren de los métodos que se utilizan para encontrar fugas en los sistemas de aire acondicionado estático, pero los instrumentos preferidos y los recomendados son el detector electrónico de fugas y el utilizar los trazadores fluorescentes, de hecho existen latas de R-134a con trazador incluido, se carga este gas al sistema y con la lámpara fluorescente se busca la traza para ubicar la fuga.”³³

“Debido a lo complejo de la ubicación de algunos componentes del sistema de AC automotriz, en particular del evaporador, es muy probable que existan sitios en los que no se puede utilizar el método del trazador fluorescente, entonces se puede emplear el detector electrónico, que indica la presencia de átomos de cloro o flúor en el aire que rodea el componente, pero no el sitio exacto de la fuga. Los recursos de las burbujas de jabón o la lámpara de halógeno no son viables de utilizar en lugares de difícil acceso.”³³

³²Fuente:es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ

3.3.2 EQUIPO DE SERVICIO AUTOMOTRIZ

1. Bomba de vacío para sistemas de refrigeración.
2. Máquina recuperadora de gas.
3. Dos cilindros recuperadores de gas.
4. Herramientas de taller mecánico.
5. Juego de manómetros para uso automotriz para HFC.
6. Juego de manómetros para uso automotriz para CFC y HCFC

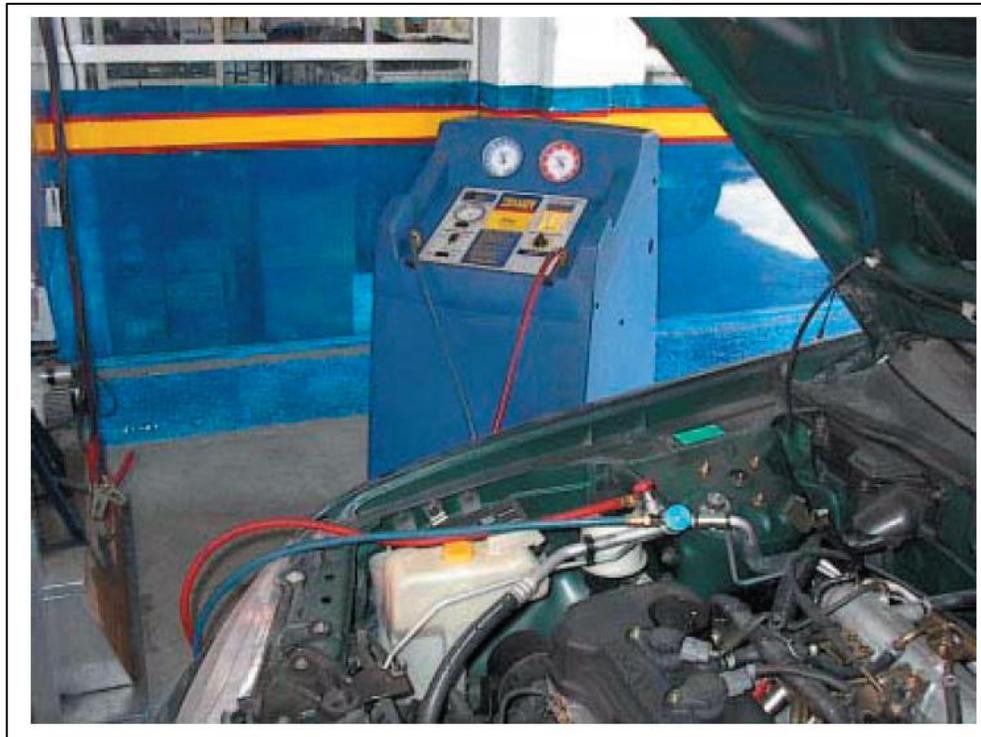


Fig. 3.14: Equipo para servicio de aire acondicionado automotriz

Fuente: app1.semarnat.gob.mx:8080/sissao/.../ManualBuenasPracticas2.pdf, acceso 20 abril 2012

³³Fuente: app1.semarnat.gob.mx:8080/sissao/.../ManualBuenasPracticas2.pdf

CAPÍTULO IV

BUENAS PRÁCTICAS DE REFRIGERACION

4.1 HUMEDAD Y ÁCIDOS

Los sistemas de refrigeración pueden presentar problemas en su funcionamiento debido a la humedad que podría encontrarse dentro de alguna de las partes del sistema, Por parte de los técnicos de refrigeración la humedad es uno de los problemas que más se trata de combatir pues puede entrar fácilmente en un sistema y es difícil de eliminarla.

Dos clases de humedad podrían presentarse en el circuito de refrigeración:

- **Humedad Visible:** se presenta con una gran concentración de agua la cual se aprecia de forma visible a simple vista.
- **Humedad Invisible:** debido a la baja concentración de agua no se puede observarla a simple vista por que generalmente está en forma de vapor, esta concentración de líquido se genera en todo el circuito y es la que habitualmente genera los problemas más comunes.

4.1.1 CONSECUENCIAS DE LA HUMEDAD

Puesto que el agua a bajas temperaturas tiende a congelarse generalmente cuando la humedad es llevada al dispositivo de expansión, el sistema puede tender a obstruirse ya que el refrigerante será el que traslade este hielo a través del sistema causando una restricción o incluso el bloqueo completo del flujo. Este ciclo se repite ya la obstrucción en la válvula de expansión se calienta nuevamente debido a la falta de refrigerante, el hielo se funde y vuelve a la válvula de expansión ocasionando así el mismo problema.

Aparte de este caso de humedad, también se presenta problemas debido a que en la actualidad nuevos lubricantes sintéticos a base de polioléster absorben bastante humedad por ser altamente higroscópicos absorbiendo la humedad con una velocidad mucho mayor a los lubricantes tradicionales.

Otro problema es que la humedad con el refrigerante crea mucha más corrosión. Por ejemplo un refrigerante como el CFC-12 que contiene cloro se hidrolizara más lentamente con el agua y formara ácido clorhídrico. Este ácido aumenta enormemente la corrosión de los metales. Humedad + Refrigerante = Ácido

4.2 CORROSION

La consecuencia directa de la humedad es la corrosión que es la que deteriora en gran medida los componentes del sistema de refrigeración ocasionando efectos posteriores que causan gran daño en las partes metálicas como producto que la mezcla del refrigerante con el agua que como se explicó forma ácido.



Fig. 4.1: Corrosión en elementos de un compresor

Fuente: ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf, acceso 12 de mayo 2012

El proceso de la formación de ácido se acelera gracias al calor que se produce dentro del sistema de refrigeración, este ácido ataca a los materiales metálicos por lo que si los elementos no son de gran resistencia a la corrosión estos con el tiempo se verán afectados es así que el acero tiende a deteriorarse mucho más rápido que metales o aleaciones como son el aluminio, cobre o bronce.



Fig. 4.2: Piedra de filtro saturada de humedad y corrosión del sistema

Fuente: ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf, acceso 12 de mayo 2012

Como se mencionó el aceite a base de poliolester absorbe la humedad con mucha facilidad y si este lubricante es puesto en contacto con la atmosfera la hará en pocos minutos. Caso contrario que este tipo de lubricante son los aceites minerales que no se mezclan con el agua de forma fácil pero debido a que estos vienen deshidratados a entrar en funcionamiento en el sistema pueden absorber la humedad en forma rápida ocasionado posteriormente la formación de ácidos que corroen los metales y contamina el aceite.

A este efecto de la mezcla del ácido con el lubricante se le conoce como “enlodamiento” del aceite en donde se forma glóbulos de ácido muy finos que contaminan el lubricante reduciendo su capacidad de lubricación. Este lodo puede presentarse de diversas formas como son: líquidos fangosos, polvos finos, sólidos granulosos o sólidos pegajosos que

ocasionan problemas como taponamiento de filtro, válvulas y deterioro de elementos por corrosión.

Por lo tanto se concluye que esta humedad debe ser eliminada de todo el sistema para evitar daños y para esto el método más conveniente es el uso de una bomba de vacío apropiada por ejemplo para un sistema que utiliza a base poliolester el nivel de vacío debe estar alrededor de los 250 micrones y de 500 micrones para los sistemas que contengan lubricantes minerales o sintéticos a base de alquilbenceno. Este nivel de vacío debe mantenerse durante 10 minutos sin la ayuda de una bomba de vacío.

4.3 SÍNTOMAS DE LA PRESENCIA DE HUMEDAD EN EL SISTEMA

Esta humedad presente en el sistema aparte de dañar el aceite y corroer los elementos ocasionara que el compresor sufra un sobrecalentamiento y se quemé. Generalmente esta humedad contamina el sistema cuando existen fugas o cuando se realizan prácticas inadecuadas de mantenimiento.

“La humedad forma hielo en el dispositivo de control de refrigerante. Esto sucede en el punto en que se está expandiendo en el evaporador. La formación de hielo cierra la abertura, bloqueando el flujo hacia el evaporador. Esta condición puede reconocerse por varias observaciones:”³⁴

- *“El sistema se descongelará completamente. Seguidamente, dado que la formación de hielo que causó el bloqueo ha desaparecido, la unidad volverá a trabajar correctamente. Pero solo por un rato antes de que se forme nuevamente el hielo en el control de refrigerante.”³⁴*
- *“Otro síntoma es la disminución de presión. El manómetro de presión de succión muestra una disminución constante en el transcurso de varias horas llegando*

*incluso hasta el vacío completo. Seguidamente, la presión vuelve a ser normal repentinamente. Este ciclo anormal continuara repitiéndose”.*³⁴

- *“Si durante el cierre del sistema, se calienta el dispositivo de control de refrigerante con un calentador de resistencia, una almohadilla caliente o un bulbo de calor radiante, el hielo se fundirá. Si el sistema comienza entonces a funcionar correctamente, es signo seguro de que hay humedad en el refrigerante.”*³⁴

4.4 PURGA DE LOS SISTEMAS

Es un proceso fundamental para el correcto funcionamiento del sistema de refrigeración en la cual se trata de extraer el aire, los vapores suciedad y la humedad que se encuentra circulando al interior del sistema. Se recomienda que para una purga total del sistema se use un gas neutro como el nitrógeno el cual forzara hacia afuera el aire y los vapores que hay que eliminar.

4.5 VACÍO EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.

Ya se mencionó que el refrigerante tiende a incorporar dentro de su estructura la humedad con mucha facilidad introduciéndolo en el sistema y para entender cómo se comporta el agua y como hay que secar un sistema, debe comprenderse la siguiente ley natural:

*“El punto de ebullición del agua varía según la presión. En unidades de ingeniería, las presiones están expresadas en libras por pulgada cuadrada absoluta (psi). La presión atmosférica normal es de 14,7 psi. Pero por razones prácticas de ingeniería, los manómetros a menudo se calibran a 0 psi libras por pulgada cuadrada manométrica para la indicar la presión atmosférica.”*³⁴

³⁴ Fuente: ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf

“Las presiones inferiores a la atmosférica se denominan vacíos parciales. El 0 en la escala absoluta de presiones corresponde a una presión que no puede reducirse más. Un vacío perfecto es de 0 micrones. El micrón se utiliza para medir vacíos cercanos al vacío absoluto. Es también importante que se comprenda la relación entre la presión absoluta y la manométrica cuando se procede a la extracción del fluido del sistema (procedimiento de vacío). Los manómetros están calibrados normalmente de manera que el 0 corresponda a la presión atmosférica.”³⁵”

Para realizar la evacuación de elementos contaminantes del sistema es necesaria la utilización de un manómetro especial para controlar la cantidad de vacío en el sistema, estos instrumentos son conocidos con Vacuómetro y se encuentran disponibles en la industria.



Fig. 4.3: Vacuómetro digital

Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ, acceso 25 de mayo 2012

³⁵Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ

“Dependiendo del tipo de sistema y del lubricante que contiene el compresor se deberá trabajar realizando la operación de vaciado según las especificaciones del fabricante cuando se de mantenimiento al equipo por ejemplo si el sistema contiene aceite mineral o alquilbenceno se debe alcanzar los 500 micrones de vacío para asegurar que el nivel de humedad no afecte la operación del equipo. Si el sistema contiene aceite sintético a base de Poliolester el vacío que se debe alcanzar es de 250 micrones.”³⁶

4.5.1 VACÍO CON EL COMPRESOR DEL SISTEMA

“Una forma inadecuada que utiliza muchos técnicos de refrigeración es el utilizar el compresor del sistema para realizar el vacío al sistema, ya que no saben que este procedimiento puede dañar definitivamente su compresor y no se va a alcanzar el nivel de vacío correcto debido a que los compresores no son equipos diseñados para hacer este trabajo. En compresores herméticos y semiherméticos es muy probable que el aislante se dañe ya que una de las características de estos compresores es que el refrigerante es el medio de enfriamiento, si se ponen a trabajar estos equipos sin su medio de enfriamiento, los devanados o bobinas del motor se calientan y se daña todo el equipo.”³⁶

4.5.2 BOMBA DE VACÍO

“Las características que debe presentar una buena bomba de vacío para evacuar debidamente el sistema son:”³⁶

- *Poseer un régimen de flujo apropiado para el tipo de sistema a evacuar.”*
- *Ser de dos etapas.*
- *Poseer una eficiencia de bombeo alta.*
- *Tener un regulador de gas para eliminar la condensación de vapor dentro de la entrada de la bomba y el filtro de escape.*

La bomba de vacío con la que se trabaja debe estar acorde con el tipo de sistema que se trabaja teniendo presente que la altura sobre el nivel del mar es un factor determinante que establecerá el tiempo y la eficiencia del proceso de vacío. Como se mencionó el proceso de vacío de un sistema debe medirse con un vacuómetro que es el instrumento que nos ayuda a saber exactamente el nivel que tenemos de vacío en el sistema.



Fig. 4.4: Bombas de vacío con diferentes caudales de flujo.

Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ, acceso 25 de mayo 2012

“Para saber si la bomba de vacío que se está utilizando es la bomba apropiada se debe seguir una regla muy sencilla, los principales fabricantes de bombas de vacío mencionan que una bomba de 1 c.f.m. (cubicfoot/minute) es capaz de hacer un buen vacío a un equipo con capacidad hasta de 7 toneladas de refrigeración.

Así que si se tiene un sistema de 40 toneladas de refrigeración se requerirá una bomba de: $40 / 7 = 5.71 \gg 6$ c.f.m. de capacidad.”³⁶

4.5.3 PROCESO DEL VACÍO

“Un sistema de refrigeración debe contener únicamente el refrigerante en estado líquido o gaseoso junto con aceite seco. Todos los vapores, gases y fluidos deben ser eliminados. Estas sustancias generalmente son eliminadas conectando el sistema a una

³⁶Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ

bomba de vacío y permitiendo que la bomba funcione continuamente hasta llegar a un vacío profundo en el sistema. A veces es necesario calentar las partes a 49 grados Celsius mientras se está haciendo el vacío profundo; a fin de eliminar toda la humedad indeseable, caliente las partes utilizando aire caliente, lámparas para calentar o agua caliente.”³⁷

“Evacue el sistema siempre que éste sea abierto para un servicio o como cuando pase lo siguiente:”³⁷

- Al remplazar un compresor, condensador, secador, evaporador, etc.
- Cuando el sistema no tiene refrigerante.
- Cuando el refrigerante está contaminado.
- Cuando se carga lubricante.

4.6 COMO EVACUAR UN SISTEMA

“Existen varios procesos para llegar al vacío que requiere un sistema, iniciaremos con el proceso más sencillo que es el del vacío directo conectando la bomba de vacío hasta llegar a la cantidad de micrones requerida según el tipo de lubricante que tengo en el sistema. Esto es alcanzar los 500 micrones si el sistema contiene lubricante alquilbenceno y/o mineral. O alcanzar los 250 micrones si el sistema contiene un lubricante sintético a base de poliolester. Se puede hacer un proceso de vacío más estricto que involucra un tiempo adicional pero es más seguro y es especialmente adecuado en sistemas grandes. Como sigue:”³⁷

- *“Como primer paso podemos hacer un arrastre de nitrógeno seco en el sistema, esto va a permitir que gran parte de la humedad que se encuentra en el sistema pueda ser*

³⁷ Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ

absorbida por el nitrógeno. Es muy importante asegurarse de utilizar un regulador de presión para el manejo de este tipo de gas (ver Fig. 4.6).”³⁷

- “Presurizar el sistema con nitrógeno (N₂). Verificar si hay fugas y mantener la presión durante un lapso y ver si el manómetro indica un cambio.”³⁷
- “Cuando se constate que el sistema no tiene fugas eliminar el N₂. Conectar una bomba de vacío adecuada tanto del lado de aspiración como del lado de descarga del compresor. Abrir todas las válvulas, al igual que las válvulas solenoides. Utilizar un múltiple de manómetros y vacuómetro. Dar tiempo para la difusión del vapor de agua y de aire.”³⁷
- “También es importante que se caliente el sistema para hacer que la humedad sea removida con mayor facilidad. En la figura 4.5 se puede observar un arreglo de un sistema para realizar el vacío.”³⁷

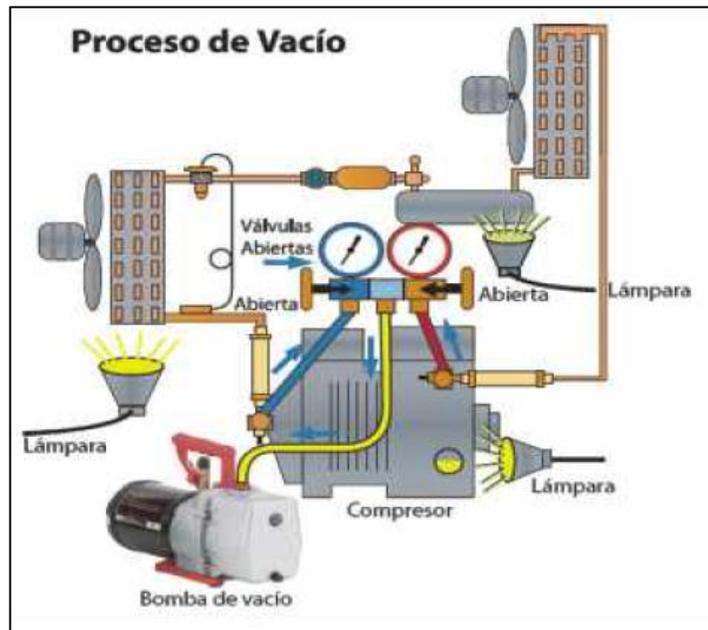


Fig. 4.5: Diagrama típico de cómo realizar el vacío en un sistema

Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ

“Cuando se haya logrado un vacío satisfactorio (500 micrones) detener la bomba y dejarla por algún tiempo (media hora) para ver si la aguja se mueve hacia el lado de presión atmosférica. Si sucede esto, podría deberse a dos razones; o bien hay una fuga,

o bien hay todavía humedad en el sistema. Si la presión (vacío) se mantiene considerablemente pareja durante el mismo lapso de tiempo, el circuito esta evacuado correctamente y está seco y libre de fugas. Ahora puede empezarse a cargar el refrigerante rompiendo el vacío, ya sea directamente hacia el lado del líquido de alta presión, o hacia el lado de la aspiración cuando el compresor no esté funcionando³⁸.”

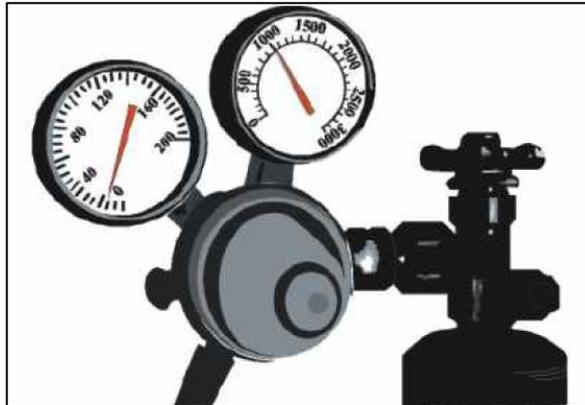


Fig. 4.6: Regulador de nitrógeno.

Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ, acceso 28 de mayo 2012

4.7 ACEITE EN EL SISTEMA

Un compresor de un sistema de refrigeración utiliza un tipo de aceite especial, además el tipo de aceite que utiliza el compresor viene indicado sobre una placa la cual proporciona datos relativos al aceite y es las condiciones de funcionamiento. Es recomendable utilizar la marca que recomienda el fabricante teniendo presente que la mezcla de diferentes aceites podría producir problemas. No se debe utilizar aceites para motor en los compresores que funcionan con CFC-12 o HCFC-22.

El aceite utilizado absorbe humedad del aire y también provoca corrección en el compresor, especialmente en los compresores de amoníaco. El aceite se debe almacenar

³⁸Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ

en un lugar libre de humedad en recipientes cerrados herméticamente usándose únicamente envases secos.

4.7.1 CAMBIO DE ACEITE

No hay modo de determinar el aceite de la mayoría de los compresores herméticos soldados. Este tipo de compresor está destinado principalmente a su instalación en sistemas diseñados, armados y cargados en fábricas en que la carga de aceite puede medirse con precisión en el sistema en el momento del montaje original. En caso de fuga, si la cantidad de aceite perdida es pequeño y puede calcularse razonablemente, esta cantidad debe añadirse al compresor pero si existe una pérdida importante de aceite, el técnico de servicio debe retirar el compresor, purgar el aceite y añadir la medida correcta de carga antes de volver a colocar el compresor.

“Los compresores semiherméticos y de tipo abierto están equipados normalmente con mirillas de cárter, el nivel de aceite debe mantenerse por encima, o ligeramente por encima del centro de la mirilla mientras está funcionando. Un nivel de aceite anormalmente bajo puede resultar en una pérdida de lubricación, mientras que un nivel de aceite excesivamente elevado puede resultar en un empaste de aceite y posibles daños a las válvulas de compresor o una excesiva circulación de aceite. El nivel de aceite puede variar considerablemente en la puesta inicial en marcha si hay refrigerante líquido presente en el cárter y debe verificar el nivel de aceite con el compresor en marcha después de haber llegado a una condición estabilizada.”³⁹

4.7.2 COMO RECARGAR EL ACEITE DE UN COMPRESOR HERMÉTICO

“Para recargar una cantidad determinada de aceite, el compresor debe retirarse del sistema y el aceite debe extraerse de la línea de aspiración inclinando el compresor. La

³⁹Fuente:es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ

cantidad exacta de aceite debe de saberse claramente antes de comenzar la recarga verifíquese el manual de instrucción para la recarga completa.”⁴⁰

“Para evitar que haya demasiada mezcla de refrigerante en el aceite y evitar la emisión de refrigerante podría instalarse un calentador de aceite. Después de haberse reinstalado el compresor, el sistema debe ser evacuado entonces mediante una válvula de acceso o el tubo de proceso antes de recargarlo con el refrigerante y hacerlo funcionar. No utilizar nunca aceite de botellas o tambores que han quedado abiertos.”⁴⁰

4.7.3 COMO AGREGAR ACEITE A UN COMPRESOR SEMIHERMETICO O ABIERTO

4.7.3.1 MÉTODO DEL SISTEMA ABIERTO

“Si el compresor está equipado con un orificio para rellenado de aceite en el cárter, el medio más simple e añadir aceite es aislar el cárter del compresor y verter, o bombear en el mismo la cantidad exacta de aceite. Si el sistema no contiene ningún refrigerante o si el compresor está abierto para reparaciones no hace falta ninguna precaución especial aparte de las medidas normales de mantener el aceite limpio y seco, dado que el sistema debe evacuarse antes de hacerlo funcionar. Si el compresor contiene una carga de refrigerante cerrar la válvula de aspiración del compresor y reducir la presión del cárter a aproximadamente uno o dos Psi. De tener el compresor y cerrar su válvula de descarga.”⁴⁰

4.7.3.2 MÉTODO DE LA BOMBA DE ACEITE

“Muchos técnicos de servicio o bien ya han fabricado o bien ya han comprado una pequeña bomba de aceite para añadir aceite a los compresores. La bomba es muy similar a un pequeño inflador de bicicleta y permite añadir aceite a un compresor en

⁴⁰ Fuente:es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ

funcionamiento a través del punto de acceso de servicio en caso de necesidad o puede utilizarse para añadir aceite directamente al cárter cuando el espacio no pueda permitir una alimentación por gravedad cuando el compresor está funcionando, la válvula de verificación de la bomba impide la pérdida de refrigerante permitido al mismo tiempo que el técnico de servicio desarrolle suficiente presión para superar la presión de aspiración en marcha y añadir aceite según la necesidad. En caso de emergencia en que no se disponga de bomba de aceite y que no se pueda tener acceso al compresor el aceite puede introducirse en el compresor a través de la válvula de servicio de aspiración.»⁴¹

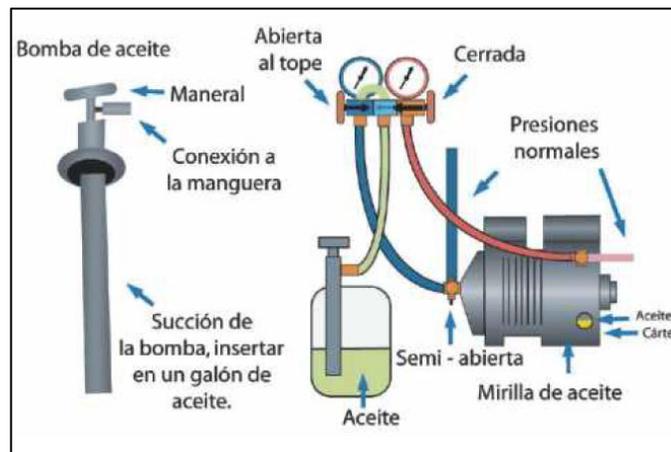


Fig. 4.7: Esquema de cómo se debe utilizar la bomba de aceite.

Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ, acceso 29 de mayo 2012

4.8 CONTAMINACIÓN

Todo es sistema de refrigeración debe siempre estar libre de elementos extraños como polvo o corrosión y estar rigurosamente limpio en todo tiempo. Las partículas extrañas podrían ocasionar desperfectos permanentes y daños a los elementos metálicos internos. Los elementos del sistema de refrigeración son ensamblados con procedimientos

⁴¹ Fuente: ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf

metódicos de absoluta limpieza en salas de montajes climatizadas. La contaminación con de aire, polvo o elementos extraños cuando se desconectan tubos, válvulas pueden generar serios problemas y posteriores reparaciones costosas.

4.9 MANTENIMIENTO

El mantenimiento de un sistema de refrigeración es fundamental para prolongar la vida útil del mismo y evitar problemas futuros que resultan en reparaciones costosas. El sistema debe inspeccionarse y mantenerse de manera regular y minuciosa. Al momento de realizar la transferencia de refrigerante o aceite se debe tener cuidado con la descarga a la atmosfera del estos. La frecuencia con la que se realiza el mantenimiento depende de varios factores como el uso del sistema y las condiciones en las que trabaja. Toda fuga detectada debe ser reparada inmediatamente, en cual la sección correspondiente al sistema debe aislarse, y el refrigerante que contiene esta última debe transferirse dentro del sistema o a un recipiente del servicio para refrigerante. Se debe verificar de la debida función y del reglaje correcto de los controles y dispositivos de seguridad. Las tareas completas de mantenimiento se explican en este capítulo, por aplicaciones.

4.9.1 DETECCIÓN DE FUGAS

“Cuando se sospeche que un sistema tiene fugas, debe verificarse la totalidad del mismo marcándose las fugas constatadas para su rectificación, nunca debe suponerse que un sistema tiene una sola fuga. Cabe notar que las lámparas de halón tradicionales no pueden utilizarse con los HFCs como por ejemplo, el R-134a, por cuanto exigen la presencia de cloro para producir una llama de color. La detección puede efectuarse electrónicamente. Muchos sensores utilizan el diodo calentado o descarga de corona como método de detección. Estos sensores han sido ajustados para medir el contenido de cloro. Con la introducción de los HFC a base de flúor, el cloro ha sido eliminado por completo. Hacen falta aproximadamente 120 partes de flúor para igualar a una parte de

*cloro. Por consiguiente es necesaria mucha amplificación para producir una señal de alarma fiable.*⁴²

4.9.2 FUGAS DE REFRIGERANTE

*“El refrigerante en un sistema de refrigeración nunca se consume totalmente. Si se ha determinado que la cantidad de refrigerante en un sistema está bajo debe verificarse si el sistema tiene fugas seguidamente repararlo y recargarlo. Hay varios problemas que pueden plantearse en un sistema de aire acondicionado que tendrían los mismos síntomas que una fuga de refrigerante. Por ejemplo, el ventilador, el compresor y diversos mandos podrían estar funcionando pero el sistema no enfría, determinense siempre las posibilidades antes de proceder a la recarga de refrigerante. Una carga de refrigerante que ha disminuido es probable de fugas. Agregar refrigerantes sin localizar primero las fugas y subsanarlas constituye una solución temporaria, costosa e incorrecta desde el punto de vista ambiental.”*⁴³

*“Agregar refrigerante no rectificará de manera permanente la dificultad. Hay que tratar de determinar donde se produce la fuga antes de recuperar refrigerante para evitar contaminar el aire circundante con el refrigerante de un sistema recientemente abierto. La presencia de aceite alrededor de una junta de la tubería indica habitualmente que hay fugas pero no hay que considerar es un factor determinante. Verifique siempre el área con un detector de fugas”.*⁴³

4.9.3 LAS CAUSAS DE LAS FUGAS

“Toda fuga de refrigerante es provocada por una falla del material que constituye el sistema de refrigeración. El mecanismo que crea la falla de material es atribuible

⁴²ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf

⁴³ Fuente:es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ

normalmente a uno o más de los siguientes factores los cuales influyen en el funcionamiento del sistema.”⁴⁴

- *“VIBRACIÓN- La vibración es un factor importante en la falla de material y es responsable del endurecimiento del cobre, la desalineación de las selladuras, el aflojamiento de los pernos que se afirman en los rebordes, etc.”⁴⁴*
- *“CAMBIOS DE PRESIÓN- Los sistemas de refrigeración dependen de los cambios de presión para su funcionamiento. El régimen del cambio de presión tiene diferentes efectos sobre los diversos componentes del sistema lo cual resulta en esfuerzos del material y una expansión y contracción diferencial del mismo.”⁴⁴*
- *“CAMBIOS DE TEMPERATURA- Los sistemas de refrigeración constan frecuentemente de materiales diferentes de diferente espesor. Los rápidos cambios de temperatura resultan en esfuerzos del material y una expansión y contracción diferencial del mismo.”⁴⁴*
- *“DESGASTE POR FRICCIÓN- Hay muchos casos de desgaste por fricción que provocan falla del material y pueden deberse tanto como a un trabajo al hecho en la tubería fija como a las empaquetaduras de los tubos.”⁴⁴*
- *“SELECCIÓN INCORRECTA DE MATERIAL- En varios casos se han seleccionados varios materiales que son inapropiados; por ejemplo, ciertos tipos de mangueras flexibles adolecen de una incidencia de fugas conocida y se han utilizado materiales que se sabe que fallan en determinadas condiciones de vibración, presión y cambios de temperatura.”⁴⁴*
- *“CONTROL DE CALIDAD MALO- A menos que los materiales utilizados en el sistema de refrigeración sean de una norma elevada y constantes los cambios de la vibración, presión y temperatura provocaran fallas.”⁴⁴*

- *“ACCIDENTES- Esto se produce raramente pero hay que tener cuidado de proteger de accidentes a los sistemas presurizados.”⁴⁴*

Las principales causas de fuga de refrigerante han sido detalladas arriba, pero las tres causas más comunes son:

- Vibración
- Cambio de temperatura
- Cambio de presión

Como todas estas características están presentes en los sistemas de refrigeración, la posibilidad de fugas de refrigerante debidas a falla del material está siempre presente. La fuente más probable de fugas es una junta mecánica donde se unen invariablemente elementos con materiales diferentes.

4.9.4 LÁMPARA DE HALÓN

“La detección de fugas más ampliamente utilizada para el servicio del terreno es la lámpara de halón consiste en un en un pequeño tanque portátil de propano o gas de petróleo líquido, una manguera de inspección y un quemador especial que contiene un elemento de cobre. El gas alimenta una pequeña llama en el quemador, provocando un pequeño vacío en la manguera husmeadora. Cuando la manguera pasa cerca de una fuga, el refrigerante es absorbido por la manguera y se inyecta en el quemador que está debajo del elemento de cobre. Una pequeña cantidad de refrigerante que se queme en presencia del cobre tendrá un color verde brillante. Una cantidad mayor se quemara con una llama de color violeta. Al verificar fugas con la lámpara observe siempre la

⁴⁴ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf

*llama para ver si existe el menos cambio de color. Debido a su baja sensibilidad ya no se recomienda su utilización.*⁴⁵

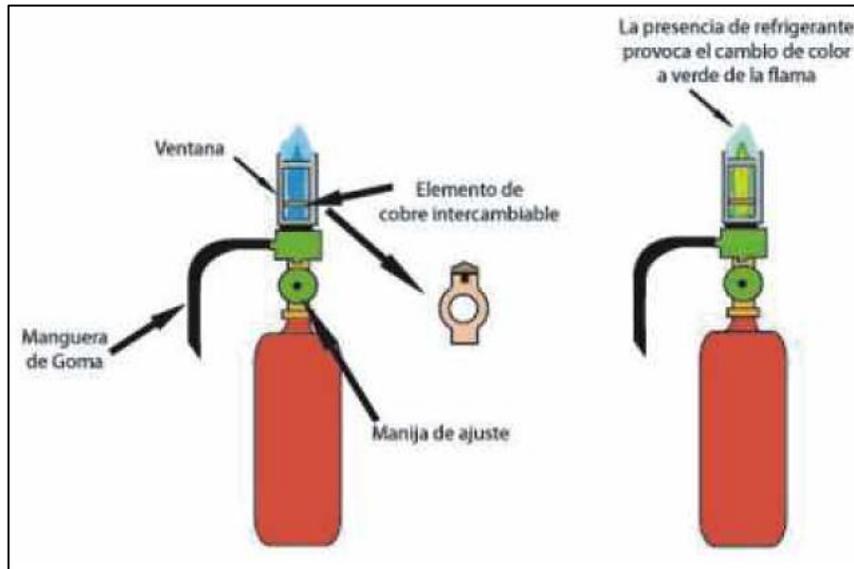


Fig. 4.8: Lámpara de Halón

Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ, acceso 2 de junio 2012

4.9.5 JABÓN

*“El método más simple y más antiguo de detección de fugas es la utilización de burbujas de jabón. Moje con jabón líquido o detergente el punto donde se sospecha que haya fugas y si las hay aparecerán burbujas. A pesar de su simplicidad el método de la burbuja de jabón puede ser sumamente útil para determinar una fuga que sea difícil de localizar.*⁴⁵

⁴⁵ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf

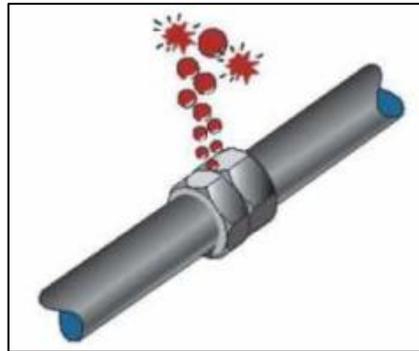


Fig. 4.9: Detección de fugas por método de espuma de jabón

Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ, acceso 2 de junio 2012

4.9.6 DETECCIÓN ELECTRÓNICA

“El detector de fugas electrónico es el tipo más sensible disponible. Los hay de costo razonable y puede detectar diversas fugas de una fracción de 100 ppm, +/- 5ppm, que a menudo escapan a la detección con otros métodos. Debido a su extrema sensibilidad los detectores electrónicos pueden utilizarse únicamente en una atmósfera limpia no contaminada por vapor de refrigerante ni humo, ni vapor de tetracloruro de carbono ni otros disolventes que puedan dar una reacción falsa.”⁴⁶



Fig.4.10: Detectores electrónicos de fugas

Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ, acceso 2 de junio 2012

⁴⁶ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf

4.9.7 LÁMPARA DE RAYOS ULTRAVIOLETA

“El método de la fluorescencia ultravioleta detecta el material (tinte trazador) que se agrega al aceite lubricante. Algunos aceites lubricantes están siempre mezclados con el refrigerante y cuando la lámpara ultravioleta apunta hacia el sistema donde hay una fuga, la traza que está escapando brillará. La detección de fugas por fluorescencia mediante rayos ultravioleta revela la fuente exacta de las fugas de refrigerante, este tipo de equipo de verificación de fugas de refrigerante se utiliza únicamente en sistemas con aceite mineral y aceites a base de esteres. No se recomienda a la luz directa del sol en la sala donde se está llevando a cabo la verificación de fugas.”⁴⁷



Fig. 4.11: Detección de fugas de amoníaco (NH₃)

Fuente: es.scribd.com/doc/.../77/AIRE-ACONDICIONADO-AUTOMOTRIZ, acceso 2 de junio 2012

⁴⁷ozono.seam.gov.py/attachments/article/127/manual_bp_py.pdf

CAPITULO V

NORMATIVAS PARA EL USO, MANEJO, Y RECICLAJE DE REFRIGERANTES

La regulación de uso, manejo y reciclaje de fluidos refrigerantes es de vital importancia para reducir el impacto ambiental que estos fluidos generan acabando con la capa de ozono y trayendo otras consecuencias para el medio ambiente.

De esta manera se han establecido normativas que controlan y regulan todos los procesos que tienen que ver con refrigerantes.

5.1 NORMATIVAS INTERNACIONALES DE REGULACION DE REFRIGERANTES (PROTOCOLO DE MONTREAL)

A principios de los años setenta surgió la preocupación por la destrucción de la capa de ozono originada por gases de efecto invernadero, clorofluorocarbonos y sustancias de origen antropogénico, las cuales fueron anunciadas por los científicos de esa época.

Esta destrucción del ozono ocasiono que se infiltraran los rayos ultravioletas de una manera directa que empezó a ocasionar problemas en los ecosistemas de los océanos, la productividad agrícola y la vida animal. En los seres humanos empezó a ocasionar enfermedades en la piel como es el cáncer, además problemas oculares como cataratas y debilitamiento del sistema inmunológico.

Ya que los problemas ambientales empezaron se empezaron a profundizar, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) convocó en Marzo de 1977 a una conferencia para tratar de adoptar una medida y un Plan de Acción Mundial sobre la Capa de Ozono y estableció un Comité de Coordinación para elaborar guías internacionales de acciones futuras.

5.1.1 EL CONVENIO DE VIENA

“En Marzo de 1985 se adoptó el Convenio de Viena, en el cual las Naciones convinieron adoptar medidas apropiadas para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos resultantes o que puedan resultar de las actividades humanas que modifiquen o puedan modificar la Capa de Ozono”. Este convenio internacional prevé la existencia de la Secretaría del Ozono (encargada de la aplicación del mismo), así como de un órgano denominado “Conferencia de las Partes”, el cual tiene dentro de sus facultades, el examen de la aplicación de dicho Convenio. En el convenio se indican los “productos químicos que se deben vigilar”. El principal cometido del Convenio es alentar la investigación, la cooperación entre los países y el intercambio de información. No obstante por primera vez se convino hacer frente a un problema ambiental mundial antes de que sus efectos se hiciesen patentes, o se demostrasen científicamente, (principio precautorio).”⁴⁸

5.1.2 EL PROTOCOLO DE MONTREAL

“En setiembre de 1987, los esfuerzos de negociación para desarrollar obligaciones vinculantes condujo a la adopción del Protocolo de Montreal sobre las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, el que entró en vigor el 1° de Enero de 1989. El Protocolo de Montreal tuvo por objeto establecer los mecanismos que los signatarios del Convenio de Viena debían implementar, para limitar la producción y el consumo de las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono con mayor importancia, desde el punto de vista comercial y ambiental. Al igual que el Convenio de Viena, el Protocolo de Montreal ha alcanzado la ratificación universal.”⁴⁸

“En el Protocolo de Montreal introdujeron medidas de control para cinco clases de clorofluorocarbonos y para tres clases de Alones en países desarrollados. Los países en

⁴⁸www.pnuma.org/ozono/.../DiaOzono/tratados%20internacionales%20...

desarrollo operan con el amparo del Artículo 5 del Protocolo el cual les otorga un tiempo determinado para permitirles el uso de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono antes de adquirir compromisos.”⁴⁹

El Protocolo de Montreal lista y establece categorías entre las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono según su grado de incidencia en el problema; diferencia dos grandes grupos de países con distintas responsabilidades, lo cual se traduce en cronogramas distintos de eliminación gradual de las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono para cada uno de ellos. Establece además mecanismos para el reporte de datos de consumo de las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono y prohíbe el comercio de dichas sustancias con los Estados que no son Parte.”⁴⁹

5.1.3 ARTÍCULOS RELEVANTES DEL PROTOCOLO DE MONTREAL

“Para efectos de una mejor comprensión del funcionamiento del Protocolo de Montreal es importante precisar las siguientes definiciones:”⁴⁹

PRODUCCIÓN: cantidad de Sustancias Agotadoras del Ozono que se generan en el país, menos la cantidad de las mismas destruidas y las utilizadas como materia prima.

IMPORTACIÓN: cantidad de Sustancias Agotadoras del Ozono que en el país ingresan a través de sus fronteras.

EXPORTACIÓN: cantidad de Sustancias Agotadoras del Ozono que el país despacha fuera del país, a través de sus fronteras.

CONSUMO: cantidad que deriva de los anteriores parámetros, ya que difícilmente se podría medir el consumo “real” de un país. Por lo anterior, el Protocolo prevé una

⁴⁹ www.pnuma.org/ozono/.../DiaOzono/tratados%20internacionales%20...

fórmula para el cálculo del mismo, la cual corresponderá a la producción más las importaciones menos las exportaciones del país de que se trate.”

NIVEL DE BASE: se refiere a la cantidad de sustancia producida o consumida en un período de tiempo determinado, o bien en un año en específico. A partir de esta cantidad de sustancia se calculan las disminuciones graduales de la misma para los años subsiguientes.

FECHA DE CONGELACIÓN: Es la fecha a partir de la cual un país no debe seguir incrementando la producción o el consumo de Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, con respecto al nivel de base, sino que deberá iniciar la reducción del mismo conforme a los plazos establecidos en el cronograma que le corresponda.

PORCENTAJES DE REDUCCIÓN: Son los porcentajes que se establecen para la reducción gradual con respecto al nivel de base que en un determinado período de años debe alcanzar cada país.

FECHAS DE ELIMINACIÓN: Es la fecha en la cual el país no podrá consumir ni producir la sustancia.

“A continuación se encuentra un breve sumario de lo contenido en los Artículos más sustantivos del Protocolo y sus Enmiendas y que son lo mayor importancia para este estudio.”⁵⁰

“El Artículo 2 determina el cronograma de eliminación de las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono a seguir por los países desarrollados, mientras que en el Artículo 5 se encuentra el correspondiente cronograma de eliminación para los países en desarrollo.”

⁵⁰ www.pnuma.org/ozono/.../DiaOzono/tratados%20internacionales%20...

“El Artículo 4 presenta las medidas de restricción del comercio de Sustancias que Agotan la Capa de Ozono con los Estados que no son Partes.”

“El Artículo 6 dispone que las medidas de control del Protocolo deberán evaluarse por lo menos cada cuatro años (a partir de 1990), teniendo en cuenta el examen y evaluación de la más reciente información sobre los aspectos científicos, ambientales, técnicos y económicos del agotamiento de la Capa de Ozono.”

“El Artículo 7 establece el mandato a las Partes sobre la presentación de reportes anuales y de la línea de base del consumo de Sustancias que Agotan la Capa de Ozono.”

“El Artículo 8 establece los procedimientos para las situaciones de incumplimiento.”

“El Artículo 10 se refiere al Mecanismo Financiero.”

“El Artículo 11 describe las Reuniones de las Partes.”

En los Anexos se encuentran las listas de las Sustancias Controladas con su correspondiente Potencial de Agotamiento del Ozono.

“El Artículo 5 del Protocolo también establece las condiciones para determinar si un país puede o no operar al amparo del Artículo 5: “...toda Parte que sea un país en desarrollo y cuyo nivel calculado de consumo anual de las Sustancias Controladas que figuran en el anexo A sea inferior a 0,3 kg per cápita... y... un nivel calculado de consumo anual de las Sustancias Controladas que figuran en el anexo B de 0,2 kg per cápita.”

Las principales consecuencias para un país que se encuentra operando al amparo del Artículo 5 son: el trato diferenciado para el cronograma de eliminación de las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono y el acceso al mecanismo financiero para

facilitar la adopción de productos alternativos a las Sustancias Controladas y las tecnologías conexas.”⁵¹

*“El principal objetivo del mecanismo financiero (Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal) es asistir a los países que operan al amparo del Artículo 5 para cumplir las medidas de control que les corresponden. Las contribuciones de los países donantes a dicho Fondo se calculan en base a las escalas de contribuciones de Naciones Unidas. Actualmente, 143 de las 189 Partes del Protocolo se encuentran dentro de la categoría de beneficiarios del Fondo Multilateral, para los cuales se han aprobado 143 Programas de País, y se han financiado el establecimiento y los costos de operación de las Unidades Nacionales de Ozono en 143 países en desarrollo.”*⁵¹

“Los recursos del Fondo Multilateral se han cubierto siete veces:”

US \$240 millones (1991-1993)

US \$455 millones (1994-1996)

US \$466 millones (1997-1999)

US \$440 millones (2000-2002)

US \$474 millones (2003-2005)

US \$400.4 millones (2006-2008)

US \$400.4 millones (2009-2011)

*“El presupuesto total para el trienio 2009-2011 es US \$490 millones: 73,9 millones de dólares de ese presupuesto proviene del saldo del trienio 2006-2008 y 16,1 millones de dólares de los Estados Unidos de intereses generados durante el trienio 2009-2011.”*⁵²

⁵¹www.pnuma.org/ozono/.../DiaOzono/tratados%20internacionales%20...

5.1.4 SUSTANCIAS CONTROLADAS POR EL PROTOCOLO DE MONTREAL

“El protocolo de Montreal está encargado de controlar sustancias químicas que son de fabricación humana en las cuales se encuentran los clorofluorocarbonos (CFC), los Halones (BFC), el tetracloruro de carbono, el metilcloroformo, los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), los Halones (HBFC) y el bromuro de metilo. Estas sustancias destruyen el ozono estratosférico, son sumamente estables en la parte baja de la atmósfera, insolubles en agua y resistentes a la fragmentación física y biológica, y contienen cloro y bromo. La estabilidad y seguridad de estas sustancias, sobre todo de los CFC, fomentó su uso industrial masivo en diversos ramos productivos. A continuación se detalla las características de estas sustancias:”⁵²

5.2 COMISION DE GESTION AMBIENTAL

Mediante Ordenanza Municipal del 22 de mayo de 1997, se creó la Comisión de Gestión Ambiental (C.G.A.) de Cuenca, con el propósito fundamental de constituirse en el órgano supramunicipal descentralizado, integrador, de coordinación transectorial, interacción y cooperación de la participación pública y privada, que lidera y apoya el desarrollo y fortalecimiento de la gestión ambiental en el Cantón Cuenca.

La COMISION DE GESTIÓN AMBIENTAL (CGA), es una entidad pública descentralizada del Gobierno Local, que gestiona, coordina, lidera la gestión ambiental y ejerce las competencias de Autoridad Ambiental de Aplicación Responsable en el cantón Cuenca.

La comisión de gestión ambiental dispone de FICHAS AMBIENTALES y GUÍAS DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES para una serie de actividades productiva que se lleven a cabo en la zona del cantón cuenca, Sin embargo no cuenta con una ficha o una guía que implemente normas y estatutos para el manejo de fluidos refrigerantes o normas de buenas prácticas para talleres especializados en mantenimiento o reparación

⁵² www.pnuma.org/ozono/.../DiaOzono/tratados%20internacionales%20...

de sistemas y equipos de refrigeración ya sea en el área doméstica, automotriz o industrial. Es importante establecer fichas para la correcta utilización de los residuos provenientes de la refrigeración debido al grado de afectación que estos tienen con el medio ambiente.

La CGA cuenta con guías dirigidas a talleres automotrices, para depósitos de gases, lubricadoras, talleres de electrodomésticos, etc. Pero ninguna de estas guías da las pautas adecuadas para el manejo o disposición de los residuos o elementos refrigerantes que podrían estarse manejando dentro estas actividades productivas.

5.3 REQUERIMIENTOS NECESARIOS EN OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE REFRIGERACION PARA TECNICOS DE NUESTRO PAIS

Según lo establecido en el protocolo de Montreal que es el máximo organismo internacional para la regulación de refrigerantes y en base a las fichas de funcionamiento que la Comisión de gestión ambiental se pretende aquí establecer un conjunto de normas que puedan funcionar en el país según lo que se ha estudiado en los capítulos anteriores para garantizar de esta manera la conservación del medio ambiente y la seguridad de las personas que están directamente involucradas en el uso y manejo refrigerantes , ya que en el país las prácticas de refrigeración se han vuelto cotidianas en distintas actividades de producción.

5.3.1TRANSPORTE DE REFRIGERANTES

El transporte de refrigerantes se debe llevar a cabo según lo establecido por los organismos de control que regulan el traslado de sustancias peligrosas estableciendo además distintivos de seguridad con que se deben identificar los riesgos que presentan las sustancias peligrosas.

CONSIDERACIONES:

- *“Los distintivos de seguridad (marcas, etiquetas, rótulos) deben ser colocados en la superficie externa de los envases, embalajes o bultos que contienen estas sustancias y en las unidades de transporte en que se trasladan estas sustancias.”⁵³*
- *“Se debe contar además con un listado general de las sustancias que se consideran peligrosas, con información respecto al riesgo que presentan, según su Clase.”⁵³*
- *“En los vehículos de transporte se deberán colocar los cilindros en posición vertical y segura, en una zona bien ventilada, alejados de fuentes directas de calor o sustancias inflamables.”⁵³*

5.3.2 SEGURIDAD EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACION

Debido a que todo sistema de refrigeración debe ser expuesto a mantenimiento, estos sistemas deben permitir un acceso fácil y seguro para realizar cualquier tipo de trabajo en los mismos, de esta manera se garantizara la seguridad para las personas y el medio ambiente.

CONSIDERACIONES

- *“Para poder llevar a cabo tal efecto se requieren válvulas de cierre correctamente ubicadas, válvulas que permitan transferir el líquido, tanques para almacenar el refrigerante y las conexiones de salida para su extracción y un espacio lo suficientemente cómodo para realizar el trabajo”⁵³*
- *“Se debe instalar controladores de presión en todos los sistemas que funcionan a una presión superior a la atmosférica, debidamente rotulados.”⁵³*
- *“Todo sistema de refrigeración o climatización debe estar protegido por un dispositivo de seguridad o por otro mecanismo que permita reducir sin peligro la presión causada por el fuego o por cualquier otra situación inesperada más aún si son dispositivos o recipientes que funcionan a altas presiones.”⁵³*

- *“Estos dispositivos deberán ser de un tamaño graduado dependiendo del tamaño, presión y tipo de refrigerante con el que trabaja el sistema.”*⁵³
- *“En caso de descarga de refrigerante este debe realizarse en un espacio abierto y ventilado.”*⁵³

5.3.2.1 ACCIONES NO PERMITIDAS

*“Se debe tener en cuenta las siguientes medidas.”*⁵³

- Sobrepasar la carga límite de los contenedores de refrigerante, tanques, tambores,
- Unidades de recuperación, recipientes, otros.
- Superar la presión recomendada por el fabricante introduciendo aire para detectar posibles fugas.
- Trabajar cerca de una llama al momento de la descarga de refrigerante.
- Trabajar sin equipos de protección personal adecuados para el manejo de refrigerantes.

5.3.3 OPERACIÓN DE SISTEMAS DE REFRIGERACION

Estos son requisitos técnicos que los operadores, instaladores y mantenedores de Sistemas de refrigeración. Todas las personas involucradas en el manejo de refrigerantes y sistemas de refrigeración deben contar con una capacitación adecuada y técnica para evitar los riesgos que la actividad conlleva

*“De esta manera el técnico especializado debe:”*⁵⁴

- Tener conocimientos técnicos de sistemas y equipos de refrigeración y climatización.

⁵³Fuente: www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/CHL/00057092/Buenas%20Practicas.pdf

- Contar con la experticia técnica y práctica que les permita reconocer el, funcionamiento, características de todos los componentes de una instalación así como la fallas a las que está expuesto el sistema,
- Tener conocimientos de normas de almacenamiento, manipulación, transporte de refrigerantes y de seguridad.
- Tener conocimiento de funcionamiento o de controles automáticos de operación y seguridad, así como un manejo correcto de equipos de medición.
- Tener conocimientos de primeros auxilios.

5.3.4 CONOCIMIENTO DE UNA INSTALACIÓN

- El técnico especializado debe realizar un estudio previo del equipo, sistema o elemento de refrigeración con el que va a trabajar más aún si este le es desconocido, debiendo estudiar la distribución de cañerías, sus componentes, equipos y controles
- Se deben usar instrumentos de medición debidamente calibrados, acordes al sistema que se va a revisar como pueden ser manómetros, termómetros, voltímetros, amperímetros y balanzas.
- La instalación debe contar con planos, catálogos de componentes, instrucciones de operación y mantenimiento del sistema.
- Se debe usar los elementos de protección personal, las herramientas correctas para la aplicación y los procedimientos de seguridad correspondientes, para así evitar daños a las personas y a las instalaciones.

⁵⁴Fuente: [www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/CHL/00057092/Buenas% 20Practicas.pdf](http://www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/CHL/00057092/Buenas%20Practicas.pdf)

5.3.5 MANTENIMIENTO, DETECCIÓN DE FUGAS Y FUGAS

5.3.5.1 MANTENIMIENTO

- Para realizar el mantenimiento se debe contar con los instrumentos, herramientas y equipos necesarios los cuales debe estar en buen estado y buen funcionamiento garantizando una reparación correcta y segura,
- Cuando se realice el mantenimiento se debe ser cauteloso teniendo siempre presente las medidas de seguridad con las que se debe trabajar en refrigerantes.
- Se debe descartar elementos de corte que pueden contener material contaminante como oxido el cual pueda averiar el sistema.
- Si el sistema se encuentra contaminado el refrigerante recuperado deberá ser rotulado con contaminado y se deberá recuperar el aceite
- Para la presurización de los sistemas y para la calibración previa de los dispositivos de control, se debe usar gas inerte seco, como el nitrógeno, no utilizar refrigerantes.

5.3.5.2 DETECCIÓN DE FUGAS

“Las consideraciones son las siguientes:”⁵⁵

- Se deberá utilizar un procedimiento de presurización con nitrógeno y revisión con solución espumosa, evitando la introducción de refrigerantes que al salir a la atmósfera contaminan la misma.
- Se deberá seguir en orden cualquiera de estos métodos según la priorización siguiente
 - Inspección visual de huella de aceite
 - Uso de detector electrónico de fugas
 - Uso de solución espumosa
 - Presurización con nitrógeno seco y revisión con solución espumosa
 - Incorporación de trazador en el aceite y búsqueda con luz ultravioleta

- De presentarse una fuga se deberá recuperar el refrigerante en un depósito apropiado para así reparar la fuga.
- Se deberá cerrar todas las válvulas de servicio con las que cuente el sistema para evitar la fuga de refrigerante al medioambiente.
- El refrigerante contaminado debe ser evacuado del sistema mediante un equipo de recuperación, rotulando claramente en los depósitos el tipo de refrigerante y su condición, para luego analizar su grado de contaminación
- El lubricante del circuito se debe evacuar y depositar en recipientes apropiados y rotularlo para lubricante contaminado.

5.3.6 LIMPIEZA DEL CIRCUITO

“Se debe realizar en base a las siguientes consideraciones:”⁵⁶

- Se debe realizar una exhaustiva limpieza de todo el circuito de refrigeración empezando por el compresor limpiando interiormente el estanque acumulador de aceite, el separador de aceite, el colector del evaporador y el acumulador de succión, así como también, cualquier otro sector de la instalación en el cual exista filtros de acumulación de aceite en la línea de succión
- Para compresores semiheméticos y abiertos, se deberá realizar una limpieza profunda al filtro malla de la bomba de aceite ubicada en el cárter, si el equipo está equipado con bomba de aceite.
- Para compresores herméticos, a los que no se les puede extraer el aceite, ese deberá realizar un proceso de barrido del circuito mediante presión de nitrógeno con el objeto de extraer el lubricante contaminado.

⁵⁵Fuente:[www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/CHL/00057092/Buenas% 20Practicas.pdf](http://www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/CHL/00057092/Buenas%20Practicas.pdf)

- Posteriormente a este proceso se deberá colocar un filtro de succión que capte el residual de acidez que pudiera haber quedado en el sistema para evitar que la acidez dañe los elementos del sistema.
- Al momento de realizar la recarga de aceite se debe evitar exceder el volumen de aceite para evitar sobrepresiones, este proceso se lo debe realizar de una manera rápida para evitar que el aceite absorba la humedad del ambiente.
- Para realizar el vacío del sistema se deberá utilizar bomba de vacío de doble etapa realizando este proceso a una succión establecida por el fabricante.
- La carga del refrigerante se debe realizar a una presión superior a la de la atmósfera y en caso de carga con refrigerantes de mezclas zeotrópicas (refrigerantes de la serie R-4XX), realizar siempre la carga en fase líquida.
- Se deberá verificar el nivel del visor de la línea de líquido, el cual debe estar lleno o con escasa burbuja.
- No se deben mezclar distintos tipos de aceite ni distintos tipos de refrigerante.

5.3.7 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este proceso no debe ayudar a evitar la parada del equipo o sistema de refrigeración lo cual resultará de gran beneficio y menor inversión a largo plazo. En toda inspección de una instalación se debe usar los elementos de protección personal pertinentes, las herramientas correctas para la aplicación y los procedimientos de seguridad correspondientes, para así evitar daños a las personas y a las instalaciones.

“Las acciones a seguir son las siguientes.”⁵⁷

- Se deberá establecer un examen frecuente para evitar interrupciones inesperadas del funcionamiento habitual, apoyándose en un calendario de mantenimiento preventivo y de verificación del sistema.

⁵⁶Fuente: www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/CHL/00057092/Buenas%20Practicas.pdf

⁵⁷Fuente: www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/CHL/00057092/Buenas%20Practicas.pdf

- Seguir las instrucciones del fabricante sobre mantenimiento preventivo
- Verificar, temperaturas, presiones de evaporación y condensación, y consumos eléctricos comparando estos resultados con los parámetros del fabricante.
- Inspeccionar fugas potenciales y otros daños frecuentes como son carga de aceite y refrigerante, parámetros de operatividad, fallas mecánicas, deterioro de elementos por el tiempo, restos de aceite y otros.
- Se debe verificar vibraciones anormales del sistema causada por la fricción entre elementos del sistema.
- Comprobar r las condiciones de funcionamiento y el rendimiento del sistema.
- Después de realizar en mantenimiento se deberá reponer y ajustar las tapas protectoras de todas las válvulas, incluidas las de los filtros y secadores, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Para verificar fugas se deber utilizar el método de las burbujas con nitrógeno seco.

5.3.7.1 ACCIONES NO PERMITIDAS

“Se debe tener en cuenta las siguientes medidas”⁵⁸

- Realizar el mantenimiento sin comprobar el tipo de aceite y de refrigerante que contiene.
- Añadir aceite lubricante a un sistema sin averiguar qué clase de lubricante usa y el grado de acidez del sistema.
- Puentear elementos de seguridad como presostatos, relés térmicos u otros en más de una ocasión.
- Recargar el sistema completamente con cualquier refrigerante sin haber comprobado fugas o el estado del aceite.

⁵⁸:Fuente:www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/CHL/00057092/Buenas%20Practicass.pdf

5.3.8 PROCEDIMIENTOS PARA PRÁCTICAS DE RECUPERACIÓN, RECICLAJE Y REGENERACION

“Las acciones a tomar son las siguientes:”⁵⁹

- En procedimientos y operaciones de mantenimiento se debe retener el refrigerante para reutilizarlos, reciclarlo o regenerarlo para reducir al mínimo las emisiones y bajar la adquisición de otro refrigerante.
- Antes de comenzar el proceso de recuperación, reciclaje o regeneración se deberá verificar los parámetros operativos y el rendimiento del sistema
- Cambiar filtro deshidratador de la línea de líquido.
- Es necesario cambiar el aceite del compresor, limpiar el filtro de aspiración de la bomba de aceite y si es posible limpiar el cárter.
- Utilizar gas inerte seco, como nitrógeno, para la presurización de los sistemas y para la calibración previa de los dispositivos de control.
- Al realizar procedimientos de recuperación, reciclaje y regeneración, el técnico deberá contar con las herramientas y equipos necesarios para una manipulación adecuada y segura, además de equipos contenedores apropiados para tal efecto.
- Los cilindros o contenedores deberán estar correctamente rotulados indicando claramente el tipo de refrigerante y su estado de contaminación o impureza.
- Consultar con el fabricante el procedimiento de reconversión más pertinente, ya que generalmente, hay un método específico para cada equipo.
- Para transferir refrigerante de un contenedor a otro se tendrá que debe realizar mediante un equipo de recuperación, tratando de evitar el sobrellenado del sistema o depósito receptor del refrigerante, monitoreando constantemente la presión del depósito receptor y su temperatura, ya que se trata de refrigerante sobrecalentado. Para ello se debe utilizar la indicación de nivel del visor, si el compresor lo tiene, o mediante el procedimiento de carga por volumen según las especificaciones del fabricante del compresor.

- Al rellenar cilindros con una mezcla de refrigerante y aceite, de igual manera se evitara el sobrellenado evitando superar el límite de seguridad.
- Siempre que se cambie el refrigerante, se debe colocar la información pertinente al cambio realizado, tanto el tipo de refrigerante como de aceite.
- Verificar que los contenedores o cilindros no tengan fugas, asegurándose que las empaquetaduras y sellos de las tapas sean herméticos.
- En cilindros o contenedores metálicos en los cuales se ha depositado el refrigerante recuperados se deberá inspeccionar la corrosión.
- Se deberá verificar los parámetros operativos y el rendimiento del sistema en uso.
- Para el proceso de vacío al circuito de refrigeración utilizando una bomba de vacío de doble etapa o con el procedimiento de triple vacío, logrando al menos 250 micras u otro valor de vacío de acuerdo a lo especificado por el fabricante del equipamiento.
- Verificar todos los elementos de control y protección como son presostatos, termostatos, protecciones eléctricas, etc. para que trabajen correctamente a la nueva condición de

5.3.8.1 ACCIONES NO PERMITIDAS

“Tomar en cuenta las siguientes consideraciones:”⁶⁰

- Descargar el refrigerante a la atmósfera.
- Manipular los refrigerantes mediante métodos distintos a los establecidos para recuperación y reciclaje, regeneración, reutilización, almacenamiento o destrucción.

⁵⁹:Fuente:www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/CHL/00057092/Buenas%20Practicas.pdf

- Sobrepasar el nivel máximo de operación o la capacidad indicada en el cilindro del refrigerante.
- Mezclar refrigerantes de distinto tipo sin haber analizado completamente cada uno de los componentes del circuito de refrigeración por su compatibilidad de trabajo con el nuevo refrigerante.
- Realizar la operación sin haber analizado si el compresor puede trabajar con el nuevo refrigerante en el rango de trabajo que se desea operar.
- Realizar la operación sin haber verificado si las nuevas condiciones de rendimiento del compresor pueden adaptarse a los rendimientos de los evaporadores y condensadores existentes.

5.3.9 ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS REFRIGERANTES

5.3.9.1 PRESENTACIÓN DEL REFRIGERANTE

Los cilindros contenedores de refrigerantes nuevos deben estar marcados en su envoltorio y recipiente, mediante una identificación que sea fácil en su designación. Los cilindros de refrigerantes se deben almacenar en un lugar fresco, limpio y ventilado, de preferencia bajo techo

5.3.9.2 MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE REFRIGERANTES

“Las consideraciones son las siguientes:”⁶¹

- Puesto que los cilindros de refrigerantes están sometidos a presión se deben manipular con un cuidado especial y tienen que estar sujetos a condiciones de seguridad e inspecciones continuas del estado del cilindro.

⁶⁰ Fuente: www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/CHL/00057092/Buenas%20Practicas.pdf

- Se debe usar equipo de protección personal que contenga, al menos, los elementos siguientes:
 - Lentes de seguridad.
 - Guantes
 - Ropa de manga larga.
 - Zapato con casquillo de acero
- Todos los trabajos que se realicen con refrigerantes, se deben realizar siempre en áreas bien abiertas y ventiladas.
- Los cilindros contenedores de refrigerantes se deben almacenar en un lugar fresco, limpio y ventilado, y siempre bajo un área cubierta.
- Las zonas en donde se almacenen los cilindros de refrigerantes, deben estar delimitadas, colocando la identificación de los mismos.
- Las áreas de almacenamiento de los cilindros de refrigerantes deben contar con extintores Clases A, B, y C.
- Los cilindros con dimensiones mayores que 12 cm de diámetro y 30 cm de longitud, deben poseer válvula de seguridad o alivio.
- Los cilindros de 1,5 t se deben transportar con montacargas.
- Los cilindros medianos de 57 kg, 60 kg y 66 kg se deben almacenar de manera vertical y deberán contar con sus válvulas de seguridad respectivas.
- Los cilindros de refrigerantes no deben estar propensos a mayores de 52°C (125°F), ni estar almacenarlos en lugares donde esta temperatura pueda ser mayor.
- Los cilindros de refrigerantes no se deben rellenar con ningún otro producto para el cual no haya sido diseñado.
- No se podrán rellenar cilindros desechables
- La descarga de refrigerante jamás deberá realizarse en presencia de cualquier tipo de llama.
- La disposición final de los refrigerantes no reutilizables, se debe realizar de acuerdo a las leyes establecidas vigentes sobre residuos peligrosos.

⁶¹Fuente: www.undp.org/content/dam/undp/documents/projects/CHL/00057092/Buenas%20Practicas.pdf

5.3.9.3 ACCIONES NO PERMITIDAS

“Se debe tener en cuenta las siguientes medidas:”⁶¹

- Nunca se deberá calentar los cilindros para aumentar la presión interna del refrigerante.
- No se debe conectar los contenedores de refrigerantes a otros recipientes o sistemas con mayor presión, temperatura o altura.
- Enfriar los cilindros receptores liberando el refrigerante a la atmósfera.
- Descargar el contenido de las líneas de carga a la atmósfera.
- Los elementos del sistema o del compresor como son bobinas o elementos metálicos no deben ser limpiados con refrigerante.
- Tener cuidado en traslado de cilindros sin dejarlos caer para evitar daños en válvulas u otros elementos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los refrigerantes son vitales en el desarrollo de la vida del ser humano, debido a que permiten controlar la temperatura de trabajo en diversos aspectos ya sea desde el hogar hasta procesos industriales.

Los residuos de fluidos refrigerantes provenientes de emanaciones en procesos de refrigeración son uno de los principales causantes de la destrucción de la capa de ozono lo que ha ocasionado los actuales problemas ambientales siendo el principal efecto el calentamiento global.

La revisión de la documentación de los entes reguladores en la ciudad de Cuenca, no especifican normativas de manejo y control de desechos de refrigerantes.

El control de la contaminación por parte de residuos refrigerantes está básicamente ligado al uso y manejo correcto de estos fluidos ya sea en operaciones de mantenimiento preventivo o correctivo en equipos de refrigeración automotriz, industrial como del doméstico.

Por lo expuesto, se debería incentivar dentro de instituciones públicas y privadas el correcto manejo de fluidos refrigerantes así como el almacenamiento y disposición final de dichos materiales.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias Bibliográficas:

- BUQUE, Francesc. *Manuales prácticos de refrigeración*. Tomo VI. 2da ed. España: Marcombo, S.A., 2008. ISBN: 84-267-1386-6.
- FRANCO, Juan. *Manual de refrigeración*. 1ra ed. España: Reverte, S.A., 2006. ISBN: 84-291-8011-7.
- HERNANDEZ, Eduardo. *Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración*. 1ra ed. México: Editorial Limusa S.A., 2009. ISBN:987-968-18-0640.
- MIRANDA, Ángel. *Manual técnico de refrigerantes*. 1ra ed. España: Marcombo, S.A., 2012. 248 p. ISBN: 978-84-267-1769-6.
- PARKER, Albert. *Contaminación del Aire por la industria.*; Costa, López (trad.); 1ra ed. España: Reverte, S.A., 2001. ISBN: 84-291-7464-8.
- PELAEZ, David. *Técnicas del Automóvil; Sistemas de climatización*. 1ra ed. España: Thomson Paraninfo S.A., 2005. ISBN:84-9732-276-2.
- RAPIN, Pierre; JACQUARD, Patrick. *Formulario del Frio.*; Alarcón, José (trad.); 2da ed. España: Grafiques 92 S.A., 1999. ISBN: 84-267-1216.
- RAPIN, Pierre; JACQUARD, Patrick. *Instalaciones Frigoríficas*. 1ra ed. España: Marcombo, S.A., 1997. ISBN: 84-267-1091-3.
- SPEDDING, David. *Contaminación Atmosférica.*; Gonzales, Salvador (trad.) 1ra ed. España: Reverte, S.A., 2002. ISBN: 84-291-7506-7.
- WHITMAN, William, JHONSON, William. *Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado*. 1ra ed. España: Thomson Paraninfo S.A., 2006. ISBN: 0-8273-5646-3.

Referencias Electrónicas:

- CALORYFRIO.COM, *Reciclaje de gases refrigerantes* [en línea]. Quito. Martes, 17 de mayo de 2011 09:55. [Consulta: 2 de febrero de 2012]. Disponible en web:<http://www.caloryfrio.com/201105177129/aire-acondicionado/aire-acondicionado-centralizado/reciclaje-gases-refrigerantes.html>
- *Clasificación de los refrigerantes*. [en línea]. [Consulta: 27 de enero de 2012]. Disponible en web: http://www.valycontrol.com.mx/mt/mt_cap_12.pdf.
- CONTRERAS, Ricardo, *Refrigerantes y su Impacto Ambiental* [en línea]. Barcelona. [Consulta: 19 de enero de 2012]. Disponible en Web:<http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/ricardo/PDF/Refrigerantes%20y%20su%20Impacto%20Ambiental.pdf>
- DIALNET, *Impacto ambiental de los refrigerantes ecológicos* [en línea]. Vol. 2, N°. 4, 2008. [Consulta: 19 de enero de 2012]. Disponible en Web: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2991248>
- ECLIMAN, *Especial sobre refrigerante* [en línea]. Edición Número 8, Barcelona, 13 de mayo de 2011. [Consulta: 19 de enero de 2012]. Disponible en Web: <http://www.ecliman.com/revistes/eficiencia008.pdf>.
- FOROFRIO, *Recuperación, reciclado y regeneración de gas refrigerante*. [en línea]. Madrid. [Consulta: 29 de enero de 2012]. Disponible en Web: http://www.forofrio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=91&Itemid=62
- GAS SERVEI S.A, *Clasificación de los gases refrigerantes* [en línea]. [Consulta: 27 de enero de 2012]. Disponible en Web: <http://www.caloryfrio.com/archivos-cyf/pdf/saberhacer/gasesrefrigerantes.PDF>.

- *Impacto ambiental de los refrigerantes* [en línea].Febrero del 2009[Consulta: 27 de enero de 2012]
Disponible en Web: http://www.embraco.com.br/portugue/produtos/informativos_pdf/93652.pdf.Refrigerantes Hidrocarbonos. Embraco Informativo Técnico.
- *La capa de ozono y los CFC* [en línea]. [Consulta:27 de enero de 2012] Disponible en Web: http://www.profesorenlinea.cl/Quimica/Ozono_y_CFC.htm.
- NBCC, *Refrigerantes indicadores ambientales*[en línea].[Consulta:27 de enero de 2012] Disponible en Web: http://cienbas.galeon.com/01Indic_Ambient.htm

ANEXOS

Anexo 1

Tabla de refrigerantes

ODP (potencial de reducción de la capa de ozono)

GWP (potencial de calentamiento global del planeta)

T (temperatura de punto de rocío a las presiones de 1 bar y 25 bar)

REFRIGERANTE	En sustitución de	ODP R 11 = 1	GWP CO2 = 1 100a	T (1 bar) °C	T (25 bar) °C	Aceite recomendado		Aplicación
R 12		1	8500	-29,8	84	A M	A/M	H
R 22	R 502, R 12	0,055	1700	-40,8	61	A M	A/M	M H
R 124	R 114	0,022	480	-12,1	102	A M	A/M	H
R 401 A	R 12	0,037	1082	-33,8	78	A	A/M	M H
R 401 B	R 502, R 12	0,04	1186	-35,5	75	A	A/M	M H
R 402 A	R 502	0,021	1816	-49,2	52	A	A/M	L M
R 402 B	R 502	0,033	2084	-47,1	55	A	A/M	L M
R 403 B	R 502	0,03	3685	-50,2	53	A	A/M	L M
R 408 A	R 502	0,023	2743	-44,4	57	A	A/M	L M
R 409 A	R 12	0,05	1440	-34,2	78	A	A/M	M H
R 409 B	R 502	0,05	1425	-35,6	76	A	A/M	M H
R 23	R 13	0	11700	-82,1	0		E	L
R 32 (I / AP)		0	650	-51,8	40		E	L
R 125		0	2800	-48,6	49		E	L M
R 134a	R 12	0	1300	-26,1	77		E	H
R 143a		0	3800	-47,4	53		E	L M
R 152a (I)	R 12	0	140	-24,2	83		E	H
R 227ea	R 114	0	2000	-16,3	92		E	H
R 404A	R 502	0	3260	-46,5	54		E	L M
R 407A (AT)	R 502	0	1770	-45,8	57		E	L M
R 407B	R 502	0	2285	-47,6	53		E	L M
R 407C	R 22	0	1526	-44,3	60		E	L M
R 410A (AP)	R 22	0	1725	-52,7	41		E	L M
R 413A	R 12	0	1774	-35	74	A M	A/M	M H
R 507	R 502	0	3300	-46,5	53		E	L M
ISCEON 59	R 22	0	1938	-38,3	68	A M	A/M	M H
ISCEON 89	R 13B1	0	3038	-54,6	49	A M	A/M	L
R 170 Ethan (I)		0	3	-88,8	1	A M		L
RC 270 Cyklopropan (I)		0	3	-32,9	79	A M		M H
R 290 Propan (I)		0	3	-42,1	68	A M		L M
R 600a Isobutan. (I)		0	3	-11,7	112	A M		H
R 717 NH3 (I / V / AT)		0	0	-33,3	58	A M		M H
R 744 CO2 (AP)		0	1	-79	-12	A M		L M H
R 1150 Etylen. (I)		0		-103,7	-22	A M		L
R 1270 Propen (I)		0		-47,7	59	A M		L M

Continua anexo 1

(I) Inflamable
(V) Venenoso en ciertas concentraciones
(AP) Alta presión
(AT) Temperatura final de descarga elevada

	Refrigerantes a reemplazar
	Refrigerantes de transición
	Ref. alternativos a largo plazo
	Ref. libres de halógenos

Aceites:

A = Alquilobenzénico
M = Mineral
E = Ester
A/M = Alquilobenz./Mineral

Aplicación:

L = Ultracongelación
M = Refrigeración normal
H = Aire acondicionado