

TÉCNICAS DE SERVICIO CON REFRIGERANTES AMBIENTALMENTE SEGUROS PARA TÉCNICOS EN AIRE ACONDICIONADO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES

Curso de auto aprendizaje para el examen de Certificación de la EPA según la Sección 609 para técnicos en aire acondicionado de vehículos automotores sobre la utilización adecuada de refrigerantes, incluyendo la recuperación, el reciclado y la regeneración

Autor: Robert P. Scaringe

Séptima Edición
Junio de 2016

© Copyright 1996-2016
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

Mainstream Engineering Corporation
200 Yellow Place
Rockledge, Florida 32955

Con excepción de lo previsto en las Secciones 107 y 108 de la Ley de Copyright de los Estados Unidos, ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida ni distribuirse en forma alguna ni por ningún medio, ni puede almacenarse en ninguna base de datos o sistema de recuperación, sin autorización previa del propietario del copyright.

Mainstream Engineering Corporation obtuvo la información incluida en el presente documento de fuentes que considera confiables. Sin embargo, ni Mainstream Engineering Corporation ni el autor garantizan que la información aquí publicada sea veraz y esté completa, ni se harán responsables de los errores, las omisiones o los daños que surjan como resultado de la utilización de esta información. Este documento se publica en el entendido de que el propósito de Mainstream Engineering Corporation y del autor no es prestar servicios de ingeniería ni de otra índole profesional o técnica, sino únicamente proporcionar información. En el caso de que se requirieran tales servicios, deberán contratarse los servicios de un profesional adecuado.

Prólogo

La información contenida en este curso tiene un propósito meramente didáctico. Únicamente técnicos especializados en servicios de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores deben llevar a cabo los procedimientos aquí descritos. La utilización inadecuada de cualquier equipo de aire acondicionado puede provocar lesiones personales. Al igual que en el caso de cualquier otro equipo, lea siempre el Manual de Usuario de su equipo de recuperación antes de ponerlo en funcionamiento por primera vez. Este curso de capacitación no reemplaza el Manual de Usuario suministrado por el fabricante. Nunca maneje ningún equipo si no sabe cómo funciona. Si los procedimientos descritos en este manual son diferentes a los indicados por el fabricante de un equipo en particular, deberán seguirse las instrucciones del fabricante del equipo.

No deje funcionando sin supervisión ninguna máquina de recuperación o de recuperación y reciclado de refrigerante. Todos los dispositivos de recuperación y reciclado de refrigerante deben ser operados únicamente por técnicos de refrigeración capacitados. El uso incorrecto de tales dispositivos puede provocar explosiones y lesiones personales.

Para el almacenamiento, utilice únicamente cilindros recargables autorizados. No llene en exceso ningún cilindro de almacenamiento por encima de su capacidad estimada.

Tome medidas de seguridad siempre que utilice equipos de aire acondicionado. Use anteojos de seguridad y guantes aislantes. Protéjase la piel contra congelaciones instantáneas. Sea sumamente precavido cuando trabaje con refrigerantes, ya que las mangueras pueden contener refrigerante líquido bajo presión elevada.

La información técnica y legal aquí incluida se encuentra actualizada para la fecha de la última edición de este manual. Dado que en esta área las tecnologías avanzan y los reglamentos cambian con rapidez, no es posible dar ninguna garantía con respecto a la vigencia que tendrá esta información en el futuro. Visite <https://www.epa.gov/mvac> para los últimos detalles.

Mainstream Engineering Corporation no asume ninguna responsabilidad en relación con el uso de la información presentada en la presente publicación. Esta información se presenta únicamente con fines didácticos. Para conocer la forma adecuada de operar un equipo en particular, deben consultarse los manuales de usuario del equipo. El contenido de este curso se limita a la información y las prácticas de servicio que son necesarias para contener, conservar y reutilizar refrigerantes, así como para evitar que refrigerantes lleguen a la atmósfera cuando se da servicio a sistemas de aire acondicionado para vehículos automotores. Este manual no tiene por objeto enseñar cómo instalar, identificar y solucionar problemas, o reparar sistemas de refrigeración y aire acondicionado. El técnico en refrigeración certificado debe ser experto en estas áreas antes de tomar este curso.

Información sobre los exámenes del Organismo para la Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency, EPA)

Desde el 1.º de enero de 1993, toda persona que repare o dé servicio a equipos de aire acondicionado de vehículos automotores a cambio de una contraprestación debe certificar ante la EPA que ha adquirido y utiliza de forma apropiada equipos autorizados, así como también que las personas autorizadas para utilizar los equipos están debidamente capacitadas y certificadas conforme a la Sección 609 de la Ley del Aire Limpio (Clean Air Act). Asimismo, únicamente los técnicos en aire acondicionado de vehículos automotores certificados conforme a la Sección 609 pueden comprar refrigerantes en contenedores de 20 libras (9 kg) o menos. Mainstream cuenta con la aprobación de la EPA como organización de certificación de la Sección 609 para técnicos de aire acondicionado de vehículos automotores, así como también de la Sección 608 para los Tipos I, II y III y para los exámenes universales en calefacción, ventilación y aire acondicionado.

Este libro es sólo para la Certificación de Técnico de A/C de Vehículos de Motor Sección 609. El artículo 609 se refiere a la industria del aire acondicionado móvil de los vehículos de motor. La venta de pequeños contenedores de refrigerante de menos de 20 libras, incluyendo las latas "de una libra", se limita únicamente a las personas certificadas en la Sección 609. El propósito de la certificación 609 (aire acondicionado de vehículos móviles), según lo establecido por la EPA, es enseñar a los técnicos y poner a prueba su capacidad para manejar y recuperar los refrigerantes correctamente. Los técnicos también aprenderán acerca de las leyes promulgadas para proteger la capa de ozono estratosférico.

El presente manual incluye toda la información necesaria para responder las preguntas del examen "a libro abierto" de la EPA. Si lee detenidamente este manual, encontrará la información que necesita para responder correctamente dichas preguntas.

Para aprobar el examen usted debe:

1. Contestar correctamente 21 de las 25 preguntas, (84% de calificación), sin la ayuda de ninguna otra persona. Es un examen a libro abierto, puede utilizar este manual para ayudarlo a encontrar las respuestas correctas, y se puede tomar tanto tiempo como sea necesario, pero no se puede obtener ayuda de ninguna otra persona. Se le pedirá que certifique que no ha recibido ninguna ayuda de ninguna otra persona.
2. Complete la Declaración de Auto-Certificación, donde promete que no ha recibido ninguna ayuda de cualquier persona en la realización de la prueba.

Índice de Contenidos

Prólogo.....	2
Información sobre los exámenes del Organismo para la Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency, EPA).....	3
Lista de Tablas	7
Lista de Figuras.....	7
Introducción	7
Definiciones.....	10
Conversión de unidades.....	14
Factores de conversión	15
SECCIÓN I: Pasado, presente y futuro de los refrigerantes.....	16
Introducción	16
Estructura molecular y terminología.....	16
CFC.....	17
HCFC.....	17
HFC.....	17
Refrigerantes de reemplazo.....	18
Cilindros de refrigerante desechables.....	20
<i>Tamaño y códigos de color.....</i>	<i>20</i>
<i>Regulaciones.....</i>	<i>20</i>
<i>Seguridad</i>	<i>20</i>
<i>Peligros asociados a la reutilización</i>	<i>21</i>
<i>Eliminación</i>	<i>21</i>
Cilindros recargables	21
<i>Sobrecarga</i>	<i>22</i>
<i>Pruebas que deben hacerse periódicamente a los cilindros.....</i>	<i>22</i>
Seguridad de los refrigerantes	22
<i>Consideraciones generales sobre seguridad.....</i>	<i>22</i>
<i>Peligros para la salud</i>	<i>23</i>
<i>Primeros auxilios</i>	<i>23</i>
<i>Otros peligros</i>	<i>23</i>
<i>Medidas de precaución.....</i>	<i>24</i>
<i>Recomendaciones de seguridad para manejar cilindros de refrigerante</i>	<i>24</i>
Temas de repaso	25
SECCIÓN II: El agotamiento del ozono estratosférico.....	27
Ozono estratosférico	27
Ozono atmosférico	27
Agotamiento del ozono de la estratosfera.....	27
Consecuencias para la salud y el ambiente.....	29

Potencial de calentamiento global	30
R-134a	30
Posibles refrigerantes nuevos	31
Temas de repaso	37
SECCIÓN III: Regulaciones	39
Introducción	39
Primeros controles impuestos a los CFC	39
El Protocolo de Montreal	40
Requisitos establecidos en la Sección 609 de la Ley del Aire Limpio	40
<i>Introducción</i>	40
<i>Servicio a maquinarias agrícolas y vehículos de carga pesada</i>	41
<i>Estándares de pureza de los refrigerantes</i>	42
<i>Especificación relativa a las impurezas insaturadas</i>	43
<i>Prohibiciones</i>	44
<i>Requisitos relativos al mantenimiento de registros</i>	44
<i>Requisitos de evacuación que deben cumplir los sistemas a los que se da servicio</i>	45
<i>Requisitos de evacuación que deben cumplir los sistemas que van a eliminarse</i> ..	46
<i>Requisitos de evacuación y eliminación de tanques desechables vacíos o casi vacíos</i>	47
<i>Requisitos de evacuación de tanques de transferencia de recuperación externos recargables vacíos</i>	48
<i>Requisitos de evacuación de los equipos de recuperación</i>	48
<i>Restricciones de venta</i>	48
<i>Normas de la Sociedad de Ingenieros Automotores (SAE)</i>	49
<i>Impuestos sobre los refrigerantes de CFC</i>	50
<i>Aplicación de las leyes</i>	51
Reglamentos Estatales y Locales	51
Temas de repaso	52
SECCIÓN IV: Prácticas de servicio	54
Principios básicos de aire acondicionado por compresión de vapor	54
Comprobación de fugas	56
Reparación de fugas	59
Irrigación de sistemas	60
Filtros deshidratadores	61
Mezclas de refrigerantes y adaptación de sistemas	61
<i>Introducción</i>	61
<i>Mezclas</i>	62
Sistema de Reconversión	68
<i>Introducción</i>	68
<i>Requisito SNAP para Accesorios de Servicio Único</i>	69
<i>Requisitos para Etiquetas de Reconversión</i>	71
<i>Cambio de lubricante</i>	72
<i>Mangueras y juntas tóricas ("O-rings")</i>	73

<i>Sustitución de desecantes durante la adaptación de un sistema para que utilice R-134a</i>	74
<i>Uso erróneo del término "sustituto exacto" ("drop-in") para describir refrigerantes</i>	74
<i>Mangueras de barrera para mezclas modernas con R-22</i>	75
<i>Interruptores de cierre del compresor</i>	75
<i>Para obtener más información acerca de las adaptaciones</i>	75
Lubricantes	75
Extracción de la humedad.....	77
Determinación y extracción de gases no condensables	78
Conjuntos de mangueras para sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores	80
<i>Diseño básico de los conjuntos de mangueras en sistemas de vehículos automotores</i>	80
<i>Comprobación de fugas</i>	81
<i>Reparación de mangueras</i>	81
Principales procedimientos de servicio recomendados para la recuperación y el reciclado de refrigerantes.....	82
Procedimientos de servicio recomendados para la utilización de un conjunto de medidores de presión.....	83
Requisitos relativos a los equipos que se utilizan únicamente como dispositivos de recuperación	83
<i>Equipos que se utilizan únicamente como dispositivos de recuperación de R-12</i> ..	83
<i>Equipos que se utilizan únicamente como dispositivos de recuperación de R-134a</i>	84
Requisitos relativos a los equipos de recuperación y reciclado	85
<i>Equipos que se utilizan como dispositivos de recuperación y reciclado de R-12</i> ...	85
<i>Equipos de recuperación y reciclado o recuperación, reciclado y recarga de R-134a</i>	85
<i>Equipo de Recuperación/Reciclaje de R-1234yf</i>	88
<i>Regulaciones relativas a la agregación de refrigerante</i>	89
<i>Equipos de recuperación de dos refrigerantes</i>	89
Reciclado de mezclas	90
Refrigerantes actualmente en uso	90
Carga de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores	92
Cálculo incorrecto de la carga.....	93
Calibración de los equipos de recuperación y recarga	94
<i>Requisitos que deben cumplir los equipos</i>	94
<i>Procedimiento para verificar la exactitud de una unidad de recarga</i>	95
<i>Procedimiento para calibrar una unidad de recuperación o de recarga</i>	95
<i>R-1234yf Equipment Calibration</i>	97
Prevención de la contaminación cruzada.....	97
Refrigerante usado	99
<i>Recarga de refrigerantes usados</i>	99
<i>Compra de refrigerante usado</i>	99
Transferencia de refrigerantes	100
Equipos y especificaciones de servicio	101

Mangueras de servicio para R-12	101
Mangueras de servicio para R-134a	102
R-1234yf Service Hoses	102
Conexiones para mangueras de servicio	102
Precauciones de seguridad.....	103
Inspección de los cilindros	104
Temas de repaso	104
Estándares SAE.....	108

Lista de Tablas

Tabla 1. Conversión de unidades.....	14
Tabla 2. Impacto Ambiental de Varios Refrigerantes Comunes.....	30
Tabla 3. Saturación Presión Temperatura.....	35
Tabla 4. Tabla de Presión de Saturación de Temperatura para el Dióxido de Carbono (R-744).....	35
Tabla 5. Presión de Saturación Tabla de Temperatura para HFO-1234yf.....	36
Tabla 6. Relación entre presión y temperatura de saturación de los refrigerantes comunes.....	55
Tabla 7. Refrigerantes Sustitutos Inaceptables MVAC a partir de julio 2015	63
Tabla 8. Refrigerantes Alternativos MVAC Aceptables a partir de julio de 2015.....	66
Tabla 9. Tamaños de Ajuste para el Refrigerante de A/C Automotriz.....	70
Tabla 10. Colores de Fondo de Etiqueta de Refrigerante	72
Tabla 11. Tabla de determinación de gases no condensables en aparatos que utilizan R-12	79
Tabla 12. Tabla de determinación de gases no condensables en aparatos que utilizan R-134a	80

Lista de Figuras

Figura 1. Relación de presión de la temperatura de saturación para algunos posibles refrigerantes	34
---	----

Introducción

En vigor desde el 13 de agosto de 1992, ninguna persona reparando o a dar servicio a vehículos de motor para su examen puede realizar cualquier servicio en un

acondicionador de aire de vehículo de motor que involucra el refrigerante para tal aparato de aire acondicionado; sin necesidad de utilizar correctamente el equipo aprobado por la EPA, a menos que dicha persona haya sido capacitado y certificado por un programa de certificación de la Sección 609 aprobada. Este 13 de agosto de 1992, la fecha límite podría ampliarse al 1 de enero de 1993, para las tiendas de servicios pequeñas (que atendió a menos de 100 unidades de A / C en 1990). Por lo tanto, ha sido ilegal dar servicio a la unidad de A/C de vehículos de motor desde el 1 de enero de 1993, si no está certificado. Para evitar aún más el mantenimiento de unidades de A/C de vehículos de motor por técnicos certificados, la EPA ha ordenado que desde el 15 de noviembre de 1992, que refrigerantes A/C de vehículos de motor sólo pueden ser vendidos a los técnicos certificados Sección 609 de la EPA. Además, los técnicos certificados Sección 609 pueden comprar refrigerante automotriz en cualquier tamaño de contenedor incluyendo contenedores con menos de 20 libras de refrigerante. Técnicos certificados de EPA Sección 608 no pueden comprar estos envases de refrigerante más pequeños.

El presente manual de capacitación se redactó para ayudar a que los técnicos de aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores conozcan todos los requisitos relacionados con la conservación de los refrigerantes y las regulaciones de la EPA, así como también las técnicas de recuperación, reciclado y regeneración de refrigerantes. El propósito de este manual es servir de documento de referencia para la resolución de problemas en el futuro y de manual de capacitación para ayudar a los técnicos a aprobar satisfactoriamente el examen de certificación anexo como técnicos de aire acondicionado para vehículos automotores conforme a la Sección 609 de la EPA. El contenido de este manual de capacitación se limita la información y las prácticas de servicio que son necesarias para contener, conservar y reutilizar refrigerantes, así como para evitar que refrigerantes lleguen a la atmósfera. Este manual no tiene por objeto enseñar cómo instalar, identificar y solucionar problemas, o reparar sistemas de aire acondicionado. Los técnicos de servicio experimentados observarán que una gran parte de la información sobre la contención y la conservación de refrigerantes no es nueva, por cuanto la mayoría de los procedimientos utilizados para mantener el hermetismo de los sistemas se ha venido empleando desde hace años. Sin embargo, estas habilidades ahora deben llevarse a la práctica con mayor diligencia que nunca.

Es posible que algunos usuarios de este manual conozcan información disponible que no se ha incluido aquí. El propósito es ofrecer un curso dedicado a la información básica de tipo práctico más necesaria y que pueda aplicarse fácilmente en el trabajo con los resultados más eficaces.

Este manual se mantiene en un estado de continua evolución y revisión, en parte porque las regulaciones de la EPA cambian y en parte porque se hacen modificaciones con base en la información y los comentarios que recibimos de técnicos que trabajan en el área. Si considera que hay secciones de este manual que necesitan alguna mejora, o que deben agregarse temas que en su opinión son importantes, escríbanos una breve carta y haremos lo procedente para que las mejoras que usted proponga se

incorporen en ediciones futuras. En el pasado, hemos recibido comentarios y sugerencias muy útiles que nos han proporcionado técnicos en refrigeración que trabajan en el área y queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos aquellos que nos han ayudado. Las sugerencias sobre cómo puede mejorarse este curso o cualquier otro producto de Mainstream serán siempre bienvenidas. Si tiene alguna sugerencia en relación directa con este curso, por favor escriba a Robert P. Scaringe, Ph.D., P.E., 609 Refrigeration Certification Program, Mainstream Engineering Corporation, Pines Industrial Center, 200 Yellow Place, Rockledge, Florida 32955.

Definiciones

Azeótropo	Mezcla de dos o más componentes cuyas composiciones en la fase líquida y en la fase de vapor en equilibrio son iguales entre sí a una presión dada.
Mangueras de barrera	Las mangueras flexibles de goma no son completamente a prueba de fugas; de hecho, el refrigerante puede "filtrarse" a través de las paredes de este tipo de mangueras y escapar a la atmósfera. Existe un nuevo tipo de mangueras "de barrera", menos permeables, que reducen la cantidad de refrigerante que puede filtrarse a través de ellas y llegar a la atmósfera. El R-22, conocido también como HCFC-22, puede filtrarse a través de las mangueras tradicionales. Por lo tanto, cuando utilice R-22 o una mezcla de refrigerantes que contenga R-22, el técnico debe asegurarse de utilizar estas mangueras "de barrera" que son menos permeables. Cuando se adapte un sistema a una mezcla de refrigerantes que contenga R-22, deben instalarse estas mangueras si el sistema actualmente está equipado con mangueras que no son de barrera.
CFC-12	diclorodifluorometano (R-12).
Refrigerante de Clase I	Refrigerante de CFC como, por ejemplo, el R-12.
Refrigerante de Clase II	Refrigerante de HCFC como, por ejemplo, el R-22.
Compuesto	Sustancia formada por la unión de dos o más elementos en una proporción específica por peso.
Eliminación	Proceso que conlleva e incluye cualquiera de las acciones: (1) Descarga, depósito, vertido o colocación de un aparato desechado en cualesquier terrenos o aguas. (2) Desensamblado de un aparato a los fines de descargar, depositar, verter o colocar los componentes desechados en cualesquier terrenos o aguas. (3) Desensamblado de un aparato para reutilizar sus componentes.
Fraccionamiento	Separación de una mezcla líquida en partes separadas por medio de la evaporación preferente de su componente más volátil.
Halocarburo	Hidrocarburo halogenado que contiene uno o más de los siguientes tres halógenos: flúor, cloro o bromo. Puede o no contener hidrógeno. HCFC-22 clorodifluorometano (R-22). HFC-134a 1,1,1,2,-tetrafluoroetano (R-134a). HFO-1234yf: hidrofluoroolefin, (R-1234yf).
Hidrocarburo	Compuesto que contiene exclusivamente los elementos hidrógeno y carbono. Los refrigerantes de hidrocarburo son inflamables.

Isómero	Una sustancia de un grupo de sustancias que tienen la misma combinación de elementos, pero dispuestos de diferentes formas en el espacio.
Conexión a prueba de pérdidas	Cualquier dispositivo cuyo propósito sea establecer una conexión entre mangueras, dispositivos o máquinas de recuperación o reciclado, y diseñado para cerrar de forma manual o automática cuando se desconecta, a fin de reducir al mínimo la fuga de refrigerante de las mangueras, los aparatos y las máquinas de recuperación o reciclado.
Mezcla	Mezcla de dos o más componentes que no guardan una proporción fija entre sí y que mantienen su existencia por separado sin importar qué tan bien se mezclen (por ejemplo, el agua y el aceite).
Vehículo automotor	Vehículo autopropulsado diseñado para transportar personas u objetos por calles o carreteras, incluyendo, entre otros, automóviles de pasajeros, vehículos de carga liviana y vehículos de carga pesada.

<p>Aparatos de aire acondicionado para vehículos automotores</p>	<p>(I9OD-10)Equipos de aire acondicionado con compresor de tipo abierto, que funcionan por compresión mecánica de vapor, utilizados para enfriar los compartimientos del conductor o de los pasajeros en un vehículo automotor. Esta definición NO incluye los sistemas de refrigeración sellados herméticamente que se utilizan para refrigerar la carga en vehículos automotores, ni los sistemas de aire acondicionado cargados con HCFC-22 que se utilizan en los autobuses de pasajeros. Para trabajar con sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores se requiere la certificación conforme a la Sección 609, mientras que para trabajar con sistemas de aire acondicionado que no son de vehículos automotores hace falta la certificación conforme a la Sección 608. Observe que para trabajar con sistemas de refrigeración sellados herméticamente del tipo utilizado para refrigerar la carga en los vehículos automotores, o con sistemas de aire acondicionado cargados con refrigerantes HCFC-22 del tipo utilizado en los autobuses de pasajeros, se requiere la certificación de la Sección 608.</p> <p>Aparatos de aire acondicionado similares a los utilizados en vehículos automotores Aparatos de aire acondicionado con compresor de tipo abierto, que funcionan por compresión mecánica de vapor, utilizados para enfriar el compartimiento del conductor o de los pasajeros en un vehículo que no está diseñado para transitar por carreteras, incluyendo maquinarias agrícolas y vehículos de construcción. Esta definición excluye los aparatos que utilizan refrigerante HCFC-22. Las regulaciones que instrumentan las secciones 609 y 608 dan un tratamiento algo diferente a los aparatos de aire utilizados en vehículos automotores y los aparatos similares a los utilizados en vehículos automotores, así como a las personas que les hacen servicio. Una de las diferencias fundamentales es que las personas que hacen servicio a los aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores deben cumplir los requisitos de certificación técnica y de equipos conforme a la Sección 609 únicamente si “reciben contraprestación por el servicio”, mientras que las personas que hacen servicio a aparatos similares a los utilizados en vehículos automotores deben cumplir los requisitos de certificación técnica y de equipos estipulados en las regulaciones de las secciones 608 y 609, independientemente de si son o no compensados por su trabajo. Otra de las diferencias es que las personas que hagan servicio a aparatos similares a los utilizados en vehículos automotores tienen la opción de certificarse como técnicos del Tipo II conforme a la Sección 608, en lugar de hacerlo como técnicos de aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores conforme a la sección 609, subparte B. Las personas que hacen servicio a aires acondicionados de vehículos automotores no pueden hacer esta elección. Si realizan servicio a aparatos de aire acondicionado a cambio de una compensación, deben certificarse como técnicos para aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores conforme a la Sección 609.</p>
<p>Refrigerante no-azeotrópico</p>	<p>Sinónimo de zeotrópico, que es el término preferido, aunque como descriptor se utiliza con menos frecuencia.</p>

Carga normal	Cantidad de refrigerante dentro del aparato o del componente del aparato cuando éste opera con una carga de refrigerante completa.
Abrir un aparato	Cualquier servicio, mantenimiento, reparación o eliminación de un aparato que produciría una descarga del refrigerante del aparato a la atmósfera a menos que antes se recupere el refrigerante contenido en el aparato.
R-12	Otro nombre con el que se denomina el CFC-12.
R-22	Otro nombre con el que se denomina el HCFC-22.
R-134a	Otro nombre con el que se denomina el HFC-134a.
R-1234yf	Otro nombre con el que se denomina el HFO-1234yf.
Regeneración	Para reprocesar el refrigerante por lo menos a la pureza específica del Estándar 700-1988 del Instituto de Calefacción y Refrigeración de Aire Acondicionado (AHRI), Especificaciones para Refrigerantes de Fluorocarbonos, y para verificar esta pureza usando los procedimientos de ensayo analítico que se describen en la Norma.
Recuperación	Transferencia de un refrigerante de cualquier condición de un aparato a un contenedor de almacenamiento sin analizar ni purificar necesariamente el refrigerante de ninguna manera.
Eficacia de recuperación	Porcentaje del refrigerante de un aparato que se recupera mediante un equipo de reciclado o recuperación.
Reciclado	Extracción del refrigerante de un aparato y limpieza del refrigerante para su reutilización sin cumplir todos los requisitos estipulados para la regeneración. En general, el refrigerante reciclado es un refrigerante que se limpia mediante la separación del aceite y uno o varios filtrados a través de dispositivos tales como un filtro deshidratador de núcleo intercambiable, que reducen la humedad, la acidez y el material compuesto por partículas. Las máquinas de reciclado para los refrigerantes que se utilizan en los aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores deben tener la certificación de que cumplen los estándares de rendimiento establecidos por la Sociedad de Ingenieros Automotores (Society of Automotive Engineers, SAE).
Refrigerante	Sustancia de Clase I o de Clase II utilizada en un aparato de aire acondicionado de vehículo automotor. Desde el 15 de noviembre de 1995, esta definición incluye también las sustancias que se utilizan como sustitutos. Nota: Las sustancias de Clase I son refrigerantes de CFC como el R-12, mientras que las sustancias de Clase II son refrigerantes de HCFC como el R-22. Desde el punto de vista técnico, un refrigerante es el fluido utilizado para la transferencia de calor en un sistema de refrigeración, que absorbe el calor durante la evaporación a una temperatura y una presión bajas, y lo libera durante la condensación a una temperatura y presión mayores.
Servicio a cambio de una contraprestación	Servicio por el cual el técnico recibe un pago, ya sea en forma de efectivo, crédito, bienes o servicios. Esta definición incluye todos los servicios, salvo aquéllos que se llevan a cabo gratuitamente.

Servicio con refrigerante	Servicio durante el cual es normal la descarga o liberación a la atmósfera de refrigerante contenido en el aparato de aire acondicionado de un vehículo automotor.
Técnico	Persona que realiza mantenimiento, servicio o reparaciones en los que pueda preverse razonablemente que ocurra una descarga de sustancias de Clase I (CFC) o Clase II (HCFC) a la atmósfera, incluyendo, entre otros, instaladores, empleados de contratistas, personal de servicio interno y, en algunos casos, propietarios.
Zeotrópico	Mezclas que contienen varios componentes de volatilidad variable que, cuando se utilizan en ciclos de refrigeración, cambian su composición volumétrica o temperatura de saturación a medida que se evaporan (hierven) o se condensan a presión constante.

Conversión de unidades

Las unidades de masa que se utilizan normalmente en la industria de los aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores son la onza (oz), la libra (lb), el gramo (gr) y el kilogramo (kg). Una libra equivale a 16 onzas (de peso), 457 gramos o 0.457 kg. Esto significa que, para convertir onzas a libra, hay que dividir entre 16; para convertir gramos a libras hay que dividir entre 457 y para convertir kg a libras, hay que dividir entre 0.457. Tabla 1 tiene algunas conversiones comunes para su conveniencia.

Tabla 1. Conversión de unidades

Onzas (oz)	Libras (lbs.)	Gramos (gr)	Kilogramos (kg)
1	0,063	28,6	0,0286
2	0,125	57,1	0,0571
3	0,188	85,7	0,0857
4	0,250	114,3	0,1143
5	0,313	142,9	0,1429
6	0,375	171,4	0,1714
7	0,438	200,0	0,2000
8	0,500	228,6	0,2286
9	0,563	257,1	0,2571
10	0,625	285,7	0,2857
11	0,688	314,3	0,3143
12	0,750	342,9	0,3429

Onzas (oz)	Libras (lbs.)	Gramos (gr)	Kilogramos (kg)
17	1,063	485,7	0,4857
18	1,125	514,3	0,5143
19	1,188	542,9	0,5429
20	1,250	571,4	0,5714
21	1,313	600,0	0,6000
22	1,375	628,6	0,6286
23	1,438	657,1	0,6571
24	1,500	685,7	0,6857
25	1,563	714,3	0,7143
26	1,625	742,9	0,7429
27	1,688	771,4	0,7714
28	1,750	800,0	0,8000

13	0,813	371,4	0,3714		29	1,813	828,6	0,8286
14	0,875	400,0	0,4000		30	1,875	857,1	0,8571
15	0,938	428,6	0,4286		31	1,938	885,7	0,8857
16	1,000	457,1	0,4571		32	2,000	914,3	0,9143

Factores de conversión

Ejemplos de conversión de unidades de vacío		
Lectura en PSIA	Lectura en pulgadas de mercurio [”Hg]	Lectura en milímetros de mercurio absolutos [mm Hg absolutos]
14,7 PSIA	0 ”Hg	760 mm Hg absolutos
12,2 PSIA	5 ”Hg	633 mm Hg absolutos
9,8 PSIA	10 ”Hg	506 mm Hg absolutos
7,3 PSIA	15 ”Hg	379 mm Hg absolutos
4,8 PSIA	20 ”Hg	252 mm Hg absolutos
2,4 PSIA	25 ”Hg	125 mm Hg absolutos
0,5 PSIA	28,9 ”Hg	25 mm Hg absolutos
0,0 PSIA	29,9 ”Hg	0 mm Hg absolutos

SECCIÓN I:

Pasado, presente y futuro de los refrigerantes

Introducción

En 1928, C.F. Kettering, vicepresidente de General Motors, decidió que si la industria de la refrigeración quería llegar a alguna parte, necesitaba un nuevo refrigerante. Habló con Thomas Midgely y le pidió que buscara uno. Tres días después de que le encomendaran esta tarea, Midgely y sus socios habían sintetizado diclorodifluorometano (CFC-12) y demostraron que no era inflamable y que tenía una toxicidad excepcionalmente baja. Con este descubrimiento, nació la industria de los refrigerantes de fluorocarbono y se hizo posible el rápido crecimiento de la industria de los sistemas de refrigeración y de aire acondicionado.

La industria del refrigerante ha ido cambiando y evolucionando desde entonces. En los años de desarrollo de nuevos refrigerantes, la preocupación por el calentamiento global y el ozono empezaron a surgir. A medida que esas cuestiones han llegado a la vanguardia de la industria, productos más nuevos y más ecológicos se han introducidos y aprobados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA), con la más reciente siendo la R-1234yf, R-744 (dióxido de carbono), y la R-152a.

Estructura molecular y terminología

La mayoría de los refrigerantes actualmente en uso son compuestos que contienen carbono, flúor, generalmente cloro, y algunas veces de hidrógeno, bromo, o yodo. Cuando un refrigerante es referido como un CFC, el refrigerante contiene cloro, flúor y carbono. Cuando un refrigerante es referido como un HCFC, el refrigerante contiene hidrógeno, cloro, flúor y carbono. Cuando un refrigerante es referido como un HFC, el refrigerante contiene hidrógeno, flúor y carbono. Los refrigerantes HFO también contienen hidrógeno, flúor y átomos de carbono; sin embargo, la diferente configuración contribuye a su reducida vida útil si se liberan a la atmósfera.

CFC

Los refrigerantes más conocidos son los clorofluorocarbonos (CFC). Como el mismo nombre indica, estos refrigerantes están compuestos por cloro, flúor y carbono, y por eso su abreviatura es CFC. Por cuanto no contienen hidrógeno, los CFC son muy estables desde el punto de vista químico, incluso cuando se liberan a la atmósfera. Sin embargo, como contienen cloro, los CFC están dañando la capa de ozono estratosférico que se encuentra a gran altitud alrededor de la superficie terrestre. La capa de ozono es lo que nos protege contra el exceso de radiaciones ultravioletas provenientes del sol. La conjugación de estas dos características confiere a los refrigerantes CFC un gran potencial de agotar el ozono (ozone depletion potencial, ODP) y ha convertido a estos refrigerantes en el objetivo de leyes que reducirán su disponibilidad y utilización. Su fabricación fue suspendida a partir del 1° de enero de 1996. El R-12 es un CFC y con frecuencia se hace referencia a este refrigerante con el nombre de CFC-12.

HCFC

Otra categoría de refrigerantes actualmente disponibles son los hidroclorofluorocarbonos (HCFC). A pesar de que contienen cloro, que daña la capa de ozono, también contienen hidrógeno, lo que los hace menos estables químicamente cuando ingresan a la atmósfera. Cuando son liberados en las capas inferiores de la atmósfera, estos refrigerantes se descomponen, así que muy pocas cantidades llegan a la capa de ozono. Por lo tanto, los HCFC son los refrigerantes con menor potencial de agotar el ozono (ODP). El HCFC-22, también conocido como R-22, ha sido utilizado ampliamente durante muchos años en sistemas de aire acondicionado integral y de instalación en ventanas.

HFC

Los refrigerantes de Hidrofluorocarbono (HFC), que no contienen cloro en absoluto, se han desarrollado. Estos refrigerantes tienen un potencial de agotamiento del ozono de cero, pero probablemente todavía contribuyen al problema del calentamiento global. (19S2-7)HFC-134a (1,1,1,2- tetrafluoroetano $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$) ha sustituido CFC-12 y HCF-22 en un gran número de aplicaciones MVAC.

Refrigerantes de reemplazo

La grave preocupación en torno al agotamiento de la capa de ozono estratosférico que protege a nuestro planeta y a los efectos de los refrigerantes de CFC sobre este agotamiento dio lugar a la reducción progresiva de la producción de todos los refrigerantes de CFC, entre ellos el R-12, para el 1° de enero de 1996. Investigaciones recientes sobre el agotamiento del ozono indican que la situación actual es mucho peor de lo que se creyó en un principio.

Las principales consideraciones que deben tomarse en cuenta en relación con cualquier refrigerante nuevo son su estabilidad química en el sistema, toxicidad, inflamabilidad, características térmicas, eficacia, facilidad para detectar las fugas, efectos ambientales, compatibilidad con los materiales del sistema, compatibilidad con los lubricantes y costo. En términos generales, el HFC-134a ha reemplazado al CFC-12 en todas aplicaciones utilizadas en vehículos automotores.

Los HFC como el 134a no agotan el ozono, aunque sí contribuyen con el calentamiento global, a causa del efecto invernadero; por lo tanto, la recuperación y el reciclado son actividades que seguirán llevándose a cabo, independientemente de los refrigerantes nuevos que se desarrollen. Asimismo, el reciclado tiene sentido desde el punto de vista económico, debido al costo de los nuevos refrigerantes y a los impuestos que se aplican a los refrigerantes más tradicionales. Ya desde 1992, en los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores se viene utilizando HFC134a en lugar de CFC-12.

(19S2-5)(19S2-6) No existen refrigerantes que sean sustitutos exactos para ninguna categoría de equipos. Esto significa que siempre es necesario hacer algunos cambios en el equipo o los materiales de fabricación de un sistema para poder convertirlo de modo que utilice un refrigerante de reemplazo. No es posible extraer el refrigerante que utiliza un sistema y sencillamente sustituirlo con otro refrigerante. Por lo general, entre otras modificaciones necesarias, hay que cambiar las juntas incompatibles y el lubricante. Actualmente se están diseñando filtros deshidratadores, compresores y juntas que sean compatibles con los CFC, HCFC, HFC y sus aceites; sin embargo, la sustitución de estos componentes no se lleva a cabo sin problemas. **Los nuevos aceites sintéticos (aceites poliol éster, POE) que se están utilizando con refrigerantes de HFC son incompatibles con tan sólo 1% del aceite residual (lubricantes PAG o aceites minerales tradicionales) presente en el sistema.**

NOTA: El HFC-134a aún supone algunos problemas en relación con los lubricantes compatibles. Los lubricantes que normalmente se utilizan con el CFC-12 no se mezclan con el HFC-134a. Los polialquilenglicoles (PAG) se mezclan de forma adecuada con el HFC-134a a temperaturas bajas, pero experimentan problemas a temperaturas elevadas, además de que son incompatibles con los cojinetes de aluminio y el aislamiento hermético de poliéster de los motores. **Los lubricantes sintéticos a base**

de ésteres (POE) para el HFC-134a no tienen esos problemas, pero son incompatibles con los aceites minerales y lubricantes PAG existentes.

Las propiedades termodinámicas del HFC-134a son similares a las del CFC-12 y, si se rediseña el equipo de forma apropiada, su eficiencia puede ser similar. En las aplicaciones utilizadas en vehículos automotores, la capacidad sufre reducciones tan sólo menores.

La EPA ha enumerado recientemente HFO-1234yf, dióxido de carbono y HFC 152a como refrigerantes alternativos, dadas las condiciones apropiadas. Estas alternativas no agotan la capa de ozono ni tampoco impactan en nuestro clima tan fuertemente como el CFC-12 o HFC-134a.

HFO-1234yf tiene un potencial de calentamiento atmosférico de 4 y no es muy inflamable pero puede ser utilizado con seguridad. Puede ser utilizado sólo en nuevos vehículos de pasajeros y camiones ligeros y está sujeto a condiciones de uso. Los sistemas que utilizan MVAC HFO-1234yf deben cumplir con todos los requisitos de seguridad de SAE J639, incluyendo requisitos para una etiqueta de advertencia refrigerante inflamable, interruptor del compresor de corte de alta presión y dispositivos de alivio de presión y accesorios únicos. Para las conexiones con los contenedores de refrigerante para su uso en el servicio profesional, los accesorios de uso deben ser compatibles con la norma SAE J2844.

El dióxido de carbono (CO₂) tiene un PCG de 1 y es aceptable, sujeto a condiciones de uso, sólo para vehículos nuevos. Opera de cinco a diez veces mayor presión que otros sistemas MVAC. El CO₂ puede ser liberado en el medio ambiente, pero requiere el uso de equipos de manipulación de refrigerante certificados, como lesiones graves y la asfixia pueden ocurrir con una rápida expansión cuando es liberado. Los dispositivos de mitigación tienen que estar disponibles para su uso en el caso de que una fuga de refrigerante resulte en las concentraciones de CO₂ que exceden el STEL de 30.000 ppm como promedio más de 15 minutos en el espacio libre de pasajero y el límite máximo de 40.000 ppm en la zona de respiración de pasajeros. El uso de CO₂ debe adherirse a las condiciones estándar identificados en SAE J639.

HFC-152a tiene un potencial de calentamiento atmosférico de 124 y es aceptable, sujeto a condiciones de uso, sólo para vehículos nuevos. Es moderadamente inflamable y puede llevarse a cabo con más fuerza en el futuro. Los dispositivos de mitigación tienen que estar disponibles para su uso en el caso de que una fuga de refrigerante resulte en las concentraciones de R-152a que superan el 3,7% v/v o superior en cualquier parte del espacio libre y de pasajeros para más de 15 segundos cuando el vehículo está en marcha. El uso de R-152a debe adherirse a las condiciones estándar SAE J639 identificadas en, incluyendo accesorios únicos y una etiqueta de advertencia de refrigerante inflamable, así como la norma SAE J2773, "Directrices de Refrigerante para Análisis de Seguridad y Riesgos para el Uso en Sistemas de Aire Acondicionado Móviles."

Cilindros de refrigerante desechables

Tamaño y códigos de color

Los refrigerantes normalmente vienen en contenedores desechables destinados al uso por parte de personal de servicio de aparatos de refrigeración y aire acondicionado. Los cilindros desechables se fabrican en tamaños que van desde 1 libra hasta 50 libras (0.45 a 23 kg) de capacidad y nunca deben recargarse. Las empresas de fabricación y envasado de refrigerantes utilizan de forma voluntaria un código de color para los cilindros de sus productos de refrigeración. El código de color para el R-12 es el blanco, mientras que para el R-134a es el azul claro.

Regulaciones

Los cilindros desechables se fabrican de acuerdo con las especificaciones establecidas por el Departamento de Transporte (Department of Transportation, DOT) de los Estados Unidos. El DOT tiene autoridad jurídica en relación con el transporte comercial de materiales peligrosos. Los cilindros desechables fabricados para CFC están diseñados para cumplir o superar la Especificación 39 del DOT.

El transporte de cilindros rellenos DOT 39 es ilegal y sujeto a una multa de una sanción de multa hasta \$25,000 y cinco años de prisión. El uso de un cilindro relleno DOT 39 también viola las regulaciones de OSHA y el lugar de trabajo también puede violar las leyes estatales.

Seguridad

Todos los cilindros están provistos de un dispositivo de seguridad diseñado para aliviar la presión del cilindro antes de que éste alcance el punto de ruptura. La presión en los cilindros puede aumentar excesivamente por diversas causas; sin embargo, la principal de ellas es el sobrecalentamiento. Cuando las temperaturas suben, el refrigerante líquido se expande y ocupa el espacio del vapor por encima de la línea del líquido, lo que hace que la presión aumente gradualmente en tanto haya espacio de vapor disponible para la expansión. Sin embargo, si no hay espacio de vapor disponible porque el cilindro se encuentra lleno en exceso (y no está equipado con una válvula de alivio de presión), el líquido seguirá expandiéndose sin tener espacio para hacerlo y ocurrirá una ruptura del cilindro. Cuando ocurre la ruptura del cilindro, el descenso de la presión hace que el refrigerante en estado líquido pase violentamente a la fase vapor y mantenga el comportamiento explosivo de la ruptura hasta que todo el líquido se haya vaporizado. La ruptura de un cilindro que contiene un refrigerante líquido que se convierte instantáneamente en vapor es mucho peor que la ruptura de un cilindro de aire comprimido a la misma presión.

Peligros asociados a la reutilización

Los cilindros desechables se fabrican de acero. Tarde o temprano, el óxido puede debilitar el cilindro hasta hacer que sus paredes no puedan contener durante más tiempo el refrigerante comprimido. Los cilindros deben almacenarse y transportarse en condiciones ambientales secas. Los cilindros que presenten signos de oxidación extrema deben vaciarse y desecharse de modo adecuado.

Eliminación

Los cilindros desechables vacíos deben vaciarse (es decir, debe extraerse el refrigerante contenido en su interior hasta que la presión descienda hasta crear un vacío). Entonces puede cerrarse la válvula del contenedor y puede marcarse en el contenedor como vacío. De esta manera, el contenedor se encontrará listo para ser eliminado. Aun cuando la EPA no lo exige a los técnicos certificados conforme a la Sección 609, recomendamos que a continuación se abra la válvula del cilindro para permitir que entre aire y que el cilindro se inutilice (sin cerrar la válvula) rompiendo la válvula o perforando el contenedor. De esta manera se evitará que personas sin la debida capacitación hagan un mal uso del contenedor. Los cilindros usados pueden reciclarse junto con otra chatarra. Nunca deje cilindros usados con residuos de refrigerante al aire libre donde puedan oxidarse. La presión interna de un cilindro con una onza de líquido refrigerante es exactamente la misma que la de un cilindro completamente lleno. Un cilindro abandonado termina deteriorándose y puede explotar.

Cilindros recargables

Ahora existen cilindros recargables, denominados también cilindros de recuperación o tanques de recuperación, para el transporte de refrigerantes usados en la industria de los aparatos de refrigeración y de aire acondicionado. Estos cilindros recargables se utilizan para los mismos refrigerantes que los cilindros desechables. Además de los cilindros desechables y retornables, el Departamento de Transporte (DOT) también regula el diseño, la fabricación y las comprobaciones de los cilindros recargables que se utilizan para el traslado de refrigerantes.

Los cilindros de recuperación están pintados de color amarillo en el área del hombro y 12 pulgadas hacia abajo en los laterales. El fabricante pinta el resto del cuerpo de los cilindros de color gris. Sin embargo, recomendamos que se pinte una franja de color en el tanque, siguiendo la convención de códigos de colores para los cilindros de refrigerantes nuevos (blanco para el R-12 y azul claro para el R-134a), a fin de indicar el tipo de refrigerante recuperado almacenado en el tanque y reducir al mínimo la posibilidad de que se mezclen refrigerantes accidentalmente. Asimismo, recomendamos que los técnicos de refrigeración que utilizan máquinas de reciclado utilicen un tanque de recuperación "LIMPIO" para el refrigerante reciclado y un tanque

de recuperación "SUCIO" para el refrigerante recuperado no reciclado. La identificación de los tanques de recuperación como "limpio" y "sucio" ayudará a evitar la contaminación de un refrigerante limpio al introducirlo en un tanque de recuperación que ha contenido anteriormente refrigerante sucio. Con el aumento del costo del refrigerante, el valor del refrigerante almacenado en un tanque de recuperación de 50 libras (18.6 kg) puede quintuplicar el costo del tanque de recuperación. Separar el refrigerante limpio del sucio recuperará el dinero con mucha rapidez.

Sobrecarga

Cada cilindro tiene una "calcomanía de advertencia" que previene al usuario contra el contacto físico o la exposición al refrigerante y contra la utilización del refrigerante del cilindro si tiene presión de vapor superior a los 318 psig a una temperatura de 130 °F (54 °C).

Pruebas que deben hacerse periódicamente a los cilindros

Como ya se dijo, debe prestarse atención a la utilización de los diversos refrigerantes en los cilindros que están expuestos al ambiente. Aun cuando el interior de estos cilindros debe permanecer libre de humedad, no es posible evitar la presencia de humedad en el exterior de los mismos. Por lo tanto, pueden oxidarse, y de hecho se oxidan, así como también sufren otros daños como consecuencia de una manipulación incorrecta. Éstas son sólo algunas de las razones por las que los cilindros deben someterse a pruebas cada cinco años.

Las válvulas deben ser examinadas periódicamente, especialmente la válvula de alivio. Revise para asegurarse de que nada está obstruyendo la válvula de alivio y que no ha sufrido deterioro visual o daños. Si observa alguna anomalía, vacíe el cilindro y tenga el tanque reparado. Nunca utilice un cilindro con una válvula de alivio de presión defectuosa o con deficiencias estructurales obvias. La norma SAE J2296 "Prueba Rodante de Contenedor Refrigerante " explica el procedimiento para inspeccionar un cilindro de refrigerante utilizado para el refrigerante de recuperación/reciclaje y equipo de carga cuando dando servicio de los sistemas móviles de aire acondicionado (AC).

Seguridad de los refrigerantes

Consideraciones generales sobre seguridad

Debe prestarse especial atención a las siguientes consideraciones generales de seguridad relativas a los refrigerantes de fluorocarbono. Antes de utilizar o manipular cualquier refrigerante, el personal debe conocer todos los aspectos de seguridad relacionados con el producto específico. Esto tiene una importancia particular en el caso de algunos refrigerantes de reemplazo nuevos cuyas pruebas no han terminado o cuyos efectos en el largo plazo para la salud todavía se desconocen. Puede solicitarse

al fabricante información sobre la seguridad de un producto específico en cualquier momento.

Peligros para la salud

El contacto de refrigerantes de fluorocarbono con la piel o los ojos puede ser irritante y provocar la congelación. Aun cuando la toxicidad de los refrigerantes tradicionales de fluorocarbono es baja (gracias a su estabilidad química), existe un riesgo de muerte o lesiones en situaciones poco usuales o si se utilizan intencionalmente de manera incorrecta. Los vapores son varias veces más pesados que el aire. Debe proporcionarse una buena ventilación en las áreas en las que pudieran acumularse grandes concentraciones de vapores pesados y desplazar el oxígeno. La inhalación de vapor de refrigerante concentrado es peligrosa y puede ser letal. La exposición a niveles de fluorocarbonos superiores a los niveles de exposición recomendados puede causar pérdida de la capacidad para concentrarse y somnolencia. Se ha informado de casos de arritmia cardiaca fatal en personas que han estado accidentalmente expuestas a niveles elevados. Los niveles de exposición de algunos de los refrigerantes de reemplazo nuevos son inferiores que los de los refrigerantes que usted conoce.

Primeros auxilios

En caso de inhalación, lleve a la víctima a un lugar donde pueda respirar aire fresco. Si la víctima no respira, proporciónese respiración artificial. Si la víctima respira con dificultad, debe administrársele oxígeno. Evite los estimulantes. No le administre adrenalina (epinefrina), ya que puede complicar los posibles efectos sobre el corazón. Contacte a un médico. En caso de contacto con los ojos, lávelos con abundante agua durante por lo menos 15 minutos. Contacte a un médico. Enjuague con agua tibia (no caliente) la piel expuesta o utilice algún otro medio para calentar lentamente la piel.

Otros peligros

La mayoría de los compuestos halogenados se descomponen a temperaturas mayores a las que están asociadas con las llamas de gas o los calentadores eléctricos. Las sustancias químicas que se producen en estas circunstancias siempre incluyen el ácido fluorhídrico. Si el compuesto contiene cloro, también se formará ácido clorhídrico y, si hay una fuente de agua (o de oxígeno), se formará una cantidad menor de gas fosgeno. Afortunadamente, los ácidos halógenos tienen un olor muy marcado que pica en la nariz y pueden detectarse aun en concentraciones menores a su nivel tóxico. Estos ácidos sirven como agentes de advertencia de que ha ocurrido la descomposición. En caso de ser detectados, debe evacuarse el área hasta que el aire esté limpio de los productos de la descomposición. Algunos otros refrigerantes de reemplazo tienen límites de exposición más bajos; por lo tanto, lea con atención las advertencias del fabricante y cumpla las medidas de precaución.

Medidas de precaución

- ▶ Lea siempre la etiqueta del producto y la hoja de datos de seguridad del material (MSDS, por sus siglas en inglés).
- ▶ Disponga siempre de ventilación adecuada.
- ▶ Nunca exponga estos productos a fuego, chispas o superficies calientes.
- ▶ Cuando manipule refrigerantes, utilice anteojos de seguridad con protección lateral, guantes impermeables y demás equipos o prendas de protección que el empleador o las circunstancias exijan. Asegúrese de que tenga fácil acceso a duchas y fuentes para el lavado de ojos para el caso de que se produzca contacto con la piel o los ojos.
- ▶ Guarde un aparato de respiración asistida en áreas de fácil acceso para el caso de que ocurra una concentración excepcionalmente elevada de vapor de refrigerante en las áreas de almacenamiento, manipulación o producción.
- ▶ Igual que en el caso de cualquier otra sustancia química, si ocurre un derrame, despeje inmediatamente el área y colóquese un respirador autorizado antes de volver al área.
- ▶ Médicos: No utilizar epinefrina para el tratamiento de una sobreexposición.
- ▶ Revisar SAE J2845 Formación de Técnicos de para el Servicio de Seguridad y Contención de Refrigerantes utilizados en los los sistemas AC Móviles.
- ▶ Revisar SAE J2211 Recomendaciones Prácticas de Servicio para la Contención de HFC134a.

Recomendaciones de seguridad para manejar cilindros de refrigerante

- ▶ Conserve el tapón de la conexión de salida puesto en la conexión de salida de la válvula, y mantenga la tapa de la válvula bien cerrada en el cuello del cilindro retornable en todo momento, salvo mientras esté descargando refrigerante.
- ▶ Mantenga el cilindro retornable asegurado en posición vertical.
- ▶ Nunca deje caer el cilindro ni lo golpee con un martillo ni con otro objeto.
- ▶ Nunca aplique vapor vivo o llama directa al cilindro.
- ▶ Nunca levante el cilindro agarrándolo por la válvula o por la tapa de la válvula.
- ▶ Nunca retire la válvula de un cilindro ni intente repararla.
- ▶ No intente forzar el dispositivo de seguridad.
- ▶ Nunca recargue los cilindros desechables.
- ▶ No retire ni intente alterar ninguna de las marcas permanentes de un cilindro. (Hacer esto es ilegal.)
- ▶ Tenga cuidado de no abollar, cortar o rayar el cilindro o la válvula.
- ▶ Proteja los cilindros contra la humedad, la sal y las sustancias químicas corrosivas.
- ▶ Abra la válvula siempre lentamente y ciérrela después de cada uso.
- ▶ No trate de utilizar un cilindro que esté oxidado o deteriorado de alguna otra forma; contacte al personal apropiado para su eliminación.
- ▶ Nunca deja un cilindro recargable o retornable abierto a la atmósfera, ya que podría entrar humedad en su interior y provocar que éste se oxide con rapidez.

Temas de repaso

- ▶ Los refrigerantes de clorofluorocarbono (CFC) se llaman así porque contienen los elementos cloro, flúor y carbono.
- ▶ Los CFC son los refrigerantes con mayor potencial para agotar el ozono (ODP) y son los más dañinos para el ozono estratosférico.
- ▶ Los refrigerantes de hidrofluorocarbono (HFC) contienen hidrógeno, flúor y carbono. El R-134a, conocido también como HFC-134a, es un refrigerante que no contiene cloro.
- ▶ Los refrigerantes de fluorocarbono HFC no dañan el ozono estratosférico; estos refrigerantes tienen un ODP equivalente a cero.
- ▶ El refrigerante HFO-1234yf es ligeramente inflamable pero no agota el ozono. Tiene un impacto significativamente menor en el sistema climático, con un potencial de calentamiento atmosférico de sólo el 4.
- ▶ Los aceites sintéticos a base de ésteres no pueden mezclarse con otros aceites.
- ▶ Cada vez que un técnico trabaje con solventes, productos químicos o refrigerantes que no conozca, deberá revisar siempre las hojas de datos de seguridad del material, que el fabricante está obligado por ley a proporcionar junto con estos componentes.
- ▶ No deben inhalarse los vapores o el rocío del refrigerante en altas concentraciones, ya que se ha demostrado que esto puede provocar en algunas personas irregularidades cardíacas o pérdida de la conciencia. Tome nota de las advertencias que vienen en el empaque. Asimismo, los refrigerantes son más pesados que el aire y pueden desplazar el aire de una habitación, dejándola sin aire para respirar (lo que puede producir asfixia). En la mayoría de los accidentes fatales con refrigerantes, la principal causa es la falta de oxígeno.
- ▶ La razón **MÁS IMPORTANTE** por la que uno **NUNCA** debe calentar un tanque de recuperación o de almacenamiento de refrigerante con una llama expuesta es que el tanque puede explotar y lesionar de gravedad a las personas que se encuentren en los alrededores.
- ▶ (19RR-9)Un cilindro recargable de refrigerante no debe llenarse por encima del 80% de su capacidad total.
- ▶ A altas temperaturas (es decir, las llamas abiertas, superficies metálicas brillantes, etc.), el CFC-12, así como los HCFC y HFC, pueden descomponerse para formar ácidos clorhídrico y fluorhídrico.

- ▶ Si ocurre una fuga grande de refrigerante, como por ejemplo si se vacía un cilindro lleno en un área cerrada, y no se tiene un equipo de respiración autocontenida disponible, debe desalojarse y ventilarse el área.
- ▶ Todos los cilindros de refrigerantes están protegidos con algún tipo de dispositivo para aliviar la presión.

SECCIÓN II:

El agotamiento del ozono estratosférico

Ozono estratosférico

El ozono es un gas, de color ligeramente azulado y olor acre. Está compuesto por tres átomos de oxígeno en cada molécula, mientras que el oxígeno que respiramos tiene dos átomos en cada molécula. **En términos químicos, el oxígeno es O₂, mientras que el ozono es O₃.** La "capa de ozono" está formada por el ozono que se encuentra en la estratosfera, muy por encima de la Tierra, a una altitud de entre 7 y 28 millas (entre 11 y 45 kilómetros). El ozono se forma por la acción de la luz ultravioleta (UV) del sol sobre las moléculas de oxígeno. (I9OD-1) La capa de ozono absorbe y dispersa la luz ultravioleta del sol, y de esta manera evita que lleguen a la Tierra cantidades nocivas de esta luz. Por ello, con frecuencia se hace referencia a la capa de ozono llamándola "escudo de ozono".

Ozono atmosférico

El ozono también puede encontrarse a veces en las capas inferiores de la atmósfera, donde nosotros lo respiramos. En estas capas inferiores, el ozono es producto de la radiación ultravioleta del sol sobre el smog y los contaminantes del aire durante los días calientes de verano. Esta situación no debe confundirse con la capa protectora de ozono que se encuentra en la estratosfera. El ozono que se encuentra en la superficie terrestre es un contaminante nocivo; en cambio, el ozono de la estratosfera actúa como escudo protector.

Agotamiento del ozono de la estratosfera

En junio de 1974, el profesor Sherwood Rowland y el Dr. Mario Molina, del Departamento de Química de la Universidad de California en Irvine, fueron los primeros en proponer la teoría de que determinados compuestos que contienen cloro podrían ser una amenaza para la capa de ozono estratosférico que rodea el planeta. La teoría Rowland-Molina afirma que los CFC terminarán dañando la capa de ozono estratosférico que protege al planeta de recibir niveles nocivos de radiación ultravioleta

procedente del sol. A continuación, se presenta un resumen de la teoría actual que la EPA sostiene.

Los refrigerantes que no contienen hidrógeno sino cloro son tan estables que no se descomponen en las capas inferiores de la atmósfera ni siquiera una vez transcurridos 100 años o más después de su liberación. Estas sustancias químicas se elevan gradualmente hacia la estratosfera, donde el cloro o el bromo reaccionan con el ozono y lo vuelven a convertir en oxígeno.

El "agujero de ozono" es un adelgazamiento de la capa de ozono estratosférico sobre la Antártida, que se produce durante la temporada de primavera antártica (otoño en el hemisferio norte). Ocurre sobre el continente Antártico debido al clima único en esa parte del mundo. Los fuertes vientos rodean la Antártida durante su invierno, aislando el continente de los vientos cálidos que de otro modo migran de latitudes más bajas en la superficie de la Tierra. El continente está en la oscuridad durante el invierno. Estos dos efectos se combinan para producir las temperaturas más frías de la Tierra; más frío que el Ártico. La estratosfera es normalmente demasiado seca para formar nubes, excepto en las temperaturas muy crudas alcanzadas durante el invierno antártico. A estas temperaturas gélidas, nubes de hielo y ácido nítrico, llamados nubes estratosféricas polares (PSC), forman la estratosfera sobre el continente de la Antártida. Reacciones químicas tienen lugar en la superficie de estas nubes, convirtiendo el cloro y bromo a partir de formas que no reaccionan con el ozono para otras formas menos estables que rompen con facilidad en presencia de luz solar y van a destruir la capa de ozono. Tanto las bajas temperaturas y la luz solar son críticas para el proceso de agotamiento del ozono estratosférico. Por lo tanto, es en la primavera, cuando el sol se levanta de nuevo y cuando las ventanillas únicas están todavía presentes, que se encuentra el agujero de ozono antártico. A medida que el sol calienta la región en la primavera, las nubes se disipan.

Esta área está siendo vigilada cuidadosamente para el grado en que el ozono de la estratosfera se adelgaza porque se ha encontrado que conduce a la reducción del ozono estratosférico en otras partes del mundo también. Se detectaron significativamente reducidos los niveles de ozono estratosférico en 1985, y los altos niveles de cloro se encontraron en 1986. Desde ese momento, los aviones y los instrumentos basados en tierra han indicado que el problema del agotamiento del ozono puede ser más grave de lo que se pensaba inicialmente.

Cuando se produce el agotamiento del ozono estratosférico, más radiación UV penetra en la superficie de la Tierra. Por otra parte, debido a la larga vida atmosférica de CFCs, lo que requerirá varias décadas para la capa de ozono para volver a las concentraciones anteriores. Como se dijo anteriormente, los compuestos que contienen bromo, que están contenidos en los extintores de incendios típicos Halon, reaccionan de la misma manera que los átomos de cloruro en la destrucción de la capa de ozono. En los años desde que se propuso por primera vez la teoría, la investigación científica sustancial ha apoyado la preocupación general que el aumento de la concentración en

la estratosfera de cloro y bromo plantean riesgos sustanciales de agotamiento del ozono que resulta en daño a la salud humana y el medio ambiente.

Se ha asignado a cada refrigerante de CFC y halón un factor que representa su capacidad relativa para destruir el ozono estratosférico. Conocido como factor de agotamiento del ozono o **potencial para agotar el ozono (ODP)**, esta escala se basa en que el CFC-11 tiene un factor asignado equivalente a 1. El CFC-12 tiene un ODP de 1.0, el HCFC-22 tiene un ODP de 0.05, y el HFC-134a tiene un ODP de 0.0.

Consecuencias para la salud y el ambiente

(190D-7)Apantallando la Tierra desde gran parte de la parte nociva de la radiación del sol, la capa de ozono estratosférico es un recurso crítico para salvaguardar la vida en este planeta. En caso de que se haya agotado la capa de ozono, más de los rayos dañinos del sol penetrarían a la superficie de la Tierra. Algunos científicos han afirmado que cada agotamiento de 1% del ozono aumenta la exposición a la radiación ultravioleta dañina en un 1,5% -2%. Evaluación de la EPA de los riesgos de enfoque al agotamiento del ozono en las siguientes áreas:

- ▶ Aumento de los cánceres de piel
- ▶ Supresión del sistema inmune humano respuesta
- ▶ Aumento de las cataratas
- ▶ Daños a la agricultura y la vida silvestre
- ▶ Daño a los organismos acuáticos
- ▶ Aumentos en el ozono troposférico
- ▶ El aumento del calentamiento global (Ver <https://www.epa.gov/ozone-layer-protection>)

A diferencia de muchos otros problemas ambientales, la protección del ozono estratosférico es un problema mundial. Los CFC y los halones se utilizan en numerosos países y, debido a la larga duración de su vida en la atmósfera, con el tiempo se han dispersado ampliamente. En consecuencia, la liberación de estos químicos en un país podría afectar de manera negativa la estratosfera sobre otros países y, por ende, la salud y el bienestar de sus ciudadanos. Muchos países desarrollados y algunos países en vías de desarrollo producen refrigerantes de CFC y halones. La mayoría de los países consumen estas sustancias químicas en una gran variedad de productos diferentes. Los Estados Unidos, por ejemplo, consumieron 29% de la producción mundial de clorofluorocarbonos. Otras naciones en vías de desarrollo utilizaron una cantidad significativa de estos productos. A fin de proteger la capa de ozono del daño que pueden causarle los CFC y los halones era fundamental que la solución fuese internacional.

Potencial de calentamiento global

Refrigerantes Hidrofluorocarbonos (HFC) como HFC-134a, no contienen cloro y por lo tanto tienen un potencial de agotamiento del ozono cero (ODP), sin embargo, todavía pueden contribuir al problema del calentamiento global causado por las emisiones de gases de efecto invernadero. El potencial de un gas que contribuye al calentamiento global se expresa en una escala relativa, conocido como el Potencial de Calentamiento Global o GWP. El GWP es informado en relación con el dióxido de carbono; Por lo tanto, un refrigerante con un PCG de 1000 tiene 1.000 veces mayor potencial para contribuir al calentamiento global que el dióxido de carbono. Tabla 2 las listas de la GWP y ODP de varios refrigerantes comunes. Europa está actualmente tomando medidas para cumplir con el Protocolo de Kyoto, que aboga por la reducción cuantitativa de gases de efecto invernadero (incluyendo HFC) para el periodo 2008-2012. Por lo tanto, Europa se restringe el uso de cualquier refrigerante con un potencial de calentamiento global (GWP) de más de 150. La Unión Europea ha adoptado un reglamento que prohíbe el uso de R-134a en todos los vehículos nuevos para el año 2017. En los EE.UU., la Regla de Cambio de Estatutos se finalizó en julio de 2015. Afirma que el HFC-134a ya no será permitido en los vehículos a partir del modelo año 2021.

Tabla 2. Impacto Ambiental de Varios Refrigerantes Comunes

Refrigerante	GWP	Potencial de Agotamiento de Ozono	Tiempo de Vida Atmosférica (Años)
CFC-12	10,900	1	100
HFC-134a	1,430	0	14
HFC-152a	124	0	1,4
HFO-1234yf	4	0	0,030
Dióxido de Carbono (R-744)	1	0	100

R-134a

HFC-134a (R-134a) es el refrigerante que sustituyó a R-12 en sistemas de aire acondicionado para automóviles. La industria del automóvil ha aceptado R-134a debido a su baja permeabilidad de la manguera, junto con eficiencias satisfactorias. R-134a es una molécula polar, lo que contribuye a su baja solubilidad en los lubricantes no polares tales como aceites minerales y por lo tanto nuevos lubricantes tuvo que ser desarrollado. R-134a no es corrosivo sobre el acero estándar, aluminio, y muestras de cobre. R-134a es considerado como uno de los refrigerantes más seguros aún

introducidos, basado en los datos de toxicidad actuales. El Programa de la Industria Química para el Ensayo Alternativo de Fluorocarbono de Toxicidad (PAFT) ensayó R-134a en una batería llena los estudios de toxicidad en animales de laboratorio. Los resultados indican que el R-134a no representa un peligro para el cáncer o defectos de nacimiento.

Los ingenieros del OEM y los fabricantes de productos químicos han examinado la inflamabilidad y corrosividad de cada potencial de sustituto I-12. Al igual que el CFC-12, el R-134a no es inflamable a la temperatura ambiente y presión atmosférica. Sin embargo (como con todos los refrigerantes), los equipos y sistemas de servicio de AC de vehículo nunca deben ser ensayados a presión o ensayados para detectar fugas de aire comprimido. Tales prácticas de servicio pobres introducen humedad y aceites (compresor de aire) minerales incompatibles en el sistema, pero aún más importante es que algunas mezclas de aire y R-134a han demostrado ser combustible a presiones elevadas. Estas mezclas pueden ser potencialmente peligrosas y causar lesiones o daños a la propiedad.

Posibles refrigerantes nuevos

Para hacer frente a los problemas del calentamiento global, los investigadores están estudiando varios posibles cambios del refrigerante. Estos refrigerantes no serían sustitutos directos para el R-12 o R-134a (no hay sustitutos directos para estos refrigerantes) pero en cambio requerirían completamente nuevos diseños de sistemas. Debido a que el propano (R-290), n-butano (R-600), isobuteno (R-600a), y mezclas de propano/butano tienen un bajo GWP (potencial de calentamiento atmosférico), que eran a la vez, considerados como refrigerantes potenciales; Sin embargo, sus niveles de inflamabilidad eran inaceptables con arreglo a las directrices de SNAP y ahora son ilegales para su uso en sistemas de MVAC en los Estados Unidos. Algunos de los refrigerantes que están siendo considerados debido a su bajo GWP (y cero ODP) son hidrofluoroolefin (HFO) -1234yf, dióxido de carbono (R-744), y R-152a (difluoroetano).

HFO-1234yf tiene un GWP de 4, el dióxido de carbono tiene un PCG de 1, y R-152a tiene un GWP de 140. Mientras que el HFO-1234yf y R-152a son refrigerantes inflamables, son Nuevas e Importantes Políticas Alternativas (SNAP) aprobadas. Los fabricantes de automóviles están considerando actualmente el HFO-1234yf, dióxido de carbono, R-152a.

HFO-1234yf es sinónimo de un compuesto específico: 1-doble enlace, 2-hidrógenos, 3-carbonos, 4-flúor, y yf-posición de los átomos de flúor. HFO-1234yf se considera "ligeramente inflamable" y tiene propiedades termodinámicas similares a R-134a. Las normas R-1234yf requieren equipos de servicio y evaporadores con características de seguridad que cubren esta preocupación. Además, las nuevas máquinas de Recuperación/ Reciclaje/ Recarga SAE J2843 deben presentar identificadores de refrigerantes integrados o un puerto USB para la conexión con un identificador de

mano. Los identificadores actuales no pueden identificar el refrigerante R-1234yf. Los vehículos equipados con sistemas de refrigerante de dióxido de carbono R-1234yf tienen accesorios de servicio únicos de lado alto y bajo, intercambiadores de calor internos, y núcleos evaporadores SAE estándar J2842 compatibles. La norma J2842 indica que un evaporador de un sistema de aire acondicionado no deberá ser reparado o extirpado con la intención de usarlo otra vez en el mismo u otro vehículo; es decir, los evaporadores con fugas deben ser reemplazados con un nuevo evaporador. Si un detector de fugas electrónico se va a utilizar con el R-1234yf, tiene que ser un detector de fugas electrónico certificado-J2913 por SAE; ciertos dispositivos de detección de fugas podrían ser una fuente de ignición, incluso con refrigerantes ligeramente inflamables. El color del cilindro de refrigerante HFO-1234yf es de color blanco con una raya roja según SAE J639; listar otros requisitos de contenedores SAE J2844 que son específicos para R-1234yf.

R-152a es 1,1-difluoroetano, también llamado simplemente difluoroetano. R-152a es un compuesto químico compuesto de carbono, hidrógeno y flúor. Su fórmula molecular es $C_2H_4F_2$ y es un líquido y gas inflamable bajo presión. La descomposición térmica genera productos tóxicos que pueden ser corrosivos en presencia de humedad. No hay efectos toxicológicos conocidos ni daño ecológico conocido causado por R-152a. A temperatura y presión estándar, es un gas incoloro. Se clasifica como un alifático halogenado. En el uso como refrigerante, tiene un bajo potencial de calentamiento global y recientemente ha sido aprobado para su uso en aplicaciones de automóviles como una alternativa a R-134a. También se encuentra comúnmente en productos de limpieza, electrónicos y muchos productos de aerosol para el consumidor que deben cumplir con los estrictos requisitos de compuestos orgánicos volátiles (COV). Los nuevos sistemas de MVAC HFC-152a son aceptables con la condición de que los sistemas de MVAC deben ser diseñados para evitar las concentraciones en la cabina de pasajeros que están por encima de 3.7% durante más de 15 segundos. Los vehículos equipados con un sistema de refrigerante R-152a tienen accesorios de servicio único del lado alto y bajo y un sistema de alivio dirigido. Sin embargo, de acuerdo con SAE J639, hasta que los sistemas de aire acondicionado móviles se hayan desarrollado para utilizar R-152a, no se han establecido normas SAE para el diseño del sistema, el equipo de servicio, o procedimientos de servicio. Las normas apropiadas de servicio R-152a se establecieron como parte de la evaluación de los refrigerantes de sustitución de la industria y se mantienen para la futura orientación de diseño y para evitar la contaminación-cruzada potencial de refrigerante.

El dióxido de carbono (R-744) también es un posible refrigerante, sin embargo las presiones mucho más altas impedirían el uso de mangueras flexibles, y el refrigerante estaría operando por encima del punto crítico a las temperaturas de rechazo de calor. Esto se traduce en un ciclo de eficiencia mucho menor. Es muy poco probable que un sistema tradicional MVAC accionado por eje se desarrollaría si el CO_2 se utiliza como refrigerante. Parece que R-152a es mucho más probable. Sin embargo, si un sistema de CO_2 MVAC fuera desarrollado, el sistema de CO_2 sería aceptable para la EPA bajo la condición de que el sistema de MVAC fue diseñado para evitar concentraciones en la cabina de pasajeros que están por encima del 3% durante más de 15 minutos. Los

sistemas que utilizan un sistema refrigerante CO₂ tienen accesorios de servicio únicos del lado alto y bajo. Al igual que con los sistemas que utilizan R-1234yf, un evaporador de fugas debe ser reemplazado con un nuevo evaporador. El color del cilindro de refrigerante de CO₂ es gris según SAE 2845.

Propano y butano se utilizan en Europa para aplicaciones de aire acondicionado. Sin embargo, el propano, isobutano, y todos los otros refrigerantes inflamables, excepto el HFO-1234yf y HFC-152a, se han encontrado inaceptables en el marco del programa SNAP y son de uso ilegal en los EE.UU.

Los nuevos sistemas pueden ser diseñados para funcionar de forma segura con los refrigerantes inflamables, como lo demuestra el uso de HFO-1234yf, que se usa actualmente en muchos coches. Demostrando que un refrigerante inflamable puede ser utilizado con seguridad en los sistemas actuales, existentes o nuevos, requiere una evaluación completa, detallada y evaluación de riesgo científicamente válida. EPA ha solicitado una evaluación de riesgo para los refrigerantes inflamables desde el inicio del programa SNAP en 1994. Una evaluación debe abordar los posibles escenarios de fugas, tales como colisiones, los errores de servicio, y los procedimientos de eliminación. Además, la evaluación debe tener en cuenta las fuentes de ignición que van desde encendedores o fósforos a las chispas causadas durante una colisión.

La Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) ha desarrollado estándares para máquinas de recuperación y recuperación/reciclaje que se van a utilizar con los refrigerantes inflamables. Las normas son Equipos de Recarga/Recuperación/Reciclado J2843 "R-1234yf para Refrigerantes Inflamables para Sistemas Móviles de Aire Acondicionado", que es específico para HFO-1234yf. Se requiere que el equipo utilizado para recuperar los refrigerantes y proveer para la recarga precisa de los sistemas móviles de aire acondicionado esté certificada para cumplir con todos los requisitos de rendimiento SAE, así como los requisitos internacionales/regionales de construcción y seguridad. La comprobación de fugas de presión debe llevarse a cabo con el ventilador de climatización en bajo, y el detector de fugas compatible SAE J2913 se ajusta a la sensibilidad alta (4 gramos por tasa de fuga año). Las máquinas abordadas en J2843 no funcionarán con cualquier otro refrigerante inflamable. J2851 "Equipo de Recuperación de Refrigerante Contaminado de Sistemas Automotrices de Aire Acondicionado" proporciona los requisitos mínimos de rendimiento y funcionamiento de los equipos utilizados para recuperar refrigerante contaminado o para recuperar el refrigerante en las instalaciones que no dan servicio a sistemas MAC. Cualquier refrigerante recuperado con este equipo debe ser devuelto a un centro de regeneración de refrigerantes aprobado por la EPA que procesará o lo eliminará adecuadamente. El refrigerante recuperado con el equipo se detalla en esta norma no puede ser reciclado. El estándar SAE J3030, "Equipo de Recuperación de Refrigerante/Reciclaje/Recarga Automotriz Destinado a utilizarse con ambos R-1234yf y R-134a" establece los requisitos mínimos de equipo para el equipo que utiliza tanto el R1234-yf como R-134a en un circuito de refrigerante común que ha sido retirado directamente de, y está destinado para su reutilización en, sistemas móviles de aire acondicionado. Esto no se aplica a un equipo que tiene un recinto común con circuitos

separados para cada refrigerante, aunque se podría utilizar una cierta cantidad de circuitería separada para cada refrigerante. El equipo cubierto por J3030 permite el servicio más suave, más económico durante el período de transición entre el R-134a y R-1234yf.

Las curvas de saturación de presión y temperatura para los refrigerantes potenciales nuevos y existentes se presentan en Figure 1. Tabla 3 contiene el comportamiento de la temperatura de presión de R-152, Table 4 contiene el comportamiento de la temperatura de presión para el dióxido de carbono, y Tabla 5 contiene el comportamiento de la presión-temperatura de HFO-1234yf. El comportamiento de la presión-temperatura de HFO-1234yf es similar a R-134a, pero este refrigerante es muy diferente y "ligeramente inflamable." Claramente, el HFO-1234yf no será un pasaje en el sustituto directo de reemplazo para R-134a. A pesar de que la presión del dióxido de carbono es superior a 1000 psig a temperaturas ligeramente superiores a los 80°F, estos sistemas están siendo perseguidos por varios fabricantes de equipos originales (OEM).

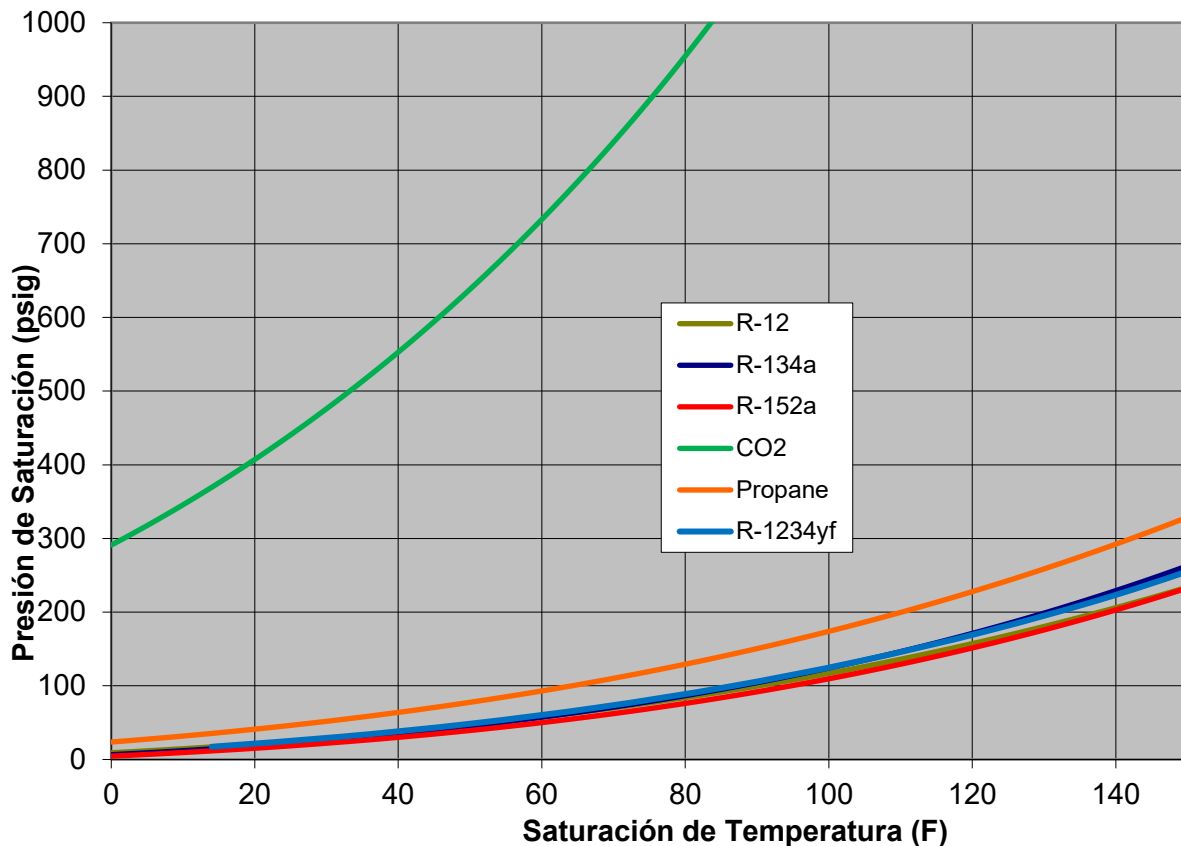


Figura 1. Relación de presión de la temperatura de saturación para algunos posibles refrigerantes

Tabla 3. Saturación Presión Temperatura

Temperatura (°F)	Presión (psig)	Temperatura (°F)	Presión (psig)
20	15	80	76
25	19	85	84
30	22	90	92
35	26	95	100
40	30	100	110
45	35	105	119
50	39	110	129
55	44	115	140
60	50	120	151
65	56	125	163
70	62	130	175
75	69		

Tabla 4. Tabla de Presión de Saturación de Temperatura para el Dióxido de Carbono (R-744)

Temperatura (°F)	Presión (psig)
20	407
25	441
30	476
35	513
40	553
45	594
50	638
55	684
60	733
65	784
70	838
75	895
80	955
85	1018
87,8 Temperatura de Punto Crítico	

Tabla 5. Presión de Saturación Tabla de Temperatura para HFO-1234yf

Temperatura (°F)	Presión (psig)
14	17
32	31
50	48
68	71
86	99
104	133
122	174
140	223
158	282
176	350
194	431

En las siguientes publicaciones recientes se explican con mayor detalle los posibles refrigerantes nuevos para sistemas de refrigeración y aire acondicionado: Las siguientes publicaciones recientes discuten con más detalle los posibles nuevos refrigerantes para aire acondicionado y refrigeración:

1. Leck, Thomas, J, "Evaluation of HFO-1234yf as a Potential Replacement for R-134a in Refrigeration Applications," DuPont Fluorochemicals, Chestnut Run Plaza, 4417 Lancaster Pike, Wilmington, Delaware, http://www2.dupont.com/Refrigerants/en_US/assets/downloads/SmartAutoAC/HFO-1234yf_IIR_Leck_paper.pdf
2. SAE Report # CRP1234, SAE International, http://www.sae.org/standardsdev/tsb/cooperative/crp_1234-4_report.pdf
3. Thundiyil, K. "US EPA MAC Regulatory Landscape," Alternative Refrigerant System Symposium, Phoenix, AZ, 2007. <http://www.sae.org/events/aars/presentations/2007thundiyil.pdf>
4. Bracey, D.T., Glogowski, T., llecki, R.W., "Testing Issues of Automotive Air-Conditioning Systems Using R-744 (Carbon Dioxide) Refrigerant," SAE 2001 World Congress, March 2001, Detroit, MI.
5. Keller, F. J., Liang, H., and Farzad, M., "Assessment of Propane as a Refrigerant in Residential Air-Conditioning and Heat Pump Applications," *Refrigerants for the 21st Century*, 57-65, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, 1997.
6. Ravis, E. and Bidone, A., "Isobutane-Propane Mixtures: Comparison With Traditional and Non-Traditional Refrigerants," *CFCs, The Day After*, 345-53, International Institute of Refrigeration, 1994.

7. Camporese, R., Bigolaro, G., Scattolin, M., and Rozza, F., "Propane, Cyclopropane, and Isobutane in Small Refrigeration Systems," *CFCs, The Day After*, 355-60, International Institute of Refrigeration, 1994.
8. Peixoto, R. A., Epof, S., and Parra, D., "Experimental Investigation on the Performance of Commercial Freezers Using HC-600a," *Proceedings of the 4th IIR-Gustav Lorentzen Conference on Natural Working Fluids at Purdue*, 159-65, 2000.
9. Corberan, J. M., et al., "Development of a High Efficiency Heat Pump Using Propane as the Refrigerant for Commercial Applications in Southern Europe," *Proceedings of the 4th IIR-Gustav Lorentzen Conference on Natural Working Fluids at Purdue*, 141-8, 2000.
10. Hammand, M. and Trawnah, R., "Hydrocarbon Refrigerants Performance in an Air Conditioning Unit," *Proceedings of the 4th IIR-Gustav Lorentzen Conference on Natural Working Fluids at Purdue*, 167-76, 2000.
11. Devotta, S., et al., "Comparative Life Cycle Testing of Hermetic Compressors with CFC-12 and HC-Blend," *Proceedings of the International Conference on Ozone Protection Technologies*, 194-202, 1997.
12. Granryd, E., "Hydrocarbons as refrigerants - an overview," *International Journal of Refrigeration* Vol. 24, pp. 15-24, 2001.
13. Maclaine-Cross, I.L., and Leonardi, E., "Comparative Performance of Hydrocarbon Refrigerants," I.I.F. - I.I.R. - Commissions E2, E1, B1, B2, Melbourne, Australia, February 1996.
14. Parmar, A. S., "Performance of Hydrocarbon Refrigerants in Motor Car Air-Conditioning," B.E. thesis, School of Mechanical and Manufacturing Engineering, The University of New South Wales, Sydney, 1995.

Temas de repaso

- ▶ El ozono en la estratosfera por encima de la Tierra consiste en moléculas que contienen 3 átomos de oxígeno (O₃).
- ▶ (19OD-8) Es el cloro y el bromo en refrigerantes que causan el agotamiento del ozono estratosférico.
- ▶ Los CFC son químicamente muy estables, y no se disuelven o rompen en el agua (por lo que no se eliminan por la lluvia). Debido a esta estabilidad química, son capaces de alcanzar la estratosfera.
- ▶ (19OD-3) CFCs tienen el potencial de agotamiento del ozono más alto (ODP) y son los más perjudiciales para el ozono estratosférico.
- ▶ HFC-134a no agota la capa de ozono, pero es un potente gas de invernadero.

- ▶ La capa de ozono protege a la Tierra de la radiación ultravioleta del sol. El cáncer de piel, aumento de cataratas y daños a los cultivos son sólo algunos de los resultados de los daños a la capa de ozono de la Tierra.
- ▶ Capturando y en última instancia eliminando el uso del clorofluorocarbonos está siendo hecho en los Estados Unidos para detener el daño a la capa de ozono estratosférico.
- ▶ Cuando se aborde quejas de los consumidores con respecto a expensas de servicio adicional debido a los esfuerzos de recuperación, el técnico tiene que explicar al cliente que es necesaria la recuperación para proteger la salud humana y el medio ambiente y que es requerido por la ley federal.
- ▶ Con algunos equipos más antiguos, apague el dispositivo de recuperación después de alcanzar el vacío de recuperación necesario en un sistema (aislar el sistema), y esperar unos minutos para ver si la presión del sistema aumenta, lo que indica que hay o refrigerante en forma líquida, refrigerante atrapado en el aceite, o una fuga en el sistema. Con algunos equipos nuevos, estos procesos están programados en la máquina, y se lleva a cabo la acción apropiada o se informa al usuario de cualquier problema. Los técnicos también pueden tener la opción de llevar a cabo los ensayos manuales.
- ▶ No condensables en un sistema de refrigeración dan lugar a una presión de descarga más alta.

SECCIÓN III: Regulaciones

Introducción

En la industria de la refrigeración existe algo de confusión con respecto a cuáles son las regulaciones actuales. Este capítulo pretende explicar los antecedentes de las regulaciones y, a continuación, ofrecer un resumen de las mismas.

La confusión existente se debe a que las regulaciones del Protocolo de Montreal no son leyes estadounidenses, sino un acuerdo entre naciones de seguir algunas normas. Los países que aceptan el Protocolo de Montreal (países signatarios) deben aprobar sus propias leyes para materializar los ideales del protocolo. Las leyes estadounidenses que se aplican a los técnicos de refrigeración en los Estados Unidos forman parte de la Ley del Aire Limpio y de las subsiguientes enmiendas a la Ley del Aire Limpio. Asimismo, están las reglas propuestas por la EPA, que son normas propuestas por este organismo para aplicar la Ley del Aire Limpio. Sin embargo, la EPA propone las normas y luego, después de un debate público, las perfecciona. Algunas personas pensaron erróneamente que las normas propuestas eran leyes, porque no lo eran. Muchas de estas normas propuestas han sido modificadas con base en los comentarios y las opiniones del público, inclusive de los fabricantes de equipos y los grupos técnicos. Las leyes vigentes que deben cumplirse en relación con la protección del ozono estratosférico (inclusive la relativas a la descarga a la atmósfera, la recuperación, el reciclado, la certificación de los equipos, la certificación de los técnicos, la eliminación, el mantenimiento de registros y la aplicación de las leyes) ya han terminado de redactarse y se explican en el Título 40 del Código de Regulaciones Federales, Partes 82.30 a la 82.42, y por lo general se hace referencia a ellas como la Ley del Aire Limpio, Sección 609, Requisitos que deben cumplir los técnicos y sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores. Para mayor comodidad, los requisitos fundamentales se han resumido en esta sección sobre los Requisitos establecidos en la Sección 609 de la Ley del Aire Limpio.

Primeros controles impuestos a los CFC

A principios de la década de 1970, los clorofluorocarbonos que se utilizaban como propelentes en los aerosoles constituían más de 50% del consumo total de CFC en los Estados Unidos. Más tarde, después de la preocupación suscitada inicialmente por la teoría expuesta por Rowland y Molina en 1974, la EPA y la Administración de Drogas y Alimentos (Food and Drug Administration, FDA) prohibieron en 1978 el uso de los CFC como propelentes en los aerosoles (las latas atomizadoras) en todas salvo unas pocas aplicaciones (en su mayoría, de uso médico). En 1986, dos nuevos hechos hicieron

que el público volviera a dirigir su atención a los clorofluorocarbonos. En primer lugar, se estableció la relación entre los CFC y la teoría del calentamiento global o "efecto invernadero". En segundo lugar, se hallaron nuevas pruebas científicas que demostraron que los CFC agotan el ozono estratosférico y que se había abierto un "hueco" en la capa de ozono sobre la Antártida.

El Protocolo de Montreal

En reconocimiento de la índole global del problema, el 16 de septiembre de 1987, en Montreal, Canadá, 24 naciones y la Comunidad Económica Europea (CEE) firmaron el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. La mayoría de las principales naciones productoras y consumidoras de CFC y halones firmaron dicho acuerdo. El 1.º de agosto de 1988, el Organismo para la Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency, EPA) de los Estados Unidos estableció las disposiciones de este acuerdo en forma de regulaciones para los Estados Unidos.

Requisitos establecidos en la Sección 609 de la Ley del Aire Limpio

Introducción

La Ley de Aire Limpio (CAA) de 1990 ordena a la EPA establecer los requisitos para evitar la liberación de sustancias que agotan el ozono. Las secciones que tratan de impedir la liberación de sustancias que agotan el ozono son las Secciones 608 y 609. Otras secciones del Título VI de la dirección de CAA otro aspecto de SAO, tales como la eliminación. Estas disposiciones de la CAA y revisiones posteriores están codificadas en el Código de Regulaciones Federales, en concreto el 40 CFR 80 Subparte B.

- ▶ Prohibiciones y prácticas necesarias se encuentran en 40 CFR 82.34.
- ▶ Equipos de manejo de refrigerantes aprobados se discute en el 40 CFR 82.36.
- ▶ Certificación, mantenimiento de registros y requisitos de notificación pública se encuentran en 40 CFR 82.42.
- ▶ Normas para el servicio y reparación de MVAC y electrodomésticos tipo-MVAC se cubre en 40 CFR, Subparte B, Apéndices A-F.
- ▶ Una visión general del programa de certificación de la Sección 608 se encuentra en 40 CFR 82.161.

Sección 608 se ocupa de los aparatos de aire acondicionado del edificio y inmóviles y requiere que los técnicos sean certificados en los Tipos I, II y III o Universal. Unidades

de refrigeración sobrecamino y aire acondicionado R-22 (HCFC), como las encontradas en los autobuses, también requiere la certificación Sección 608. El tema en esta sección que sea relevante para los técnicos MVAC implica cambios propuestos que requieren válvulas de cierre automático en pequeñas latas vendidas para servicio MVAC. Esta norma entrará en vigor en 2016.

Sección 609 se refiere a la industria de aire acondicionado de vehículos de motores móviles (MVAC). Los técnicos MVAC sólo pueden dar servicio a sistemas de A/C de vehículos de motor utilizados para enfriar los compartimientos de pasajeros. La venta de pequeños contenedores de refrigerante bajo 20 lbs., incluyendo las latas de una libra, se limita únicamente a las personas certificadas en la Sección 609. La certificación de técnico, según lo establecido por la EPA, es enseñar a los técnicos y poner a prueba su capacidad para manejar y recuperar los refrigerantes correctamente. Los técnicos también aprenderán acerca de las leyes promulgadas para proteger la capa de ozono estratosférico.

Los técnicos que reparan o prestan el servicio de cualquier sistema de MVAC deben estar capacitados y certificados por una organización aprobada por la EPA. Si un técnico ya está capacitado y certificado para manejar el CFC-12, no necesita ser re-certificado para manejar el HFC-134a.

Servicio a maquinarias agrícolas y vehículos de carga pesada

Las regulaciones que instrumentan las secciones 609 y 608 dan un tratamiento algo diferente a los aparatos de aire utilizados en vehículos automotores y los aparatos similares a los utilizados en vehículos automotores, así como a las personas que les hacen servicio. Una de las diferencias fundamentales es que las personas que hacen servicio a los aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores deben cumplir los requisitos de certificación técnica y de equipos conforme a la Sección 609 únicamente si “reciben contraprestación por el servicio,” mientras que las personas que hacen servicio a aparatos similares a los utilizados en vehículos automotores deben cumplir los requisitos de certificación técnica y de equipos estipulados en las regulaciones de las secciones 608 y 609, independientemente de si son o no compensados por su trabajo.

Otra diferencia es que las personas que hagan servicio a aparatos similares a los utilizados en vehículos automotores tienen la opción de certificarse como técnicos del Tipo II conforme a la Sección 608, en lugar de hacerlo como técnicos de aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores conforme a la sección 609, subparte B. Las personas que den servicio a los aparatos de aire acondicionado para vehículos automotores no pueden escoger: si realizan servicios remunerados en aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores deben certificarse como técnicos de aire acondicionado para vehículos automotores conforme a la Sección 609.

Estándares de pureza de los refrigerantes

(I9RR-1)Reciclado R-12 (CFC-12) que se ha retirado directamente, y destinado a ser devuelto, un sistema de aire acondicionado móvil no puede exceder el nivel de contaminantes según lo especificado por la norma SAE J1991:

- ▶ Humedad: 15 partes por millón (ppm) en peso.
- ▶ Aceite refrigerante: 4.000 ppm, en peso.
- ▶ Gases no condensables (aire): 330 ppm, en peso.

Grado de pureza del refrigerante R-12 reciclado o regenerado nuevo suministrado en contenedores procedentes de otras fuentes de reciclaje, para el servicio de los sistemas de aire acondicionado móviles, debe cumplir con el Estándar (AHRI) 700-2006 del Instituto de Calefacción y Refrigeración de Aire Acondicionado:

- ▶ Humedad: 10 partes por millón (ppm) en peso.
- ▶ Aire y otros gases No condensables: Menos de 1,5% en volumen
- ▶ Todas las Otras Impurezas Volátiles: Menos de 0,5% en peso.
- ▶ Punto Alto de Ebullición del Residuo: 0,01% en volumen
- ▶ Contenido de cloruro: Menos de 3 ppm
- ▶ Acidez: 1 ppm en peso (como HCl)
- ▶ Punto de ebullición: Menos de 0.5°F
- ▶ Impurezas no saturadas: Menos de 40 ppm

(I9RR-2)Reciclado R-134a (HFC-134a) que se ha retirado directamente, y destinado a ser devueltos a, un sistema de aire acondicionado móvil no puede sobrepasar el nivel de contaminantes según lo especificado por la norma SAE J2099:

- ▶ Humedad: 50 partes por millón (ppm) en peso. Nota: R-134a y sus aceites tienen una mucho mayor afinidad por el agua y son más difíciles de mantener secos
- ▶ Aceite Refrigerante: 500 ppm, en peso.
- ▶ Gases No Condensables (aire): 150 ppm, en peso.

Grado de pureza del refrigerante R-134a reciclado o regenerado nuevo suministrado en contenedores procedentes de otras fuentes de reciclaje, para el servicio de los sistemas de aire acondicionado móviles, deben cumplir con el Estándar AHRI 700-2006 (Instituto de Aire Acondicionado y Refrigeración):

- ▶ Humedad: 10 partes por millón (ppm) en peso.
- ▶ Aire y otros gases No condensables: Menos de 1,5% en volumen
- ▶ Todas las Otras Impurezas Volátiles: Menos de 0,5% en peso.
- ▶ Punto Alto de Ebullición del Residuo: 0,01% en volumen
- ▶ Contenido de cloruro: Menos de 3 ppm
- ▶ Acidez: 1 ppm en peso (como HCl)
- ▶ Punto de ebullición: Menos de 0.5°F
- ▶ Impurezas no saturadas: Menos de 40 ppm

HFO-1234yf (R-1234yr) reciclado que ha sido eliminado directamente de, y destinado a ser devuelto a un sistema de aire acondicionado móvil no puede exceder el nivel de contaminantes según lo especificado por la norma SAE J2099:

- ▶ Humedad: 50 ppm en peso
- ▶ Punto Alto de Ebullición de Residuos (lubricante): 500 ppm en peso
- ▶ Gases No condensables (aire): 1,5% en volumen a 23,9°C

Antes de la eliminación de R-1234yf a partir de un sistema de MAC, el refrigerante debe ser de al menos 98% puro y debe haber sido retirado directamente y destinado a ser devuelto a un sistema MVAC, que utiliza R-1234yf. Grado de pureza del refrigerante R-1234yf, reciclado o regenerado nuevo, se suministra en envases de otras fuentes de reciclaje, para el servicio de los sistemas móviles de aire acondicionado, debe cumplir con AHRI 700-2006 y SAE J2844:

- ▶ Humedad: 25 ppm, en peso.
- ▶ Aire y Otros No Condensables: Fase de menos del 1,5% de gas por volumen a 23,9°C
- ▶ Todas las Otras Impurezas Volátiles: Menos de 0,5% en peso.
- ▶ Punto Alto de Ebullición del Residuo: 0,01% en volumen
- ▶ Contenido de cloruro: Sin turbidez visible
- ▶ Acidez: 1 ppm en peso (como HCl)
- ▶ Punto de ebullición: N/A
- ▶ Impurezas no saturadas: N/A

Especificación relativa a las impurezas insaturadas

En 2006, tanto la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) como el Instituto de Refrigeración y Calefacción del Aire Acondicionado (AHRI) han aprobado normas de pureza de refrigerante más restrictas que limitan el nivel de impurezas insaturadas en el refrigerante HFC-134a y se reflejan en el nuevo estándar de pureza AHRI-700 para los refrigerantes nuevos y recuperados. El estándar AHRI contiene ahora la nueva especificación para limitar las impurezas no saturadas en HFC-134a a un nivel máximo de 40 ppm. El estándar SAE J2776 también contiene esta provisión. El término «no saturado» se refiere a todos los tipos de enlaces dentro de algunas moléculas en el refrigerante. Las moléculas que contienen dobles enlaces se llaman insaturadas. Los dobles enlaces en las moléculas insaturadas son más químicamente reactivas que los enlaces simples y por lo tanto aumentan la posibilidad de inestabilidad química y la probabilidad de que el refrigerante contendrá contaminantes que a menudo contribuyen a la formación de lodos o alquitrán. El SAE también ha desarrollado una nueva norma, J2683, para especificar los requisitos de pureza de refrigerante y contenedores para el dióxido de carbono (CO₂ R-744) que se utilizan en los sistemas de aire acondicionado móviles.

Prohibiciones

1. (19RG-4) A partir del 13 de agosto de 1992, ninguna persona que repare o dé servicio a vehículos automotores a cambio de una contraprestación puede dar servicio a aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores que guarde relación con el refrigerante de dichos aparatos sin utilizar de forma apropiada equipos de reciclado autorizados por la EPA (los equipos deben cumplir los estándares de las normas SAE) y siempre y cuando haya recibido la capacitación debida para ello y esté certificada conforme a un programa de certificación aprobado por la EPA para la Sección 609. En el caso de los entes de menor envergadura (personas o empresas que en 1990 realizaron menos de 100 trabajos de servicio a aparatos de aire acondicionado), si presentaron la certificación correspondiente, estos requisitos no entraron en vigor hasta el 1.º de enero de 1993. Sin embargo, a partir del 1.º de enero de 1993, esta ley se aplica a todos por igual, independientemente del tamaño de la organización y del número de servicios que hayan efectuado en el pasado.
2. Desde el 15 de noviembre de 1992, ninguna persona puede vender o distribuir, ni ofrecer para su venta o distribución, ninguna sustancia de Clase I o Clase II que pueda utilizarse como refrigerante en un aparato de aire acondicionado de vehículo automotor, envasado en un contenedor con menos de 20 libras (9 kg) de refrigerante, a persona alguna que no haya recibido capacitación apropiada y esté certificada conforme a la Sección 609. La única excepción a esta restricción de las ventas es que el comprador sea un revendedor del refrigerante y que haya certificado ante el vendedor, de forma satisfactoria para la EPA, su condición de revendedor. El R-12 es una sustancia de Clase I, mientras que el R-22 es una sustancia de Clase II. Los contenedores de refrigerante con más de 20 libras de refrigerante pueden venderse a personas que cuenten con la certificación conforme a la Sección 608 o a la Sección 609.
3. (19OD-2) Desde el 15 de noviembre de 1995, ha sido ilegal de ventilar sustitutos de los CFC y HCFC.
4. Desde el 29 de enero de 1998, es obligatorio reciclar el HFC-134a, así como también cualquier otro refrigerante de uso automotor, antes de reintroducirlo en el mismo aparato de aire acondicionado de vehículo automotor o de venderlo.

NOTA: Técnicos de HVAC/R Sección 608 no pueden comprar refrigerante en cantidades de menos de 20 libras.

Requisitos relativos al mantenimiento de registros

La Ley del Aire Limpio establece las siguientes normas en relación con el mantenimiento de registros:

1. Todos los propietarios de equipos de reciclado de refrigerante autorizados y certificados para su utilización en aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores deben mantener registros con los nombres y las direcciones de las plantas adonde envíen refrigerantes.

2. (19RG-3) Todos los propietarios de equipos de reciclado autorizados para los refrigerantes que se utilizan en aparatos automotrices de aire acondicionado deben mantener registros en los que se demuestre que todas las personas autorizadas para manejar los equipos están certificadas conforme a la Sección 609.
3. (19RG-2)(19RG-1) Todas aquellas personas que vendan o distribuyan sustancias de Clase I o Clase II (en contenedores con capacidad para menos de 20 libras de dichos refrigerantes) deben verificar que el comprador esté debidamente capacitado y tenga la certificación conforme a la Sección 609 y conservar el correspondiente registro. El vendedor debe tener una base razonable para considerar fidedigna la información presentada por el comprador.
4. Todos los registros deben conservarse durante un período de 3 años. Los entes que den servicio a sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores deben mantener los registros in situ y permitir a un representante de la EPA consultar todos los registros exigidos.
5. Notificación Pública también es requerida. Cualquier persona que lleva a cabo cualquier venta al por menor de una sustancia Clase I o Clase II, para las unidades de MVAC, y que está en un contenedor de menos de 20 libras, deben mostrar claramente un cartel que dice: "Se trata de una violación de la ley federal de vender contenedores de refrigerante de Clase I y Clase II de menos de 20 libras de tal refrigerante, a cualquier persona que no esté debidamente capacitado y certificado para operar equipos de reciclaje de refrigerantes aprobados".
6. Nuevos talleres de servicio deben certificar a su oficina regional de la EPA de que han adquirido y están correctamente usando el equipo de manipulación de refrigerantes aprobado. El formulario está disponible en <https://www.epa.gov/mvac/mvac-servicing-certification-form>; direcciones de las oficinas regionales de EPA pueden encontrarse en la segunda página de ese formulario. Este es un requisito de una sola vez. Si una tienda ha certificado la propiedad de una pieza de equipo CFC-12 o HFC-134a en cualquier momento en el pasado, *no se requiere* a la tienda a volver a presentar certificación de la EPA cuando compran nuevos equipos. Esto se aplica incluso si la tienda compra equipo para un refrigerante diferente, como el HFO-1234yf.

Requisitos de evacuación que deben cumplir los sistemas a los que se da servicio

Esto se aplica a todos los refrigerantes de Clase I y Clase II y sus sustitutos que se utilizan en sistemas MVAC.

(19RR-6)(19RR-10) Debe recuperarse el refrigerante hasta que la presión del sistema caiga a un vacío de 4" (o 102mm) de mercurio. El técnico de servicio debe asegurar que el nivel de vacío se mantiene (durante al menos 5 minutos la primera vez que revise y por lo menos 2 minutos para cualquier nueva comprobación). Quiere decir que el técnico MVAC debe comprobar que no hay ningún refrigerante restante siendo vaporizado para elevar la presión sobre la presión ambiente.

Requisitos de evacuación que deben cumplir los sistemas que van a eliminarse

Antes de la Norma Definitiva de la EPA del 29 de enero de 1998, las regulaciones de la EPA no abordaban la manera como puede reutilizarse, después de su recuperación, el refrigerante recuperado de un vehículo automotor que se encuentra en una planta de reciclado de materiales, un vertedero o cualquier otra planta de eliminación de vehículos automotores. Muchos técnicos de servicio y operadores de plantas de eliminación de vehículos automotores se equivocaron al creer que la EPA requería que el refrigerante extraído de un vehículo automotor que va a eliminarse no puede reciclarse y que debe enviarse a una planta de regeneración para poderlo reutilizar.

La Norma Definitiva incluye disposiciones con el objetivo de aclarar que los operadores de plantas de eliminación de vehículos automotores y los técnicos de servicio automotor certificados pueden reciclar y revender refrigerantes recuperados de vehículos automotores destinados a su eliminación. En concreto, la norma permite expresamente a los técnicos certificados conforme a la Sección 609 que recuperan refrigerante (ya sea CFC-12 o un sustituto) de vehículos automotores ubicados en plantas de eliminación para que saquen el refrigerante del lugar y lo reciclen en sus instalaciones de servicio de modo que pueda reutilizarse en otros vehículos automotores. Además, los propietarios y operadores de plantas de eliminación de vehículos automotores están autorizados a vender refrigerante recuperado de tales vehículos a técnicos certificados conforme a la Sección 609 para su reutilización en sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores. La EPA espera que la promoción de mercados para el refrigerante usado recuperado de tales vehículos sirva de incentivo para la recuperación y reutilización de refrigerantes. Tenga presente que estos cambios no incluyen el refrigerante recuperado de aparatos de uso doméstico destinados a su eliminación, como por ejemplo los refrigeradores; el refrigerante proveniente de estos aparatos debe enviarse a una planta de regeneración para poder ser vendido (o transferido de cualquier otra manera a otro propietario).

Conforme a las normas de la EPA, los equipos que normalmente ingresan en la cadena de eliminación con la carga intacta (como por ejemplo los aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores) están sujetos a requisitos especiales relativos a la eliminación segura. Según estos requisitos relativos a la eliminación segura, la última persona de la cadena de eliminación (por ejemplo, el reciclador de chatarra) es responsable de garantizar que el refrigerante sea recuperado del equipo antes de la eliminación definitiva del mismo. Sin embargo, otras personas de la cadena podrían extraer el refrigerante y proporcionar a la última persona documentación que atestigüe dicha extracción.

(19RR-5) Antes de desmantelar un equipo de aire acondicionado de vehículo automotor, debe recuperarse el refrigerante hasta alcanzar un vacío de por lo menos 4 pulgadas de mercurio (102 mm de mercurio). El técnico de servicio debe asegurarse de que el nivel de vacío se mantenga a 4 pulgadas de mercurio. Es decir, el técnico de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores debe asegurarse de que no queden

restos de refrigerante que se estén vaporizando y que puedan elevar la presión por encima de 4 pulgadas de mercurio.

Si el refrigerante recuperado va a enviarse a una planta de servicio de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores para ser cargado o recargado en un aparato de aire acondicionado de vehículo automotor o en un sistema similar a los utilizados en vehículos automotores sin regenerarlo previamente, el refrigerante debe recuperarse con un equipo autorizado de reciclado de refrigerantes dedicado exclusivamente a su uso en aparatos de aire acondicionado de vehículo automotor y sistemas similares a los utilizados en vehículos automotores. En este caso, deberá encargarse de hacer la recuperación un empleado o un técnico, el propietario o el operador de la planta de eliminación, certificado conforme a la Sección 609.

Una hoja informativa de la EPA titulada "Recuperación de Refrigerante en Instalaciones de Desecho de Vehículos de Motor," (disponible a través de la página web EPA) <https://www.epa.gov/mvac> proporciona más detalles sobre esta parte de la norma.

Requisitos de evacuación y eliminación de tanques desechables vacíos o casi vacíos

(19RR-7)Estos requisitos se aplican a todos los refrigerantes de Clase I y Clase II, así como a sus sustitutos, contenidos en tanques desechables (de menos de 20 libras/9 kg de capacidad original) utilizados por técnicos de servicio de aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores.

- A.** El refrigerante debe recuperarse hasta que la presión del sistema descienda hasta crear un vacío. No es necesario alcanzar un nivel de vacío específico. Sin embargo, el técnico de servicio debe asegurarse de que el vacío se mantenga. Una vez que se cree y se mantenga el vacío, el técnico puede cerrar la válvula del contenedor.
- B.** El contenedor debe marcarse como "VACÍO".
- C.** De esta manera, el contenedor se encontrará listo para ser eliminado.

Aun cuando la EPA no lo exige a los técnicos certificados conforme a la Sección 609, recomendamos que a continuación se abra la válvula del cilindro para permitir que entre aire y que se inutilice el cilindro (sin cerrar la válvula) rompiendo la válvula o perforando el contenedor. De esta manera se evitará que personas sin la debida capacitación hagan un mal uso del contenedor. (19RR-8)Los cilindros usados pueden reciclarse junto con otra chatarra. Nunca deben reutilizarse para ningún otro fin.

Nunca deje cilindros usados con residuos de refrigerante al aire libre donde puedan oxidarse. **La presión interna de un cilindro con una onza de líquido refrigerante es exactamente la misma que la de un cilindro completamente lleno.** Un cilindro abandonado termina deteriorándose y puede explotar si sus paredes se debilitan.

Requisitos de evacuación de tanques de transferencia de recuperación externos recargables vacíos

Estos requisitos se aplican a todos los tanques de recuperación externos recargables utilizados por los técnicos de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores cuando vaya a cambiarse el tipo de refrigerante con el que se utilizan o cuando vayan a comenzar a utilizarse y puedan estar contaminados con aire o con otros gases no condensables.

(19RR-4)El tanque recargable vacío debe evacuarse hasta por lo menos un vacío de 27 pulgadas de mercurio (686 mm de mercurio) antes de llenarse de refrigerante. (Por lo general, no se utiliza un dispositivo de recuperación, sino una bomba de vacío.) El técnico de servicio debe asegurarse de que el nivel de vacío se mantenga a 27 pulgadas de mercurio. Es decir, el técnico de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores debe asegurarse de que no quede agua que se esté vaporizando y que puedan elevar la presión por encima de 27 pulgadas de mercurio.

Requisitos de evacuación de los equipos de recuperación

Los requisitos de evacuación para el R-12 que se aplican a los equipos de recuperación se describen de modo exhaustivo en la norma J1990 de la SAE sobre equipos de extracción y reciclado para sistemas automotrices de aire acondicionado ("Extraction and Recycle Equipment for Mobile Automotive Air-Conditioning Systems"). Los requisitos de evacuación para el R-134a que se aplican a los equipos de recuperación se describen de modo exhaustivo en la norma J2810 de la SAE sobre equipos de recuperación de refrigerante HFC-134a (R-134a) para sistemas automotrices de aire acondicionado ("HFC-134a (R-134a) Refrigerant Recovery Equipment for Mobile Automotive Air-Conditioning Systems"). Los requisitos de evacuación para el R-134a que se aplican a los equipos de recuperación, reciclado y recarga de este refrigerante se describen de modo exhaustivo en la norma J2788 de la SAE sobre equipos de recuperación, reciclado de HFC-134a (R-134a) y recuperación, reciclado y recarga de HFC-134a (R-134a) para sistemas automotrices de aire acondicionado ("HFC-134a (R-134a) Recovery/Recycling Equipment and Recovery/Recycling/Recharging for Mobile Air-Conditioning Systems"). Estos requisitos se explican en mayor detalle en la Sección 4 del presente manual.

Restricciones de venta

En este momento, no hay ninguna restricción sobre la venta de HFC-134a, por lo que cualquiera puede comprarlo. Sin embargo, a partir de abril de 2016, la EPA emitió una norma propuesta en la que sólo técnicos certificados bajo la Sección 608 y 609 de la Ley de Aire Limpio pueden comprar refrigerante.

Normas de la Sociedad de Ingenieros Automotores (SAE)

La Sociedad de Ingenieros Automotores (Society of Automotive Engineers, Inc.) ha diseñado normas para la recuperación y el reciclado del refrigerante utilizado en sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores, así como también pautas de servicio para los técnicos de este tipo de sistemas.

SAE J051: Manguera de Aire Acondicionado Automotriz

SAE J639: Seguridad y Contención de Refrigerante para Sistemas Mecánicos de Compresión de Vapor utilizado para Sistemas Móviles de Aire Acondicionado

SAE J1627: Criterios de Desempeño para los Detectores Electrónicos de Fugas de Refrigerantes

SAE J1629: Declaraciones Preventivas para la Manipulación de HFC-134a durante el Servicio Móvil de Aire Acondicionado

SAE J1657: Criterios de Selección para Refrigerantes de Reconversión para Substituir R-12 en Sistemas Móviles de Aire Acondicionado

SAE J1660: Accesorios y Etiquetas para Reconversión de Sistemas Móviles de Aire Acondicionado R-12 a R-134a

SAE J1661: Procedimientos para Reconversión de Sistemas Móviles de Aire Acondicionado de R-12 a HFC-134a

SAE J1662: Compatibilidad para Refrigerantes de Reconversión con Materiales de Sistema de Aire Acondicionado

SAE J1732: Equipos de Extracción HFC-134a para Sistemas Automotrices Móviles de Aire Acondicionado

SAE J1771: Criterios para Equipo de Identificación de Refrigerante para el uso con Sistemas Móviles de Aire Acondicionado

SAE J1989: Procedimiento de Servicio Recomendado para la Contención de R-12.

SAE J1990: Equipos de Extracción y Reciclaje para Sistemas Automotrices Móviles de Aire Acondicionado

SAE J1991: Norma de Pureza para Uso en Sistemas Móviles de Aire Acondicionado

SAE J2064: Manguera de Refrigerante de Aire Acondicionado Automotriz R-134a

SAE J2099: Norma de Pureza para HFC-134a Reciclado para su Uso en Sistemas Móviles de Aire Acondicionado

SAE J2196: Servicio de Manguera para Aire Acondicionado Automotriz

SAE J2197: Servicio de Guarniciones de Manguera para Aire Acondicionado Automotriz

SAE J2209: Equipos de Extracción para Sistemas Automotrices Móviles de Aire Acondicionado

SAE J2788: Equipo de Recuperación/Reciclaje y de Recuperación/Reciclaje/Recarga HFC-134a (R-134a) para Sistemas Móviles de Aire Acondicionado

SAE J2211: Procedimiento de Servicio Recomendado para la Contención de HFC-134a.

SAE J2810: Equipos de Recuperación de Refrigerante HFC-134a para Sistemas Automotrices Móviles de Aire Acondicionado.

SAE J2843: Equipo de Recuperación/Reciclaje/Recarga R-1234yf para Refrigerantes Inflamables para Sistemas Móviles de Aire Acondicionado

SAE J2851: Equipo de Recuperación de Refrigerante Contaminado de Sistemas Móviles de Aire Acondicionado

SAE J3030: Equipo de Recuperación/Reciclaje/Recarga de Refrigerante destinado a Uso con Ambos R-1234yf y R-134a

Impuestos sobre los refrigerantes de CFC

El presupuesto federal de 1990 incluía cláusulas para impuestos específicos federales sobre la producción nueva, las existencias y las importaciones de CFC y halones. Estos impuestos entraron en vigor a partir del 1.º de enero de 1990 y se aplican al CFC-12. La Ley de Política Energética de 1992 (Energy Policy Act of 1992), sección 1931 de la Ley Pública 102-486 enmendó y aumentó aun más el impuesto específico (en vigor desde el 1.º de enero de 1993). El objetivo del gobierno es ofrecer incentivos económicos adicionales para aumentar el reciclado y fomentar la sustitución de estas sustancias. Este impuesto específico se cobra cuando el fabricante o el importador venden o utilizan los CFC. Los refrigerantes reciclados y regenerados están exentos de este impuesto. Asimismo, quienes tengan 400 libras (181 kg) o más de CFC regulados deben pagar un impuesto sobre las existencias.

El pago del impuesto debe depositarse usando el Formulario 8109, cupón de depósito de impuestos federales (Form 8109, Federal Tax Deposit Coupon), en un banco autorizado o un banco de la Reserva Federal. Además, deberá presentarse el

Formulario 720, Planilla para la declaración trimestral de impuestos específicos (Form 720, Quarterly Federal Excise Tax Return), y adjuntar el Formulario 6627 de impuestos ambientales (Environmental Tax Form 6627). Para obtener más información, diríjase al Servicio Interno Fiscal (Internal Revenue Service, IRS).

Aplicación de las leyes

Bajo la Sección 608 de la Ley de Aire Limpio, la liberación intencional (ventilación) de cualquier refrigerante es ilegal a menos que el refrigerante esté específicamente exento de la prohibición. CO₂ está exento en virtud del artículo 608, lo que significa que puede ventilarse legalmente. Sin embargo, la sección 609 requiere todavía que sean atendidos todos los sistemas de MVAC a través de la adecuada utilización de equipos de manipulación de refrigerante certificado por la EPA. Este requisito se aplica independientemente del refrigerante utilizado en el sistema MVAC. Por lo tanto, alguien revisando un sistema MVAC que usa CO₂ como refrigerante tendría que utilizar correctamente el equipo de manipulación de refrigerante certificado por la EPA.

EPA responde a los consejos de informes de ventilación. En virtud de la Ley de Aire Limpio, la EPA está autorizada para imponer multas de hasta \$37,500 por día por violación de cualquier violación de la ley. Estas cantidades en dólares son cifras máximas y no son necesariamente la cantidad que se evaluará en todos los casos.

Reglamentos Estatales y Locales

Los estados individuales no pueden aprobar leyes para disminuir los requisitos federales o invalidar la ley federal; Sin embargo, los gobiernos estatales y locales pueden establecer leyes que contienen regulaciones más estrictas que las regulaciones Ley de Aire Limpio / EPA. Por ejemplo:

- ▶ Aunque EPA no requiera que una fuga sea reparada antes del recargar un climatizador, algunos estados realmente tienen leyes estatales que requieren la reparación de fugas.
- ▶ Propano, isobutano, y todos los otros refrigerantes inflamables, excepto HFO-1234yf y HFC-152a, se han encontrado inaceptables bajo SNAP y son de uso ilegal en los EE.UU.
- ▶ La EPA de los EE.UU. no caracteriza a los refrigerantes usados como residuos peligrosos. La mayoría de los estados comparten este punto de vista y, en consecuencia, no requieren procedimientos especiales para los envíos de refrigerante utilizado. Sin embargo, cualquier Estado puede requerir procedimientos especiales de envío.

Los técnicos deben revisar las regulaciones estatales y locales y los requisitos de licencia.

Para obtener información relativa a las regulaciones relacionadas con la protección del ozono estratosférico, por favor visite <https://www.epa.gov/mvac>.

Temas de repaso

- ▶ La captura y, en última instancia, eliminación del uso de clorofluorocarbonos se están llevando a cabo en los Estados Unidos para detener la destrucción de la capa de ozono.
- ▶ A partir del 13 de agosto de 1992, ninguna persona que repare o dé servicio a vehículos automotores puede dar servicio a aparatos de aire acondicionado de vehículos automotores que guarde relación con el refrigerante de dichos aparatos sin utilizar de forma apropiada equipos de reciclado autorizados por la EPA (los equipos deben cumplir los estándares de las normas de la SAE) y siempre y cuando haya recibido la capacitación debida para ello y esté certificada conforme a un programa de certificación aprobado por la EPA para la Sección 609.
- ▶ Desde el 15 de noviembre de 1992, ninguna persona puede vender o distribuir, ni ofrecer para su venta o distribución, ninguna sustancia de Clase I o Clase II que pueda utilizarse como refrigerante en un aparato de aire acondicionado de vehículo automotor, envasado en un contenedor con menos de 20 libras (9 kg) de refrigerante, a persona alguna que no haya recibido capacitación adecuada y no esté certificada. (El R-12 es una sustancia de Clase I, mientras que el R-22 es una sustancia de Clase II.)
- ▶ Todos los propietarios de equipos de reciclado de refrigerante autorizados y certificados conforme a la Ley del Aire Limpio deben mantener registros con los nombres y las direcciones de las plantas adonde envíen refrigerantes.
- ▶ Cualquier persona que posee equipo de reciclaje de refrigerante MVAC aprobado debe conservar registros demostrando que todas las personas autorizadas a manejar el equipo son certificados por Sección 609. Todo el equipo debe ser registrado en las oficinas regionales de la EPA.
- ▶ Todas aquellas personas que vendan o distribuyan sustancias de Clase I o Clase II (en contenedores con capacidad para menos de 20 libras de dichos refrigerantes) deben verificar que el comprador esté debidamente capacitado y tenga la certificación conforme a la Sección 609. El vendedor debe conservar el registro correspondiente durante un período de tres años.
- ▶ Asimismo, se exige la Notificación Pública. Toda persona que se dedique a la venta minorista de sustancias de Clase I o Clase II debe exhibir en un lugar visible un letrero con la siguiente inscripción: "La venta de contenedores de

menos de 20 libras (9 kg) de refrigerantes de Clase I o Clase II a personas que no tengan la debida capacitación y no estén certificadas para manejar equipos autorizados de recuperación de refrigerantes constituye una infracción a la ley federal."

- ▶ (190D-6) Los gobiernos locales y estatales pueden establecer leyes que estipulen normas más estrictas que las de la Ley del Aire Limpio y la EPA.
- ▶ Los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores deben evacuarse hasta crear un vacío antes de proceder a dar el servicio.
- ▶ Los tanques de recuperación externos deben evacuarse hasta un vacío de 27 pulgadas de mercurio antes de ser puestos en servicio.
- ▶ Los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores deben evacuarse hasta un vacío de 4 pulgadas de mercurio antes de ser eliminados como chatarra.
- ▶ Los tanques de refrigerante desechables (de menos de 20 libras) deben evacuarse antes de ser eliminados como chatarra.
- ▶ Los técnicos de servicio que infrinjan lo dispuesto en la Ley del Aire Limpio pueden ser multados, perder su certificación y ser objeto de acusaciones federales.
- ▶ Violación de la Ley de Aire Limpio, incluyendo la liberación a sabiendas del refrigerante durante el mantenimiento, servicio, reparación o eliminación de aparatos, puede resultar en multas de hasta \$37,500 por día por violación de cualquiera de ventilación de refrigerante con excepción de dióxido de carbono (CO₂), que puede ser ventilado.
- ▶ (190D-4) Desde el 1 de enero de 1996, ya no es legal para los CFCs de ser fabricados o importados en los Estados Unidos. Los suministros de refrigerante CFC para el equipo auxiliar SÓLO puede venir de la recuperación, reciclado y regeneración.
- ▶ Desde el 15 de noviembre de 1995, ha sido ilegal de ventilar sustitutos de los refrigerantes CFC y HCFC.

SECCIÓN IV: Prácticas de servicio

Principios básicos de aire acondicionado por compresión de vapor

El objetivo de esta sección no es enseñar la teoría básica del aire acondicionado; sin embargo, una explicación sencilla del ciclo básico servirá para describir los efectos de los gases no condensables, la humedad y los contaminantes sobre el sistema de aire acondicionado.

El sistema de aire acondicionado por compresión de vapor más básico consta de cuatro componentes principales: compresor, evaporador, condensador y dispositivo de expansión. Como sabe todo técnico, en la práctica, los equipos de hecho incluyen muchos otros componentes importantes para poder operar de manera confiable y sin contratiempos, como por ejemplo un sistema de control, controles de seguridad para la presión alta y para la presión baja, receptor de líquidos, acumulador, separador de aceite, etc. Sin embargo, los cuatro componentes básicos son los únicos necesarios para ilustrar el tema de esta sección.

El refrigerante adsorbe energía (proporciona enfriamiento) a medida que se evapora, es decir, cuando hierve y se convierte de líquido en vapor. En el caso de los refrigerantes puros, si el refrigerante se evapora a una presión constante, la evaporación ocurre a una temperatura constante mientras haya tanto líquido como vapor presentes. De igual modo, el refrigerante rechaza energía (despide calor) a medida que se condensa y pasa de vapor a líquido. En el caso de los refrigerantes puros y las mezclas azeotrópicas, si la condensación ocurre a una presión constante, la condensación ocurre a una temperatura constante hasta que todo el vapor se haya condensado y haya pasado a ser líquido. Por lo tanto, tanto en la evaporación como en la condensación, la temperatura y la presión guardan una relación que se expresa mediante la curva de saturación presión-temperatura. En la Tabla 6 se presentan los datos de saturación presión-temperatura para los refrigerantes CFC-12 y HFC-134a.

Si un técnico tiene un refrigerante desconocido en un cilindro de recuperación, y ambos líquido y vapor están presentes en el cilindro de recuperación, a continuación, él / ella puede verificar el tipo de refrigerante mediante la comparación de la presión y temperatura con las curvas de temperaturas de presión de saturación para los diferentes refrigerantes. Por desgracia, la relación presión temperatura del R-12, R-134 y R-1234yf, están demasiado cerca para distinguirse. Por ejemplo, supongamos que el refrigerante desconocido tiene una temperatura del tanque de 80°F. Si el refrigerante es HFC-134a, a continuación, la presión del tanque sería de 86 psig, (en referencia a Table 6), y si el refrigerante fue CFC-12, la presión del tanque sería de 84 psig, debido a la inexactitud de calibre y efectos de los gases no condensables estar muy reñida.

Sin embargo, analizadores de refrigerantes de gas exactos son disponibles en el comercio para determinar tipos de refrigerantes y verificar que no hay ninguna contaminación de refrigerante durante un cambio de refrigerante.

Una breve descripción del ciclo de operación por compresión de vapor resultará útil para señalar otros problemas de aire acondicionado que pueden presentarse en sistemas reales. En el ciclo básico, el refrigerante ligeramente subenfriado sale del condensador a una presión elevada, y la presión se hace descender en el dispositivo de estrangulación (tubo capilar, válvula TXV, etc.) antes de que el refrigerante ingrese al evaporador. De allí pasa al evaporador como una mezcla de dos fases (líquido y vapor) y se evapora o hierve a una temperatura baja, adsorbiendo calor. El vapor de refrigerante ligeramente sobrecalentado sale del evaporador y pasa al compresor, donde la presión y la temperatura aumentan a medida que el compresor comprime el vapor de refrigerante. El vapor que sale del compresor está sobrecalentado, y la descarga del compresor es el punto más caliente del ciclo. Este refrigerante se enfría y se condensa en el condensador, donde el calor es rechazado y el refrigerante se condensa en líquido. De hecho, el refrigerante sale del condensador ligeramente subenfriado para garantizar que la condensación haya sido completa. Los vapores no condensables que se encuentren en el sistema no podrán condensarse en el condensador y se verán como burbujas de gas en el flujo de líquido condensado. Estos gases no condensables pueden acumularse en el condensador y desplazar el refrigerante del intercambiador de calor del condensador y, de esta manera, reducir el área de superficie eficaz del condensador.

El agua que pueda haber en el sistema probablemente se congelará en la válvula de expansión, ya que éste es el lugar donde el refrigerante se enfría por la evaporación que ocurre como resultado del súbito descenso de presión; además, el dispositivo de expansión constituye el paso más estrecho de todo el sistema. Ésta es la razón por la que normalmente los filtros deshidratadores se ubican justo antes del dispositivo de expansión.

Tabla 6. Relación entre presión y temperatura de saturación de los refrigerantes comunes

TEMPERATURA	Presión [psig]	
	CFC-12	HFC-134a
0,0	9,2	6,3
10,0	14,6	11,6
20,0	21,0	18,0
30,0	28,5	25,6
40,0	37,0	34,5
50,0	46,7	44,9
60,0	57,7	56,9

70,0	70,2	70,7
80,0	84,2	86,4
90,0	99,8	104,2
100,0	117,2	124,3

Comprobación de fugas

Naturalmente, pequeñas cantidades de refrigerante se escapan en sistemas automotrices. Esta fuga lenta viene de la permeabilidad inherente menor de las mangueras suaves, flexibles en el sistema, y el sello de eje sobre el compresor. Otra fuente posible de fugas es en las conexiones roscadas para las mangueras, los sellos de cara con juntas y cualquier posición (ubicación) donde las mangueras suaves, flexibles son rizadas y unen la tubería metálica más difícil. (19RR-11)EPA no requiere una fuga a ser reparado antes de la recarga de un climatizador, pero es muy recomendable! Algunos estados tienen leyes estatales que requieren reparaciones de fugas. (Nota: Los estados pueden imponer leyes más estrictas que las leyes federales.) En un cambio propuesto en la Sección 608, los requerimientos de reparación de fugas se extenderán a los HFCs; Por lo tanto, los aparatos de vehículos a motor similares serán cubiertos una vez que se termine la regla. Además, EPA no requiere que el refrigerante sea recuperado y limpiado antes del recargar el sistema con el refrigerante adicional; es decir usted legalmente puede recargar sistemas de A/C. (19S2-10)Sin embargo, algunas mezclas de refrigerantes de sustitución no se pueden rellenar por razones termodinámicas. Cuando hay una fuga en un sistema con una mezcla refrigerante no azeotrópica los refrigerantes más volátiles se escapan más que los otros refrigerantes en la mezcla. Esto cambia las proporciones de la mezcla y altera las propiedades de la mezcla. Para estas mezclas no azeotrópicas de refrigerantes (con una designación R-5XX), el refrigerante debe ser recuperado y se sustituye en lugar de rematado. Esto es un inconveniente importante de estas mezclas no azeotrópicas. R-1234yf, R-134a, R-152a, R-12, y el dióxido de carbono son los refrigerantes puros y por lo tanto pueden ser rematados. Además, mezclas azeotrópicas (refrigerantes con una designación R-4XX) se comportan como refrigerantes puros y también pueden ser rematados.

La responsabilidad principal de un técnico de servicio es reducir al mínimo la cantidad de refrigerante que se escapa a la atmósfera. Una de las peores cosas que un técnico de servicio puede hacer es el servicio de un climatizador y luego descubrir que el sistema tiene fugas grandes.

El técnico debe dar al vehículo una inspección visual completa antes de iniciar cualquier procedimiento de servicio, incluyendo la inspección de todo el circuito de refrigerante mientras buscando por signos de fugas de aceite, líneas corroídas o dañadas, mangueras u otros componentes. El técnico también debe buscar por válvulas Schrader destapadas, tapones, o juntas tóricas faltando y/o dañadas. El

encabezamiento de un sistema que permite fugas de refrigerante, deja que refrigerantes nocivos se escapen a la atmósfera.

Además de los beneficios ambientales de los sistemas de mantenimiento adecuadamente cargados y libres de fugas es que va a mejorar la eficiencia del MVAC, ahorrando al propietario el costo adicional de refrigerante, y mejorando la fiabilidad y la longevidad de la unidad. La carga de refrigerante debe ser correcta; añadiendo cambiar más de lo necesario puede causar daños en el compresor y disminuir la eficiencia.

Una prueba de vacío no es el mejor método de prueba de fuga de un sistema. Este método permite que aire y así la humedad, entre en el sistema, y el técnico no puede determinar desde el vacío donde es la fuga, pero sólo que hay una fuga. Además, cuando se usa un vacío para la comprobación de fugas, sólo está demostrando que el sistema no se escapará bajo una diferencia de presión de 14,7 psi. (Si toda la atmósfera es quitada de un sistema, hay sólo la presión de la atmósfera que se trata de recuperar en el sistema, por lo tanto una diferencia de presión de 14,7 psi.)

Al comprobar si hay una fuga utilizando un vacío, el técnico utiliza una presión inversa, (la atmósfera tratando de entrar en el sistema), de sólo el 14,7 psi; sin embargo, en condiciones de funcionamiento normales, el sistema puede estar operando bajo una presión de más de un centenar psig, es decir, muchas veces la diferencia de presión de vacío. Revíselo siempre para detectar fugas con nitrógeno seco, a una presión de aproximadamente 130 psig, y nunca más de 150 psig.

Mediante burbujas de jabón para indicar una fuga puede ser un método simple y eficaz. Sin embargo, algunas muy pequeñas fugas son difíciles de encontrar. En este caso, un detector de fugas electrónico podría ser útil. Seguir siempre las instrucciones proporcionadas con el detector. Documento SAE J1628, proporciona directrices generales para el uso de dispositivos de detección electrónica de fugas.

Si un detector electrónico de fugas no puede identificar las fuentes de fugas muy pequeñas, la introducción de un colorante de detección de fugas fluorescentes ultravioleta (UV) o simplemente un tinte visible es otra alternativa. El tinte se mezcla con el aceite, y en una fuga, el aceite líquido y el residuo de tinte, que no se evaporan, son más sensibles que buscar simplemente el aceite solo. Debido a que el líquido de contraste UV fluoresce cuando una luz UV se brilla en la zona, puede ser más fácil de ver que un colorante visible sencillo. Documento SAE J2298 contiene procedimientos generales para el uso de tintes de detección de fugas ultravioletas J2297 proporciona los criterios de estabilidad y compatibilidad del tinte fluorescente para sistemas R-134a y SAE J2299 proporciona los requisitos de rendimiento para fugas de refrigerante fluorescente, equipos de detección de inyección de tinte para el servicio móvil de posventa de aire acondicionado.

Esta técnica es útil en fugas pequeñas, difíciles de encontrar, donde los técnicos pueden buscar la fuga la próxima vez que realicen el mantenimiento de la unidad. El aditivo se mostrará como un resplandor amarillo-verde o azul brillante bajo la luz

ultravioleta a la fuente de la fuga. El área se puede limpiar con un limpiador general después de la filtración ha sido reparada y el área se puede volver a inspeccionar. Si se sospecha de una fuga de nuevo en una fecha posterior, se puede localizar la fuga por el color fluorescente bajo la luz ultravioleta. Verifique siempre que el tinte que se utiliza es compatible con el aceite y el refrigerante en el sistema MVAC.

Siempre ubicar y reparar la fuga antes de añadir la carga correcta de refrigerante. Solamente el refrigerante que se especifica para el sistema puede usarse para el control de fugas. Esto evita cualquier contaminación química de un refrigerante a otro.

Nunca use oxígeno puro o aire para la comprobación de fugas. Aire contiene 18% de oxígeno, que cuando mezclado con muchos refrigerantes, (como se haría en un procedimiento de control de fugas), podría causar una explosión si se encuentra una llama. El oxígeno puro y el oxígeno en el aire se pueden combinar con el refrigerante o el aceite y hacen una mezcla explosiva. Oxígeno puro y el oxígeno en el aire oxidan muy rápidamente el aceite del sistema. En un sistema cerrado, la presión del aceite de oxidante se puede acumular rápidamente y puede generar presiones a un punto de explosión. El uso de aire para el control de fugas también presentará una gran cantidad de humedad en el sistema. El aire típico ambiental puede contener miles de ppm de humedad.

NOTA: Un refrigerante líquido reciclado o recuperado contenido, que se encuentre contaminado con una pequeña cantidad de aire, no representa un peligro de combustión. Sin embargo, el uso de refrigerante contaminado con aire producirá presiones de operación excepcionalmente altas en el sistema, sobrecalentamiento excesivo y posibles daños importantes en el sistema. Utilice el método que se describe más adelante en esta sección para determinar la presencia de gases no condensables y extraerlos.

Si se va a utilizar el refrigerante del sistema para comprobar si hay fugas, hace falta una presión de por lo menos 50 psig tanto en el extremo superior como en el extremo inferior del sistema. Esto significa que no es necesario que el sistema tenga la carga completa para llevar a cabo la comprobación de fugas; asimismo, **la comprobación de fugas debe hacerse con el motor apagado**. Aun cuando se requiere una presión mínima de 50 psig para hacer la comprobación de fugas, el refrigerante no es suficiente para determinar si el sistema producirá un enfriamiento útil. Si debe ponerse en funcionamiento el compresor, será necesario agregar refrigerante al sistema para que el técnico de servicio pueda identificar y resolver sistemáticamente todos los problemas.

El refrigerante que se utiliza para la comprobación de fugas debe ser recuperado y no puede ser liberado a la atmósfera. Para liberar a sabiendas refrigerante a la atmósfera es una violación de la Ley de Aire Limpio, con multas de hasta \$37,500 por ocurrencia [excepto el dióxido de carbono (CO₂), Que puede ser ventilado.]

No se debe confiar a ningún método para detectar fugas de refrigerante. Detectores de fugas electrónicos están diseñados para encontrar fugas de apenas fracciones de una onza por año. Algunos detectores electrónicos pueden detectar múltiples refrigerantes, donde otros detectan sólo un refrigerante. R-134a no tiene cloro en su molécula y es más difícil de detectar. El detector de fugas tiene que tener una mayor sensibilidad para detectar la molécula de flúor más elusiva en R-134a. Al comprar un detector de fugas para el servicio móvil de aire acondicionado, asegúrese de que encuentra el refrigerante que está tratando de detectar. Los más modernos dispositivos de fugas pueden detectar ambos refrigerantes R-12, R-134a y R-1234yf. Documento SAE J1628 debe usarse por técnicos de servicio móvil de aire acondicionado cuando comprobando estanqueidad en cualquier vehículo. Este documento explica el uso de un detector de fugas electrónico certificado según las especificaciones de SAE J1627. Estándar SAE J2791 proporciona los requisitos de rendimiento mínimo para detectores de fugas electrónicos para ser utilizados con HFC-134a y SAE J2913 proporciona los requisitos de rendimiento mínimo para los detectores de fugas electrónicos ser utilizados con R-1234yf; estos detectores de fugas pueden también detectar R-12, R-134a y otros contaminantes.

Algunas pérdidas son muy difíciles de encontrar. De hecho, un técnico de servicio a menudo terminará de comprobar un vehículo y encontrará que no hay ningunas fugas detectables. Sin embargo, solamente porque el técnico no encontró que cualquier fuga no significa que el sistema no se escape. Algunas pérdidas son dependientes de la vibración, dependientes de la temperatura, dependientes de la presión o una combinación de las tres. Por el contrario, en sistemas que utilizan CO₂ (R-744), el equipo de detección de fuga podía sentir una fuga cuando no existe realmente porque CO₂ se produce natural y artificialmente en el medio ambiente. Por eso es importante practicar el procedimiento de servicios buenos y la habilidad. Siempre doble comprobar el sistema antes del cierre de la capucha.

Reparación de fugas

Después de identificar una fuga, normalmente el sentido común ayudará al técnico a decidir cuál es el método de reparación más apropiado. Si una manguera de goma tiene fugas, ésta debe cambiarse. Puede cambiarse el conjunto completo de tuberías o la manguera de goma. Nunca reutilice una manguera que tiene fugas. De igual manera, pueden apretarse las conexiones que tengan fugas; sin embargo, si con eso no se soluciona la fuga, deberá cambiarse la junta tórica ("o-ring") o el sello frontal. Aplique una gota pequeña de lubricante del compresor a la junta tórica o el sello frontal antes de colocarlo en su lugar. Si un sello del eje del compresor tiene fugas, deberá cambiar o reconstruir el compresor.

Algunos productos que se venden en el mercado secundario prometen sellar las fugas creando una reacción en el interior del sistema en el origen de la fuga y obstruyendo la fuga (mediante la formación de un residuo sólido). Además, también se venden algunos

productos como "selladores de O-ring" que supuestamente pueden hacer que las juntas tóricas se hinchen para detener las fugas. Evite todos los productos de este tipo. Nunca es buena idea agregar una sustancia extraña a un sistema de aire acondicionado, ya que podrían ocurrir incompatibilidades químicas imprevistas con el lubricante, el refrigerante o los materiales de los que está hecho el sistema. Además, la introducción de una sustancia química específicamente diseñada para formar un residuo sólido (con el objetivo de tapar una fuga) es una idea especialmente mala. Si lo hace, invalidará la garantía del fabricante. Si hay fugas en los conjuntos de tuberías o en los intercambiadores de calor, éstos deben cambiarse.

Irrigación de sistemas

En la actualidad, la Ley del Aire Limpio prohíbe la utilización de clorofluorocarbonos o de metilcloroformo en los procedimientos de irrigación en los que el agente de irrigación es expulsado en la atmósfera. El R-11 y el R-113 se utilizaron con éxito durante muchos años para irrigar sistemas de aire acondicionado móviles. Sin embargo, esos refrigerantes son clorofluorocarbonos y ya no se producen. Igualmente, los residuos de cloro de los refrigerantes de CFC (incluyendo el R-11, R-12 o R-113) que quedan en el sistema de aire acondicionado provocan serios problemas de estabilidad química en los sistemas que utilizan R-134a. No se recomienda la utilización de cualquier fluido de irrigación que no sea el refrigerante prescrito para el sistema de aire acondicionado del vehículo automotor.

Algunos disolventes en el mercado están supuestamente diseñados para el lavado del sistema. Sin embargo, estos solventes no podrían vaporizarse y salir del sistema cuando un vacío profundo se tire en él. Si disolventes residuales permanecen en el sistema de climatización activa, podría verse afectada la estabilidad química del refrigerante y aceite. Por esta razón algunos fabricantes de aire acondicionado móvil recomiendan no vaciar después de un fallo mecánico. Estándar SAE J2670 proporciona los criterios de estabilidad y compatibilidad para aditivos y descarga materiales de limpieza de rubor destinados a ser utilizados en el mercado de accesorios en sistemas automotrices de aire acondicionado R-134a (HFC-134a) y R-1234yf (HFO-1234yf).

Mainstream no recomienda el uso de cualquier líquido de limpieza o lavado que no sea Qwik System Flush™ para sistemas MVAC. QWIK System Flush™ se ha demostrado (en pruebas de laboratorio independientes de terceros) para lavar con eficacia el ácido, aceite, agua y otras impurezas sin dejar ningún residuo.

Filtros deshidratadores

La utilización de un filtro deshidratador justo antes de la válvula de expansión o del tubo de orificio ha resultado ser el método más eficaz para atrapar partículas, humedad y residuos de las piezas y los componentes estropeados. Existen filtros en línea diseñados para atrapar las partículas nocivas sin restringir el sistema de aire acondicionado del vehículo automotor.

Mezclas de refrigerantes y adaptación de sistemas

Introducción

(19S2-9)En 1994, la EPA estableció el programa SNAP para evaluar y regular los sustitutos de los productos químicos que agotan el ozono que han sido eliminados en virtud de las disposiciones de ozono estratosférico de protección de la Ley de Aire Limpio. En [Sección 612 \(c\)](#) del [Acta para el Aire Limpio](#), La Agencia está autorizada para identificar y publicar listas de sustitutos aceptables y no aceptables para sustancias [Clase I](#) o [Clase II](#) destructoras del ozono. La EPA identificó refrigerantes alternativos que reduzcan el riesgo general para la salud humana y el medio ambiente. El propósito del programa es permitir una transición segura, sin problemas lejos de compuestos que agotan el ozono mediante la identificación de los sustitutos que ofrecen menores riesgos generales para la salud humana y el medio ambiente. El programa SNAP no certifica la idoneidad de cualquier refrigerante alternativo como un reemplazo para un refrigerante eliminado.

Comprender el significado de "*Aceptable, sujeto a usar condiciones*" es importante. La EPA cree que tales refrigerantes, cuando se utilizan de acuerdo con las condiciones, son más seguros para la salud humana y el medio ambiente que el CFC-12. Esta designación no quiere decir que el refrigerante funcionará en cualquier sistema específico, ni tampoco significa que el refrigerante es perfectamente seguro, independientemente de cómo se utiliza. La EPA no aprueba ni endosa cualquier refrigerante que es aceptable sujeto de usar condiciones sobre los demás también en esa categoría. La EPA no ensaya refrigerantes en el marco del proceso de SNAP. Más bien, ellos revisan la información presentada por los fabricantes y los distintos laboratorios de ensayos independientes. Consideraciones adicionales sobre los refrigerantes sustitutos pueden encontrarse en la hoja informativa de la EPA titulada "[Diez Preguntas que Debe Hacer Antes de Comprar un Refrigerante Alternativo](#)".

Para proporcionar una perspectiva histórica en los refrigerantes de reemplazo, todos los refrigerantes CFC, incluyendo CFC-12 fueron prohibidos en los EE.UU. debido a su potencial de agotamiento del ozono. Como resultado, CFC-12 se sustituye por HFC-

134a para nuevas aplicaciones MVAC. Ahora, los nuevos fabricantes de vehículos y la industria MVAC, han estado investigando refrigerantes mejorados para potencialmente sustituir HFC-134a debido a su alto potencial de calentamiento global. Varias mezclas de HCFC son aceptables bajo SNAP, pero ninguna de ellas se han comercializado.

Mezclas

(19S2-8) Mezclas de refrigerantes son mezclas de refrigerante que han sido formuladas para proporcionar una relación de presión/temperatura similar a la del refrigerante original. HFO-1234yf más probablemente será el reemplazo a largo plazo para ciertos CFCs y HCFCs, ya que varios millones de vehículos en la carretera por todo el mundo están utilizando este refrigerante.

Muchas mezclas también utilizan un componente inflamable (como propano o butano) como uno de sus componentes. Todos los refrigerantes inflamables son inaceptables para su uso en MVAC, a excepción de HFO-1234yf y HFC-152a. Las condiciones de uso requeridas por la lista de SNAP para estos dos sustitutos están en su lugar para permitir el uso seguro de los refrigerantes inflamables en un sistema MVAC. Tabla 7 Enumera los refrigerantes que se han encontrado para ser inaceptables en aplicaciones de MVAC y por lo tanto son ilegales. La aprobación SNAP no significa que el refrigerante alternativo es compatible con los materiales (o lubricante) utilizados en el sistema MVAC o que el rendimiento de la unidad será similar. La aprobación SNAP sólo significa que los efectos en la salud humana y ambiental del refrigerante son aceptables y el refrigerante ha sido probado para determinar la inflamabilidad. La EPA ha hecho que sea ilegal el uso de refrigerantes inflamables en sistemas automotrices de aire acondicionado a excepción de HFO-1234yf y HFC-152a en nuevos equipos MVAC. Cada nuevo refrigerante potencial debe ser probado de acuerdo con la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM) método de ensayo E-681 para determinar la inflamabilidad. Tabla 8 Enumera los refrigerantes de sustituto aceptables de MVAC.

Tabla 7. Refrigerantes Sustitutos Inaceptables MVAC a partir de julio 2015

Suplente	Denominación Comercial	Reconversión/ Nuevo	SNAP Día Listado	Condiciones de Uso
Zona Libre (HCFC Mezcla Delta)	Zona Libre / RB-276	R/N	22 de mayo de 1996 ; 20 de julio de 2015	Inaceptable en Sistemas de Ligeros Nuevos a partir de MA de 2017. Se aplican las condiciones detalladas - ver Regla.
Congelamiento 12	Congelamiento 12	R/N	16 de octubre de 1996 ; 20 de julio de 2015	Inaceptable en Sistemas de Ligeros Nuevos a partir de MA de 2017. Se aplican las condiciones detalladas - ver Regla.
GHG-HP (HCFC Mezcla Lambda)	GHG-HP	R/N	16 de octubre de 1996 ; 20 de julio de 2015	Inaceptable en Sistemas de Ligeros Nuevos a partir de MA de 2017. Se aplican las condiciones detalladas - ver Regla.
GHG-X5	GHG-X5	R/N	3 de junio de 1997 ; 20 de julio de 2015	Inaceptable en Sistemas de Ligeros Nuevos a partir de MA de 2017. Se aplican las condiciones detalladas - ver Comunicación.

HFC-134a	134a	R/N	18 de marzo de 1994 ; 20 de julio de 2015	Inaceptable en Sistemas de Ligeros Nuevos a partir del Modelo Año (MA) 2021, excepto donde permitido bajo un límite de utilización reducido hasta MA 2025. Aceptable, sujeto a límites de empleo estrechados, para vehículos exportados a los países con insuficiente infraestructura de servicios para apoyar otras alternativas, para MA 2021 hasta MA 2025. Inaceptable para todos los vehículos recién fabricados a partir de MA 2026. Se aplican las condiciones detalladas - ver Regla.
R-406A	GHG	R/N	16 de octubre de 1996 ; 20 de julio de 2015	Inaceptable en Sistemas de Ligeros Nuevos a partir de MA de 2017. Se aplican las condiciones detalladas - ver Regla.
R-414A	GHG-X4, HCFC Mezcla Xi, Auto-congelamiento, Enfriado	R	16 de octubre de 1996 ; 20 de julio de 2015	Inaceptable en Sistemas de Ligeros Nuevos a partir de MA de 2017. Se aplican las condiciones detalladas - ver Regla.
R-414B	Electroshock, Kar Kool	R/N	16 de octubre de 1996 ; 20 de julio de 2015	Inaceptable en Sistemas de Ligeros Nuevos a partir de MA de 2017. Se aplican las condiciones detalladas - ver Regla.
R-416A	FRIGC FR-12, HCFC Mezcla Beta	R/N	13 de junio de 1995 ; 20 de julio de 2015	Inaceptable en Sistemas de Ligeros Nuevos a partir de MA de 2017. Se aplican las condiciones detalladas - ver Regla.

R-426A	RS-24	R/N	28 de septiembre de 2006 ; 20 de julio de 2015	Inaceptable en Sistemas de Ligeros Nuevos a partir de MA de 2017. Se aplican las condiciones detalladas - ver Comunicación.
SP34E	SP34E	R/N	18 de diciembre de 2000 ; 23 de mayo de 2001 ; 20 de julio de 2015	Inaceptable en Sistemas de Ligeros Nuevos a partir de MA de 2017. Condiciones detalladas se aplican - ver el Aviso; Uso de nuevos accesorios para latas pequeñas de refrigerante requeridas.

Tabla 8. Refrigerantes Alternativos MVAC Aceptables a partir de julio de 2015

Suplente	Denominación Comercial	Reconversión/ Nuevo	SNAP Día Listado	Condiciones de Uso
Enfriamiento Evaporativo		N	18 de marzo de 1994	
HFC-152a		N	12 de junio de 2008	Se aplican las condiciones detalladas - ver Regla
HFO-1234yf		N	29 de marzo de 2011	Se aplican las condiciones detalladas - ver Regla
Icono A	Icono-12, Mezcla Zeta	R/N	22 de mayo de 1996	Se aplican las condiciones detalladas - ver Regla
R-401C		R/N	13 de junio de 1995	
R-744 (Dióxido de Carbono, CO2)		R/N	6 de junio de 2012	Se aplican las condiciones detalladas - ver Regla
Pequeñas unidades de potencia auxiliares que incluyen un motor, alternador eléctrico, bomba de agua, compresor de aire acondicionado y un intercambiador de calor usado en remolques de tractor en combinación con sistemas de climatización		R/N	19 de junio de 2000	

del habitáculo que ya utilizan un refrigerante sustituto aceptable.				
Ciclo Stirling		N	18 de marzo de 1994	

Hay no hay sustitutos directos de reemplazo de refrigerante. Algunos fabricantes de mezcla de refrigerantes han seleccionado marcas registradas que pudieran dar la impresión de que su "nuevo" refrigerante es un sustituto directo para el R-12 y han incluso incorporado el "12" como parte de su nombre (FREEZE-12 por ejemplo). Sin embargo, usando cualquier sustituto de refrigerante requiere como un mínimo que el lado alto y puertos de servicio de lado bajo permanentemente sean cambiados a los accesorios-SNAP (Tabla 9) y el sistema para ser etiquetado de nuevo para indicar el refrigerante de reemplazo contenido en el sistema MVAC (Tabla 10). Eso significa que ningún refrigerante se puede simplemente cargar en un sistema de CFC-12 o HFC-134a sin ningún cambio de ferretería!

Incluso aunque las mezclas de reemplazo están en el mercado que supuestamente sustituirán la R-12 con reconversión mínima, Mainstream no tiene conocimiento de ningún otro fabricante automotriz que hasta esta fecha haya aprobado una mezcla de refrigerante para un sistema R-12. R-134a sigue siendo reconocido como el refrigerante de elección para los nuevos sistemas móviles de aire acondicionado. Mientras ningún refrigerante simple o mezcla es un sustituto directo para R-12 en sistemas automotrices de aire acondicionado, la R-134a es todavía la opción para la reconversión de sistemas de modificación retroactiva R-12. Siempre hay la necesidad de alguna reconversión del sistema incluyendo etiquetas y accesorios. Las nuevas alternativas amigables con el clima no están aprobadas para uso como retroadaptaciones — sólo son aprobadas para nuevos sistemas. Finalmente, la mayoría de mezclas y sus lubricantes no son compatibles con los sistemas existentes R-12 o R-134a y requerirán equipo de servicio independiente. Una mezcla de recarga también es bastante diferente, se debe recargar siempre como un líquido.

Sistema de Reconversión

Introducción

Nunca trate de cargar refrigerante moderno en el sistema de un vehículo automotor que utilice R-12 sin antes adaptar el sistema. Las adaptaciones necesarias pueden incluir áreas de superficie más grandes en el condensador para controlar las presiones disponibles, un dispositivo interruptor de presión elevada por razones de seguridad, mangueras de otro tipo, filtros deshidratadores de nuevo diseño, un compresor nuevo, y juntas internas distintas en el compresor y en otras piezas internas. Siga siempre las recomendaciones del fabricante del equipo original para evitar que se produzcan lesiones o invalidar la garantía. Utilice siempre el refrigerante moderno aprobado por el fabricante del sistema de aire acondicionado original del vehículo.

Aunque la sección 609 de la Ley de Aire Limpio no gobierna reconversión, la Sección 612 de la Ley de Aire Limpio (que describe el programa de la agencia SNAP), esta (19S2-4) requiere que a la hora de retroadaptar un CFC-12 automotriz para su uso con otro refrigerante, el técnico debe extraer primero el CFC-12, debe cubrir la etiqueta CFC-12 con una etiqueta que indica el nuevo refrigerante en el sistema, y debe colocar nuevos accesorios que son únicos para el nuevo refrigerante.

Además, si un técnico está retroadaptando un vehículo con un refrigerante que contiene R-22, el técnico debe asegurarse de que sólo las mangueras de barrera se utilizan en el sistema de A/C y si el sistema incluye un dispositivo de alivio de presión, el técnico debe instalar un compresor de cierre de alta presión para evitar el compresor de aumentar la presión hasta que se vacíe el refrigerante.

Más información sobre el programa SNAP y sobre los procedimientos de montaje está disponible en una hoja informativa de la EPA, "Selección y Uso de Refrigerantes Alternativos", que está disponible a través del sitio web de la EPA

<https://www.epa.gov/mvac>. La Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) también cuenta con varios documentos útiles, incluyendo Documento SAE J1660, "Conexiones y Etiquetas para Reconversión de Sistemas Móviles de Aire Acondicionado R-12 a R-134a" y Documento SAE J1661, "Procedimientos para Reconversión de Sistemas Móviles de Aire Acondicionado R-12 a HFC-134a ". La EPA tiene materiales adicionales disponibles en los procedimientos de modernización en <https://www.epa.gov/mvac/choosing-and-using-retrofit-refrigerant-cfc-12-motor-vehicle-air-conditioner-mvac>.

Otros cambios también podrían ser necesarios como nuevos sellos, mangueras, lubricantes y dispositivos de seguridad adicionales. La EPA tiene varias publicaciones disponibles en su página web (<https://www.epa.gov/mvac>) que tratan sobre las sustituciones de compresores, los procedimientos de reconversión, las fuentes de formación de reconversión, y las preguntas y respuestas comunes. Adaptadores temporales para anular los accesorios únicos en los sistemas de MVAC nunca deben

ser utilizados. Si un sistema se vuelve a trabajar adecuadamente para dar cabida a un nuevo refrigerante de sustitución, los accesorios y las etiquetas en el sistema se deben cambiar de forma permanente para alertar a los futuros técnicos que podrían dar servicio al sistema.

Requisito SNAP para Accesorios de Servicio Único

En el marco de los reglamentos de SNAP, la EPA requiere que cada nuevo refrigerante deba ser utilizado con un conjunto único de accesorios para evitar la mezcla accidental de diferentes refrigerantes. Estas conexiones únicas de servicio se requieren en los puertos de lado alto y de servicio del lado de bajo en el propio vehículo, en todos los equipos de recuperación y reciclaje, y en los envases de refrigerante. Si el vehículo se está reconvirtiendo, cualquier accesorio de servicio no convertido en el nuevo refrigerante, debe desactivarse de forma permanente. Accesorios únicos ayudan a proteger al consumidor al garantizar que sólo un tipo de refrigerante se utiliza en cada vehículo y se utilizan en nuevos sistemas como sistemas de modificación retroactiva. Ellos también ayudan a proteger la pureza del suministro de reciclado de CFC-12, lo que significa que va a durar más tiempo, por lo que será necesario un menor número de reconversiones a nivel nacional. Estos accesorios son puntos de fijación en el propio vehículo, en todos los equipos de recuperación y reciclaje, en las tapas de latas y otros equipos de carga, y en todos los envases de refrigerante. Un adaptador no se debe utilizar para convertir un accesorio.

Accesorios únicos son un requisito general de SNAP para los refrigerantes de MVAC y se enumeran en Tabla 9 . Ellos son una parte importante del proceso de reconversión, pero los requisitos también se aplican a los nuevos sistemas. (19S2-2)

Tabla 9. Tamaños de Ajuste para el Refrigerante de A/C Automotriz

Refrigerante	Puerto de Servicio del Lado Alto		Puerto de Servicio del Lado Bajo			Cilindros de 30 lb				Latas Pequeñas		
	Diámetro (pulgadas)	Brea (hilos por pulgada)	Dirección del hilo	Diámetro (pulgadas)	Brea (hilos por pulgada)	Dirección del hilo	Diámetro (pulgadas)	Brea (hilos por pulgada)	Dirección del hilo	Diámetro (pulgadas)	Brea (hilos por pulgada)	Dirección del hilo
CFC-12 (posterior-1987)	3/8	24	Drcha.	7/16	20	Drcha.	7/16	20	Derecha	3/8	24	Derecha
CFC-12 (ante-1987)	7/16	20	Drcha.	7/16	20	Drcha.	7/16	20	Derecha	7/16	20	Derecha
FREEZE 12	7/16	14	Izquierda	1/2	18	Drcha.	1/2	18	Derecha	3/8	24	Derecha
Zona Libre / RB-276	1/2	13	Drcha.	9/16	18	Drcha.	9/16	18	Derecha	3/8	24	Izquierda
Zona Caliente	5/8	18	Izquierda	5/8	18	Drcha.	5/8	18	Derecha	No se vende en latas pequeñas.		
GHG-X4	,305	32	Drcha.	,368	26	Drcha.	,368	26	Derecha	14mm	espaciamiento de 1,25mm	Izquierda
GHG-X5	1/2	20	Izquierda	9/16	18	Izquierda	9/16	18	Izquierda	No se vende en latas pequeñas.		
R-406A	,305	32	Izquierda	,368	26	Izquierda	,368	26	Izquierda	1/2	20	Izquierda
GHG-HP	Aún no se ha desarrollado											
IKON	Aún no se ha desarrollado											
HFC-134a	conexión-Quick		De conexión rápida			1/2	16 Acme	Derecha	1/2	16 Acme	Derecha	
FRIGC	Conexión rápida, diferente del HFC-134a		Conexión rápida, diferente del HFC-134a			1/2	20	Izquierda	7/16	20	Izquierda	
HFO-1234yf	Diámetro Exterior 17 +0/-2,0mm		Diámetro Exterior 14 +0/-2,0mm			1/2	60	Izquierda^	Aún no desarrollado *			
	Conexión rápida de conformidad con J639 (versión 2011)		Conexión rápida de conformidad con J639 (versión 2011)			Conexión rápida compatible con SAE J 2844 (2011)						

R-152a	Diámetro Exterior 15 +0/-2,0mm Conexión rápida de conformidad con J639 (versión 2011)	Diámetro Exterior 14 +0/-2,0mm ⁺ Conexión rápida de conformidad con J639 (versión 2011)	Aún no desarrollado *	Aún no desarrollado *
R-744 CO ₂	Diámetro exterior 18.1 +0/-0,2 mm ⁺ Conexión rápida de conformidad con J639 (versión 2011)	Diámetro Exterior 16,6 +0/-2,0mm Conexión rápida de conformidad con J639 (versión 2011)	20.955 + 0/-0.127 mm (0.825 +0/-0,005 pulgadas) y dirección de hilo hacia la derecha	Aún no desarrollado *

[^] Esta guarnición única se aplica a los contenedores de HFO-1234yf sólo para servicios profesionales (77 FR 17344)

* Accesorios únicos todavía no se han desarrollado. Información adicional debe ser sometida a la EPA, y accesorios únicos deben ser aprobados antes de la comercialización.

⁺ El servicio de accesorios HFC-152a y R-744 son provisionales hasta la producción final, la comercialización y uso de refrigerante.

Requisitos para Etiquetas de Reconversión

Cuando un nuevo refrigerante es reconvertido, el técnico debe aplicar una etiqueta detallada dando información específica sobre el refrigerante adaptado. El color de fondo de la etiqueta es elegido por el fabricante del refrigerante a ser único, y los colores de la etiqueta para cada refrigerante se muestran en una hoja de datos de la EPA titulada "Tamaños de Ajustes y Colores de Etiquetas para los Refrigerantes Climatizadores Automotrices." La etiqueta para el refrigerante viejo debe cubrirse o quitarse. La etiqueta de reconversión muestra:

- ▶ el nombre y la dirección del técnico y la empresa realizando la reconversión;
- ▶ La fecha de la reconversión;
- ▶ el nombre comercial, cantidad de carga y, en su caso, la designación numérica de ASHRAE de refrigerante;
- ▶ el tipo, fabricante y cantidad de lubricante usado; y
- ▶ Si el refrigerante es o contiene una sustancia que agota la capa de ozono, la frase "reductor de ozono."

Tabla 10 proporciona una lista de colores de fondo de la etiqueta del refrigerante. Históricamente, EPA establece un color de etiqueta específica para cada refrigerante como parte de su aprobación de SNAP. Tabla 10 incluye sólo aquellos refrigerantes

para los cuales EPA requiere el uso de un color de etiqueta específica como parte de la decisión de listado. Esta tabla no incluye todos los refrigerantes MVAC, como los que el etiquetado nunca fue desarrollado. Además, las condiciones de uso para HFO-1234yf, R-744 (CO₂) y HFC-152a requieren conformidad con SAE J639, que especifica la marca necesaria en las etiquetas, pero no los colores de etiqueta única. Estos refrigerantes no se incluyen en Tabla 10 pero deben etiquetarse según SAE J639.

Tabla 10. Colores de Fondo de Etiqueta de Refrigerante

Refrigerante	Color de Fondo
CFC-12	Blanco
HFC-134a	Azul Celeste
Congelamiento 12	Amarillo
Zona Libre / RB-276	Verde claro
Hot Shot	Azul Mediano
GHG-X4	Rojo
R-406A	Negro
GHG-X5	Naranja
GHG-HP	aún no desarrollado *
Icono-12 / Icono A	aún no desarrollado *
FRIGC FR-12	Gris
SP34E	Canela
R-426A (RS-24, nueva formulación)	Oro
R-420A	Verde Oscuro (PMS # 347)

* Estos refrigerantes no se han comercializado todavía; por lo tanto, no se han desarrollado colores de etiqueta.

La información requerida para cada etiqueta se muestra en la hoja de datos de la EPA [Choosing and Using Alternative Refrigerants for Motor Vehicle Air Conditioning.](#)

Cambio de lubricante

Uno de los cambios más importantes del sistema es el cambio de lubricante. Debido a las posibles incompatibilidades del lubricante, siempre debe identificarse en la unidad el lubricante que utiliza el sistema. Los aceites minerales utilizados con el R-12 no circulan de modo adecuado por el sistema de aire acondicionado cuando se utiliza R-

134a como refrigerante. Los fabricantes de automóviles han probado tanto lubricantes PAG (polialquilenglicoles) como ésteres para conocer la miscibilidad entre el refrigerante y el lubricante, su lubricidad, estabilidad química y compatibilidad con los materiales. A la hora de redactar sus recomendaciones, también han tenido en cuenta los aditivos y acondicionadores presentes en los aceites. La mayoría de los fabricantes de compresores escogen lubricantes PAG en los vehículos nuevos equipados con R-134a. Algunos fabricantes de compresores están despachando los compresores nuevos con lubricantes PAG, otros los despachan con ésteres, y algunos los despachan vacíos.

Los lubricantes PAG son higroscópicos, lo que significa que atraen el agua de la atmósfera cuando se dejan expuestos a ella. Muchos especialistas en aire acondicionado del mercado secundario deciden utilizar lubricantes a base de ésteres (lubricantes POE) en lugar de polialquilenglicoles (lubricantes PAG) porque creen que las características higroscópicas de los lubricantes PAG pueden limitar su capacidad lubricante e introducir corrosión en el sistema de aire acondicionado. Los lubricantes POE también son higroscópicos (aunque en menor medida que los PAG) y de todas formas debe tenerse cuidado de que no ingrese al sistema excesiva humedad.

Es recomendable utilizar guantes recubiertos de PVC y anteojos de seguridad cuando se manipulan estos lubricantes, ya que el contacto prolongado con la piel o incluso un breve contacto con los ojos puede provocar irritaciones que se manifiestan en forma de escozor o sensación de quemadura. También debe evitarse inhalar los vapores que producen estos lubricantes y asegurarse de utilizarlos en áreas bien ventiladas. Mantenga los lubricantes PAG y POE en contenedores herméticos, a fin de que, por una parte, el aceite no se contamine con humedad y, por la otra, los vapores no puedan salir.

Aún se debate en torno la cantidad de aceite mineral que puede permanecer de forma segura en un sistema después de hacer la adaptación sin afectar el rendimiento. Originalmente se había pensado que era aceptable dejar entre 1 y 5% de aceite en el sistema y que una cantidad mayor de aceite mineral podría provocar fallas en el compresor. Para extraer el aceite mineral hace falta drenar determinados componentes. A menos que el fabricante del vehículo recomiende irrigar el sistema durante el procedimiento de adaptación, el técnico de servicio puede asumir que no es necesario irrigar el sistema. (Aun cuando el procedimiento descrito en el documento SAE J1661 para llevar a cabo adaptaciones incluye la irrigación, según el sitio Web de la EPA, la SAE ya no considera que la irrigación sea fundamental para que la adaptación sea satisfactoria.)

Mangueras y juntas tóricas ("O-rings")

Cuando se introdujo por primera vez el R-134a, se pensaba que todas las mangueras sin-barrera/nitrilo tendrían que ser reemplazadas durante una reconversión AC. Las primeras pruebas de laboratorio demostraron que las pequeñas moléculas de R-134a se filtraron a través de las paredes de las mangueras sin-barrera más fácilmente de lo

que las más grandes R-12 moléculas hicieron. En el laboratorio, esto provocó inaceptablemente elevados índices de fuga. Más pruebas recientes, sin embargo, han demostrado que los aceites usados en sistemas de automoción MVAC son absorbidos en el tubo para crear una barrera natural a la permeación R-134a. Por lo tanto, el sistema de mangueras R-12 se realizarán bien, a condición de que estén en buenas condiciones. Procedimientos para numerosas pruebas de manguera se detallan en la norma SAE J2064 para los sistemas R-134a y SAE J2888 en los sistemas R-1234yf. Las mangueras agrietadas o dañadas siempre deben ser reemplazadas con nuevas mangueras de barrera. La mayor parte de las instrucciones de reconversión requieren a lubricante de juntas tóricas o substituidos con aceite mineral para proporcionar esta protección de barrera natural.

Sustitución de desecantes durante la adaptación de un sistema para que utilice R-134a

Los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores, como cualquier otro sistema de aire acondicionado por compresión de vapor, utilizan filtros deshidratadores para eliminar la humedad y los ácidos del sistema. Estos filtros deshidratadores, conocidos también con el nombre de "desecantes" en la industria de los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores, dejan de funcionar cuando están saturados de humedad o ácido. Los sistemas con R-12 normalmente utilizan un desecante XH-5, mientras que los sistemas con R-134a utilizan un desecante XH-7 o XH-9. Algunos fabricantes recomiendan cambiar de forma rutinaria el filtro deshidratador por uno XH-7 o XH-9 durante el procedimiento de adaptación. (Todos los sistemas que utilizan gel de sílice como desecante DEBEN cambiarse a HX-7 o HX-9 durante la adaptación al R-134a.) Los fabricantes por lo general están de acuerdo en que el desecante o el filtro deshidratador deben reemplazarse si el vehículo tiene 70,000 millas (113,000 km) o más de cinco años y se abre para efectuar alguna reparación importante. En ese caso, utilice desecantes compatibles con el R-134a.

Uso erróneo del término "sustituto exacto" ("drop-in") para describir refrigerantes

Muchas empresas utilizan el término "sustituto exacto" para dar a entender que un sustituto de refrigerante se comportará de forma idéntica al CFC-12, que no hace falta hacer modificaciones en el sistema, y que el refrigerante alternativo puede utilizarse solo o mezclado con CFC-12. Sin embargo, la EPA considera que este término es confuso y oculta varios aspectos técnicos y normativos importantes. En primer lugar, cargar un refrigerante en un sistema sin antes extraer el refrigerante viejo constituye una violación a las condiciones de uso del programa SNAP y, por lo tanto, es ilegal. En segundo lugar, las conexiones y las etiquetas de un sistema deben cambiarse siempre que se cambie el tipo de refrigerante. En tercer lugar, la ley puede exigir determinados componentes, como por ejemplo, mangueras nuevas e interruptores de cierre del compresor. Por todas estas razones, la EPA no utiliza el término "sustituto exacto" para describir ningún refrigerante alternativo.

Mangueras de barrera para mezclas modernas con R-22

El R-22, conocido también como HCFC-22, puede filtrarse a través de las mangueras tradicionales. Por lo tanto, cuando utilice una mezcla de refrigerantes que contenga R-22, el técnico debe asegurarse de utilizar las nuevas mangueras "de barrera", que son menos permeables. Estas mangueras deben instalarse si el sistema actualmente tiene mangueras que no sean de barrera.

Interruptores de cierre del compresor

Algunos sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores liberan refrigerante a la atmósfera de forma automática para evitar que se alcancen presiones demasiado elevadas. Cuando se adapta un sistema equipado con un dispositivo de este tipo para que utilice un refrigerante nuevo, el técnico también debe instalar un interruptor de cierre del compresor a alta presión. Este interruptor evitará que el compresor aumente la presión hasta alcanzar el nivel en que se expulsa el refrigerante.

Para obtener más información acerca de las adaptaciones

La página web de la EPA (<https://www.epa.gov/mvac>) ofrece numerosas hojas informativas y folletos para ayudar a comprender mejor cómo elegir y utilizar refrigerantes de reconversión.

Lubricantes

La mayoría de los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores con HFC-134a utilizan polialquilenglicoles (PAG) como lubricante. Los sistemas convencionales con R-12 utilizan lubricantes de aceite mineral. Sin embargo, los lubricantes de polioéster (POE) se investigan y se utilizan cada vez más en aplicaciones automotrices, y se están convirtiendo rápidamente en los lubricantes de segunda generación para los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores que incorporan R-134a como refrigerante. Los lubricantes PAG y POE son muy diferentes de los lubricantes de aceite mineral que se utilizaban en el pasado en los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores convencionales cargados con R-12.

Desde que entraron al mercado los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores que utilizan R-134a/PAG y R-134a/POE, los técnicos de servicio han tenido que prestar mucha atención al tipo de lubricante (PAG o POE) especificado para cada vehículo en particular. Aun cuando la mayoría de los sistemas con R-134a pueden utilizar lubricantes a base de PAG o de POE, no todos los paquetes de aditivos lubricantes son iguales y es posible que no sean compatibles con todos los vehículos. Sin importar si el sistema es nuevo o adaptado, el técnico de servicio debe utilizar únicamente el paquete de lubricante especificado por el fabricante del vehículo o del

aire acondicionado. Si el sistema es de fabricación reciente, el lubricante especificado estará indicado en la etiqueta de identificación ubicada en el compartimiento del motor o en el mismo sistema de aire acondicionado. Nunca mezcle lubricantes en un sistema; asimismo, tome precauciones para evitar que se mezclen lubricantes accidentalmente en el equipo de recuperación, los cilindros, las mangueras y los conjuntos de medidores de presión. Mezclar lubricantes puede ocasionar graves problemas en un sistema de aire acondicionado. La cantidad apropiada de lubricante también es un aspecto muy importante. Si se sobrecarga de lubricante el sistema, puede atascarse con el aceite y ser menos eficiente, por lo que producirá aire menos frío, o también puede producirse una falla en el compresor. Muchas personas consideran que la elevada incidencia de fallas de compresor en la industria automotriz se debe, al menos en parte, a las sobrecargas con lubricante.

Cuando se da servicio a sistemas cargados con R-134a, es imprescindible tomar precauciones para evitar al máximo la contaminación de los lubricantes PAG y POE con aire y humedad. Mantenga los contenedores de lubricante y las mangueras herméticamente cerrados cuando no estén siendo usados. Los lubricantes PAG y POE absorben humedad fácilmente si se dejan expuestos al aire. Conforme a las normas de la SAE, se utilizan mangueras diferentes para los sistemas cargados con R-12 y R-134a, con lo que es más difícil que se produzca una contaminación cruzada de los refrigerantes. Sin embargo, los sistemas con R-134a pueden utilizar lubricantes POE o PAG y la contaminación cruzada de los lubricantes puede producir reacciones químicas adversas, así como la descomposición del refrigerante y la corrosión de los materiales. A fin de evitar que se produzca una contaminación cruzada del aceite, utilice siempre el lubricante especificado por el fabricante. Si acostumbra utilizar más de un tipo de lubricante para sistemas cargados con HFC-134a, le recomendamos que utilice conjuntos de medidores de presión independientes y claramente identificados para los sistemas con R-134a que utilizan lubricante PAG y para los sistemas con R-134a que utilizan lubricantes POE, a fin de evitar la contaminación cruzada con el aceite de las mangueras. Recuerde colocar siempre una etiqueta en el sistema en la que se indiquen el refrigerante y el lubricante que utiliza el sistema.

Se utilizan lubricantes PAG con HFO-1234yf. Según SAE J2843, el lubricante debe ser PAG ISO 100, ISO PAG 46-55 o equivalente y debe contener no más de 1,000 ppm por peso de humedad. Lubricantes POE se utilizan en algunos vehículos híbridos. Sólo se puede instalar lubricante nuevo en un sistema MVAC. Lubricante extraído del sistema o el equipo debe desecharse de conformidad con las leyes federales, estatales y reglamentos locales.

Lubricantes PAG y POE pueden utilizarse en sistemas de R-152a, una vez que R-152a es muy similar a R-134a. Sin embargo, los refrigerantes HFC como el R-152a, pueden beneficiarse de usar lubricantes de éter de polivinilo (PVE). Usando lubricantes POE tradicionales en sistemas CO₂ puede causar viscosidad significativamente reducida, mientras que POEs no tradicionales pueden causar problemas con los componentes de aire acondicionado con el tiempo. El lubricante óptimo todavía tiene que ser diseñado para satisfacer las necesidades de un sistema de CO₂.

Extracción de la humedad

Como ya se indicó, los nuevos lubricantes sintéticos tienen una capacidad mucho mayor para atraer el agua que los aceites minerales utilizados antaño. Si el material de absorción presente en el filtro deshidratador no extrae la humedad del sistema, ésta puede congelarse en el dispositivo de expansión y obstruir el sistema. Siempre que abra un sistema para hacer una reparación, sustituya el filtro deshidratador y nunca reutilice el lubricante.

Cuando la humedad es excesiva, se utiliza una bomba de vacío para extraer la humedad del sistema antes de reemplazar el lubricante y el refrigerante. La humedad dentro del sistema puede encontrarse en estado líquido o gaseoso (en forma de vapor). La humedad es fácil de extraer si se encuentra en estado gaseoso; sin embargo, si la humedad se encuentra en estado líquido, es mucho más difícil extraerla, ya que debe vaporizarse y la evaporación del agua dentro del sistema reduce aun más la temperatura del agua restante, lo que vuelve más difícil que la evaporación continúe.

Por ejemplo, si el agua líquida del sistema inicialmente tiene una temperatura de 80 °F (27 °C), la presión de saturación del agua es de 28.87 pulgadas de mercurio. La bomba de vacío debe alcanzar una presión de al menos 28.87 pulgadas de mercurio para que esta agua líquida hierva. Si la temperatura del agua baja a 70 °F (21 °C), la presión de saturación del agua pasa a ser 29.16" Hg, y la bomba de vacío debe alcanzar una presión de 29.16" Hg para que el resto del agua se evapore. Sin embargo, de nuevo, la consiguiente evaporación del agua continuará enfriando el resto del agua. Cuando el agua desciende a una temperatura de 50 °F (10 °C), la bomba de vacío debe alcanzar una presión inferior a las 29.54" para que el resto del agua se evapore. Como puede observar, se vuelve muy difícil extraer el agua líquida con este sistema y, si el agua se evapora demasiado rápido, su temperatura desciende por debajo del punto de congelación y el agua se congela y, por lo tanto, deja de evaporarse.

Las siguientes pautas pueden ser de utilidad a la hora de extraer la humedad.

1. Utilice una bomba de vacío cargada con aceite limpio. (Si el aceite de la bomba de vacío está sucio, esto reducirá el vacío que puede crearse con la bomba.)
2. No introduzca el aceite del compresor del aire acondicionado de vuelta al sistema hasta después de haber terminado la evacuación. Si agrega el aceite demasiado pronto, puede humedecerse y será más difícil evacuarlo. Los nuevos lubricantes POE tienen una gran afinidad por el agua.
3. Utilice una lámpara de calor para calentar el sistema. El sistema completo, incluyendo las tuberías de interconexión, deben calentarse hasta alcanzar una temperatura templada, o el agua hervirá y se vaporizará en los lugares donde se aplique el calor y se condensará donde el sistema esté frío. Si esto sucede, sólo se lograría desplazar el agua de un lugar a otro, sin extraerla.
4. Encienda la bomba de vacío y observe el nivel de aceite en la bomba. A medida que se extrae la humedad, parte del aceite se condensará en el cárter de la

bomba de vacío. Algunas bombas de vacío tienen una característica llamada “lastre de gas” que introduce aire entre la primera y la segunda etapa de una bomba de dos etapas. (Normalmente, esto no es necesario en las aplicaciones automotrices.) De esta manera se evita que parte de la humedad se condense en el cárter de la bomba de vacío. Independientemente de la bomba de vacío, vigile el nivel de aceite. Con el tiempo, el agua hará que se desplace el aceite y lo elevará fuera de la bomba. Tarde o temprano, el agua puede ser el único lubricante presente en el cárter de la bomba de vacío y ésta puede dañarse. Como lo sistemas de vehículos automotores normalmente no tienen grandes cantidades de agua en el sistema, podrá evitar este problema si cambia periódicamente el aceite de la bomba de vacío. (Cuando haga el cambio de aceite de la bomba de vacío, revíselo para ver si contiene agua.)

5. Aísle el sistema e interrumpa la línea que va a la bomba de vacío antes de apagar la bomba. De esta manera permitirá la entrada de aire en la línea e impedirá que el aceite de la bomba de vacío sea succionado hacia la manguera.

Determinación y extracción de gases no condensables

(J9RR-14)(J9RR-13) Si la temperatura del refrigerante es conocida y la presión medida se encuentra por encima de la presión de saturación (para esa temperatura), entonces el refrigerante está contaminado con gases no condensables o con otro refrigerante. La SAE ha diseñado un procedimiento para comprobar el estado de un refrigerante reciclado a fin de determinar si hay gases no condensables presentes en un refrigerante contenido en un cilindro portátil de recuperación. Dicho procedimiento no debe utilizarse en un refrigerante cuando éste aún se encuentre en la unidad de aire acondicionado. El procedimiento se describe en detalle en el estándar J1990 de la SAE. A continuación, se señalan algunas de sus características fundamentales.

1. Para determinar si el refrigerante reciclado en un contenedor de recuperación contiene un exceso de gases no condensables (aire), el contenedor debe almacenarse a una temperatura relativamente constante de 65 °F (18 °F) o superior, durante al menos 12 horas, protegido de la exposición directa a los rayos del sol.
2. Instale en el contenedor un manómetro calibrado, con divisiones de 1 psig, y determine la presión del contenedor.
3. Con un termómetro calibrado, mida la temperatura del aire a 4 pulgadas de la superficie del contenedor.
4. Compare la lectura de presión tomada en el contenedor y la temperatura ambiental con los valores del Cuadro de determinación de gases no condensables, a fin de comprobar si la presión del contenedor sobrepasa los límites de presión que se encuentran en el cuadro correspondiente. Si el refrigerante es R-12, utilice el Tabla 11 ; en cambio, si el refrigerante es R-134a,

utilice el Tabla 12. (Por ejemplo: si la temperatura ambiental es de 70 °F [21 °C], la presión de un tanque de recuperación de R-12 no debe ser superior a los 80 psig.)

5. Si la presión del contenedor es menor que el valor indicado en la tabla correspondiente, significa que no se ha sobrepasado el límite de gases no condensables para el refrigerante.
6. Si la presión medida es mayor que el valor de la tabla correspondiente, muy lentamente recupera, desde la parte superior del contenedor, una pequeña cantidad de vapor en el equipo de reciclaje, hasta que la presión es menor que la presión indicada en la tabla correspondiente. (Recuperación debe realizarse muy lentamente, de lo contrario, el contenedor se enfriará y alterará la temperatura del refrigerante). Si esta auto-refrigeración realmente ocurre, deben dar al contenedor el tiempo para alcanzar una temperatura estable otra vez, que es la repetición el procedimiento del Paso 1.)
7. Si aun así el contenedor tiene una presión superior al valor indicado en el cuadro correspondiente, debe reciclarse la totalidad de su contenido.

Tabla 11. Tabla de determinación de gases no condensables en aparatos que utilizan R-12

Temp °F	PSIG	Temp °F	PSIG	Temp °F	PSIG
65	74	79	94	93	115
66	75	80	96	94	116
67	76	81	98	95	118
68	78	82	99	96	120
69	79	83	100	97	122
70	80	84	101	98	124
71	82	85	102	99	125
72	83	86	103	100	127
73	84	87	105	101	129
74	86	88	107	102	130
75	87	89	108	103	132
76	88	90	110	104	134
77	90	91	111	105	136
78	92	92	113	106	138

Tabla 12. Tabla de determinación de gases no condensables en aparatos que utilizan R-134a

Temp °F	PSIG	Temp °F	PSIG	Temp °F	PSIG
65	69	79	90	93	115
66	70	80	91	94	117
67	71	81	93	95	118
68	73	82	95	96	120
69	74	83	96	97	122
70	76	84	98	98	125
71	77	85	100	99	127
72	79	86	102	100	129
73	80	87	103	101	131
74	82	88	105	102	133
75	83	89	107	103	135
76	85	90	109	104	137
77	86	91	111	105	139
78	88	92	113	106	142

Conjuntos de mangueras para sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores

Las normas SAE J2888, J2064, J2196 y J2197 proporcionan la información necesaria para reparaciones y montajes de manguera. Todas las partes utilizadas deben ser estampadas como compatible con SAE.

Diseño básico de los conjuntos de mangueras en sistemas de vehículos automotores

Los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores utilizan una combinación de tuberías de metal y mangueras de goma. Las mangueras de goma se conectan a las tuberías de metal mediante una sección tubular dentada que va insertada en la manguera de goma. Los dientes son necesarios para evitar que el tubo de metal se deslice fuera de la manguera cuando el sistema se presurice. La manguera de goma con el tubo dentado insertado en su interior se fija entonces en su lugar con una abrazadera de metal. La abrazadera se cierra a un diámetro inferior y de esta manera se asegura la manguera de goma al tubo de metal. La manguera de refrigeración es

una manguera especial de tipo barrera que es compatible con los refrigerantes que utiliza el sistema, es capaz de resistir las peores presiones del sistema y tiene una baja permeabilidad al refrigerante.

Comprobación de fugas

Cuando compruebe fugas en cualquier parte del sistema, fíjese siempre si hay depósitos de aceite, ya que los residuos de aceite normalmente indican la presencia de fugas. Esto se debe a que el aceite y el refrigerante escapan juntos del sistema, pero el refrigerante se evapora y sólo queda un residuo de aceite. Si descubre una fuga en la manguera de goma o en el lugar donde la manguera de goma se une al tubo de metal, debe reparar o cambiar el conjunto de la manguera. En muchos casos, no está dañada la parte de metal del conjunto de tuberías, sino que es la manguera flexible la que tiene la fuga. En estos casos puede cambiarse la manguera de goma únicamente, siempre que pueda conseguirse el mismo tipo de manguera. Muchos proveedores del mercado secundario ofrecen mangueras de recambio de tipo barrera para el refrigerante junto con las herramientas y abrazaderas necesarias para fijar la manguera y las correspondientes instrucciones. Compruebe siempre que la manguera de recambio sea compatible con el refrigerante que se esté utilizando en ese momento en el sistema de aire acondicionado. El HCFC-22, un componente de algunas mezclas, puede filtrarse a través de muchas de las mangueras tradicionales comunes. Por lo tanto, cuando se use una mezcla, debe asegurarse de utilizar mangueras de barreras nuevas y menos permeables que se han diseñado específicamente para contener HCFC-22. Estas mangueras también deben instalarse si el sistema tiene instaladas mangueras viejas que no son de barrera y se está realizando un cambio de refrigerante.

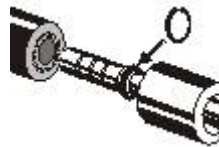
Reparación de mangueras

Para sustituir la manguera de goma de un conjunto de tuberías en un sistema de aire acondicionado hace falta un equipo para reparación de mangueras. No intente nunca cerrar la abrazadera de metal con un tornillo de banco o unos alicates, y tampoco utilice nunca en mangueras de refrigeración una abrazadera para mangueras de radiador. Nunca utilice mangueras de aire para el refrigerante. Siga siempre las instrucciones de las tenazas para reparar mangueras que vienen con el equipo. El procedimiento para reparar mangueras puede describirse de manera general como un proceso de cuatro pasos.

Paso 1. Corte la abrazadera original, de modo que pueda abrirla por completo y retirarla de la manguera.



Paso 2. Retire el tubo dentado del interior de la manguera de goma. Puede ser necesario cortar la manguera de goma para liberar el tubo dentado. Si corta la manguera, tenga cuidado de no rayar el tubo cuando corte la manguera para soltarla. Si se raya la parte dentada del tubo, se producirán fugas en ese lugar y, por lo tanto, debe reemplazarse el tubo. Antes de reutilizar el tubo, debe limpiar la parte dentada de cualquier residuo de manguera que tenga adherido. Inspeccione la parte dentada y asegúrese de que no tenga bordes desiguales; de ser necesario, cambie el conjunto del tubo de metal.



Paso 3. Instale una abrazadera nueva de recambio en el tubo de metal, así como también un nuevo anillo de retención. Deslice luego la sección dentada del tubo en la manguera de goma nueva. Nunca reutilice una manguera vieja. Asegúrese de que la manguera haya entrado bien y cubra toda la parte dentada.

Paso 4. Con las tenazas especiales (que vienen con el equipo para la abrazadera y el diámetro de manguera que está utilizando), apriete la abrazadera en la manguera.

Paso 5. Después de cambiar el conjunto de tuberías, compruebe con nitrógeno que no haya fugas en el sistema antes de recargarlo con el refrigerante.

Principales procedimientos de servicio recomendados para la recuperación y el reciclado de refrigerantes

1. Verifique que el refrigerante en el sistema de aire acondicionado del vehículo automotor tenga presión. (Si el sistema no tiene presión, no utilice la unidad de recuperación.)
2. Reduzca la presión del sistema hasta que se cree y se mantenga un vacío.
3. Si observa signos de congelación en el sistema, puede calentar el sistema con una lámpara de calor. Nunca utilice llama abierta para calentar el sistema.
4. Determine la cantidad de lubricante extraído durante el proceso de extracción del refrigerante y agregue lubricante nuevo. (Deseche el lubricante usado; nunca reutilice el lubricante.)

Procedimientos de servicio recomendados para la utilización de un conjunto de medidores de presión

1. (I9S1-8) Las mangueras de servicio del extremo superior, del extremo inferior y del centro deben estar equipadas con válvulas de cierre a 12 pulgadas (30 cm) de sus extremos de servicio. Estas válvulas deben cerrarse antes de retirar las mangueras del sistema de aire acondicionado. Esto ayuda a reducir el volumen de refrigerante que de lo contrario escaparía a la atmósfera.
2. Durante todas las operaciones de servicio, las válvulas deben mantenerse cerradas hasta que estén conectadas al sistema de aire acondicionado del vehículo o a la fuente de carga, a fin de evitar la entrada de aire y para contener el refrigerante, en lugar de descargarlo en la atmósfera.
3. Cuando se desconecta el conjunto de medidores de presión del sistema de aire acondicionado, o bien cuando la manguera central se traslada a otro dispositivo que no acepta la presión del refrigerante, las mangueras del conjunto de medidores de presión deben conectarse primero al equipo de recuperación o de reciclado, a fin de recuperar el refrigerante de las mangueras.
4. Nunca deje atrapado refrigerante líquido en una manguera. A medida que el refrigerante se calienta durante el día, el aumento de la presión puede hacer que la manguera estalle.

Requisitos relativos a los equipos que se utilizan únicamente como dispositivos de recuperación

Equipos que se utilizan únicamente como dispositivos de recuperación de R-12

(I9OD-9) Los equipos utilizados para la recuperación de refrigerante deben estar certificados de acuerdo con la norma de recuperación correspondiente. Los equipos que extraen pero no reciclan refrigerante CFC-12 deben cumplir la norma J2209 de la SAE. A continuación se describen las principales funciones.

1. El equipo de recuperación debe tener capacidad para funcionar a una presión mínima de 102 mm de mercurio por debajo de la presión atmosférica.
2. El equipo debe ser capaz de operar de forma continua a temperaturas ambientes de entre 50 y 120 °F (10 - 49 °C).

3. El equipo debe tener la capacidad para separar el lubricante del refrigerante recuperado y para indicar con precisión la cantidad extraída del sistema.
4. Desde el 1.º de enero de 1992, todas las mangueras de recuperación deben cumplir las especificaciones J2196 de la SAE y estar equipadas con un dispositivo de cierre a 12 pulgadas (30 cm) del punto de conexión al sistema de aire acondicionado del vehículo automotor.
5. El equipo debe estar provisto de un dispositivo de cierre completo de 80% y una válvula mecánica de alivio de presión.
6. El equipo debe estar certificado conforme a la norma J2209 de la SAE.
7. La EPA mantendrá una lista actualizada de los equipos autorizados, organizada por fabricante y modelo.

Equipos que se utilizan únicamente como dispositivos de recuperación de R-134a

(19RR-17)(19RR-12)A partir del 31 de octubre de 2008, los equipos que se utilicen para recuperar, pero no para reciclar, refrigerante HFC-134a deben estar certificados conforme a los requisitos de la EPA descritos en la norma J2810—HFC-134a (R-134a) de la SAE relativa a los equipos de recuperación para sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores ("Recovery Equipment Mobile Air-Conditioning Systems"). A continuación se describen las principales funciones.

1. El equipo de recuperación debe tener capacidad de extraer como mínimo 95% del refrigerante contenido en un sistema de prueba en un tiempo de 30 minutos o menos.
2. El equipo debe ser capaz de operar de forma continua a temperaturas ambientes de entre 50 y 120 °F (10 - 49 °C).
3. El equipo debe tener la capacidad para separar el lubricante del refrigerante recuperado y para indicar con precisión la cantidad extraída del sistema.
4. Desde el 1.º de enero de 1992, todas las mangueras de recuperación deben cumplir las especificaciones J2196 de la SAE y estar equipadas con un dispositivo de cierre a 12 pulgadas (30 cm) del punto de conexión al sistema de aire acondicionado del vehículo automotor.
5. El equipo debe estar provisto de un dispositivo de cierre completo de 80% y una válvula mecánica de alivio de presión.
6. El equipo debe estar certificado conforme a la norma J2810 de la SAE.
7. La EPA mantendrá una lista actualizada de los equipos autorizados, organizada por fabricante y modelo.

El objetivo de las normas SAE para el equipo de recuperación es proporcionar requisitos mínimos de rendimiento y características de funcionamiento de las máquinas de recuperación utilizadas para recuperar el refrigerante que ha de ser devuelto a un centro de recuperación de refrigerante que procesará a lo adecuado estándar AHRI 700 o permitirá el reciclaje del refrigerante recuperado a las especificaciones SAE mediante el uso de recuperación de certificados y equipos de reciclaje.

El refrigerante extraído con un equipo de recuperación de un sistema de aire acondicionado de vehículo automotor no puede volver a cargarse en un sistema de aire acondicionado de vehículo automotor, ya que es necesario reciclar (con una unidad debidamente certificada para ello) el refrigerante usado antes de que pueda volver a usarse en un sistema.

Requisitos relativos a los equipos de recuperación y reciclado

Equipos que se utilizan como dispositivos de recuperación y reciclado de R-12

El Administrador de la EPA o una organización independiente autorizada por el Administrador de la EPA deben certificar que los equipos utilizados para la recuperación y el reciclado de refrigerante cumplen la norma de recuperación apropiada. Los equipos utilizados para la recuperación y el reciclado de refrigerante CFC-12 deben cumplir la norma J1990 de la SAE. A continuación se describen las principales funciones.

1. El equipo de recuperación debe tener capacidad para funcionar a una presión mínima de 102 mm de mercurio por debajo de la presión atmosférica.
2. El equipo debe ser capaz de operar de forma continua a temperaturas ambientes de entre 50 y 120 °F (10 - 49 °C).
3. El equipo debe tener la capacidad para separar el lubricante del refrigerante recuperado y para indicar con precisión en unidades de 30 ml la cantidad extraída del sistema.
4. Desde el 1.º de enero de 1992, todas las mangueras de recuperación deben cumplir las especificaciones J2196 de la SAE y estar equipadas con un dispositivo de cierre a 12 pulgadas (30 cm) del punto de conexión al sistema de aire acondicionado del vehículo automotor.
5. El equipo debe estar provisto de un dispositivo de cierre completo de 80% y una válvula mecánica de alivio de presión.
6. El equipo debe estar certificado conforme a la norma J1990 de la SAE.
7. El equipo debe purificar el refrigerante conforme a la norma J1991 de la SAE.
8. La EPA mantendrá una lista actualizada de los equipos autorizados, organizada por fabricante y modelo.

Equipos de recuperación y reciclado o recuperación, reciclado y recarga de R-134a

(I9RR-3)(I9RR-18) A partir del 1.º de enero de 2008, los equipos que recuperan y reciclan refrigerante HFC-134a, así como los equipos utilizados para recuperar y

reciclar HFC-134a y recargar sistemas con refrigerante HFC-134a, deben estar certificados conforme a los requisitos de la EPA establecidos en la norma J2788—HFC-134a (R-134a) de la SAE sobre equipos de recuperación y reciclado de HFC-134a (R-134a) y recuperación, reciclado y recarga de HFC-134a (R-134a) para sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores ("HFC-134a (R-134a) Recovery/Recycling Equipment and Recovery/Recycling/Recharging for Mobile Air-Conditioning Systems").

En el pasado, los equipos de recuperación y reciclado de refrigerantes para aplicaciones de aire acondicionado de vehículos automotores debían diseñarse conforme a los requisitos descritos en la norma J2210 de la SAE. Sin embargo, un proyecto de investigación financiado por la industria demostró que los equipos diseñados conforme a esta norma de la SAE (J2210) no estarían en capacidad de extraer la totalidad del refrigerante contenido en los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores. Esta investigación indicó que hasta 30% del refrigerante se quedaba en el sistema de aire acondicionado de vehículo automotor, mientras que se alegaba que con un equipo de recuperación certificado conforme a la norma J2210 de la SAE se conseguía extraer la totalidad del refrigerante. Aun cuando el procedimiento "apropiado" que debe seguirse después de abrir un sistema para su reparación consiste en realizar una evacuación triple del sistema para extraer el refrigerante y la humedad residual, muchos técnicos de servicio de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores no cumplen este paso y confían en que la máquina de recuperación vaciará completamente el sistema.

Aparentemente, en los casos en los que únicamente se extrajo y cambió la carga de refrigerante, se utilizó la máquina de recuperación y reciclado de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores para recuperar el sistema, evacuarlo y recargarlo. En estos casos, si el técnico de servicio de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores confió en la máquina de recuperación y reciclado para garantizar la completa recuperación del refrigerante, la máquina no recuperará de forma apropiada la totalidad del refrigerante y podría provocarse una sobrecarga del sistema de hasta 30%.

Para evitar este potencial problema, la SAE revisó los requisitos que había establecido para las máquinas de recuperación y reciclado. En octubre de 2006, la SAE sustituyó la norma J2210 con la norma J2788. La norma J2788 de la SAE abarca todas las características descritas en la norma J2210 y agrega otros estándares relativos a la recarga de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores, así como también estándares de rendimiento cuyo propósito es mejorar el rendimiento de los equipos que se utilizan para la recuperación de refrigerante. (I9RR-19) La norma J2788 de la SAE incluye un requisito de precisión de la recarga de 0.5 onza (15 gr) y exige que los diseños de las máquinas autorizadas se sometan a pruebas para demostrar que son capaces de recuperar 95% del refrigerante contenido en un sistema de aire acondicionado de vehículo automotor.

La EPA cambió la referencia de los requisitos relativos a la recuperación y el reciclado de J2210 a J2788 para los equipos de recuperación y reciclado y para los equipos de

recuperación, reciclado y recarga. Además, en aras de la claridad, la EPA añadió una cláusula a la Sección 82.34 (Prohibiciones y prácticas obligatorias), en la que se especifica que los equipos fabricados o importados deben cumplir las normas de la SAE.

En la actualidad, las regulaciones de la EPA conforme a la Sección 82.36 (Equipos autorizados para el reciclado de refrigerantes) abarcan más que el mero reciclado de refrigerante e incluyen también la recuperación de refrigerante. Por lo tanto, a fin de reflejar con mayor precisión las disposiciones definidas en esa sección, la EPA está revisando el título de la Sección 82.36 "Equipos autorizados para el reciclado de refrigerantes" ("Approved refrigerant recycling equipment") para cambiarlo por "Equipos autorizados para la manipulación de refrigerantes" ("Approved refrigerant handling equipment").

Si bien la EPA actualizó los requisitos relativos a los equipos utilizados para manipular refrigerantes, no exigió el cambio inmediato de los equipos de recuperación y de recuperación y reciclado previamente autorizados para su utilización en sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores, por equipos autorizados conforme a la nueva norma J2788. En lugar de ello, todos los equipos nuevos de recuperación y reciclado, y de recuperación, reciclado y recarga de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores que se fabriquen a partir del 31 de diciembre de 2007 deben certificarse conforme a la norma J2788. Los propietarios de talleres de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores no están obligados a cambiar sus equipos viejos certificados conforme a la norma J2210; sin embargo, pueden decidir cambiarlos por equipos nuevos certificados conforme a la norma J2788, porque los ahorros que conseguirán en los refrigerantes gracias a los nuevos equipos se traducirán en ahorros de costos. (I9RR-20) Según el Informe de Servicio de la Sociedad Mundial de Sistemas de Aire Acondicionado Móviles (Mobile Air Conditioning Society Worldwide, MACS) correspondiente a enero de 2007, los nuevos equipos certificados conforme a la norma J2788 permitirán un ahorro de refrigerante de entre 30 y 50%, ya que estos equipos extraen una mayor cantidad de refrigerante de los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores. El refrigerante recuperado puede reciclarse para su uso futuro, en lugar de tener que comprar refrigerante nuevo.

En la norma J2788 de la SAE (sección 7, página 4) encontrará la descripción funcional completa de los equipos de recuperación y reciclado, y de recuperación, reciclado y recarga para aplicaciones de aire acondicionado de vehículos automotores; sin embargo, a continuación se describen las principales funciones.

1. El equipo de recuperación debe tener capacidad de extraer como mínimo 95% del refrigerante contenido en un sistema de prueba en un tiempo de 30 minutos o menos.
2. El equipo debe ser capaz de operar de forma continua a temperaturas ambientes de entre 50 y 120 °F (10 - 49 °C).
3. El equipo debe tener la capacidad para separar el lubricante del refrigerante recuperado y para indicar con precisión la cantidad extraída del sistema.

4. Después de separar el aceite, debe medirse el refrigerante recuperado y el equipo debe mostrar la cantidad medida. La cantidad que el equipo muestra, que representa la cantidad real de refrigerante extraído, debe tener una precisión de más o menos una onza (30 gramos).
5. Desde el 1.º de enero de 1992, todas las mangueras de recuperación deben cumplir las especificaciones J2196 de la SAE y estar equipadas con un dispositivo de cierre a 12 pulgadas (30 cm) del punto de conexión al sistema de aire acondicionado del vehículo automotor.
6. El equipo debe estar provisto de un dispositivo de cierre completo de 80% y una válvula mecánica de alivio de presión.
7. El equipo debe estar certificado conforme a la norma J2788 de la SAE.
8. El equipo debe purificar el refrigerante conforme a las normas de la SAE.
9. La EPA mantendrá una lista actualizada de los equipos autorizados, organizada por fabricante y modelo.

Equipo de Recuperación/Reciclaje de R-1234yf

La recarga de equipos y procedimientos para el R-1234yf son diferentes de los utilizados en otros sistemas. El equipo de recuperación/reciclaje de refrigerante debe estar certificado por el administrador de la EPA o de una organización independiente aprobada por el administrador para cumplir el estándar de recuperación apropiado. El equipo que recupera y recicla el refrigerante R-1234yf debe cumplir con las normas SAE J2843 y J2851. Se describen las siguientes funciones claves de los equipos:

1. El equipo debe tener un paquete desecante que debe ser reemplazado antes de la saturación con humedad y cuya capacidad de ácido mineral es menos del 5% en de desecante seco.
2. El equipo debe incorporar un filtro en línea que atraparé las partículas de diámetro esférico de 15 micrones o más.
3. El equipo debe presentar identificadores de refrigerantes integrados o un puerto USB para la conexión con un identificador de mano.
4. El equipo debe tener un identificador de refrigerante integrado o puerto USB para conexión con un identificador de mano.
5. Acopladores de servicio deben estar diseñados a las especificaciones de SAE J2888 para evitar conexión cruzada con los puertos de vehículo R-1234yf.
6. El equipo debe ser capaz de operación continua en temperaturas ambientes entre 50°F y 120°F (10°C y 50°C).
7. Dispositivos que indican presión utilizados para identificar los niveles de gas no contaminante deben tener la división legible de 7 kPa.
8. El equipo debe ser capaz de eliminar un mínimo de 95% del refrigerante del sistema de ensayo en 30 minutos o menos, sin un funcionamiento previo del motor (mínimo anterior de ocho horas) o calentamiento externo o uso de cualquier dispositivo (por ejemplo, escudos, reflectores, luces especiales, et.) que podría calentar los componentes del sistema. Temperatura ambiente debe ser de 21°C a 13°C (70°F a 75°F).

9. El equipo debe ser capaz de eliminar un mínimo de 85% del refrigerante del sistema de ensayo en 30 minutos o menos a una temperatura ambiente de 10°C a 13°C (50°F a 55°F).
10. El equipo debe separar el aceite del refrigerante, medir la cantidad recuperada con una precisión de 10 ml (0,3 oz) para proveer una base precisa para agregar aceite al sistema.
11. El equipo debe ser capaz de separar el aceite del refrigerante recuperado y con precisión, indicar la cantidad del sistema hasta dentro de ± 30 g (± 1 oz).
12. Cualquier componente que normalmente libera pequeñas cantidades de vapor de R-1234yf dentro del gabinete debe tener el vapor dirigido lejos de fuentes potenciales de ignición y ser dispersados por el sistema de ventilación del gabinete.
13. Todas las mangueras flexibles deben cumplir con especificaciones SAE J2888 y deben tener válvulas de cierre en el punto de conexión al sistema siendo reparado. Las mangueras o líneas de contenedores de almacenamiento de refrigerante/sujeción sobre o en la máquina, deben tener válvulas de cierre en los puntos de conexión para permitir el reemplazo del tanque de carga con el refrigerante, sin pérdida de refrigerante. Un tanque que es una instalación permanente está exento de este requisito.
14. El equipo debe purificar refrigerante estándar SAE J2912.

Regulaciones relativas a la agregación de refrigerante

(19RR-16) El 29 de enero de 1998, la Norma Definitiva de 1998 aclaró la disposición existente en las regulaciones de la Sección 609 de la Ley del Aire Limpio. La norma explica que los "Quick-Lubes" y otros talleres que cargan refrigerante en los vehículos sin llevar a cabo ningún otro tipo de servicio de reparación o de refrigerante (es decir, los lugares en los que sólo se agrega o "recarga" refrigerante) de todas formas se considera que realizan un servicio relacionado con refrigerantes y por lo tanto, están sujetos a todos los requisitos de las regulaciones de la Sección 609, incluyendo el requisito de que deben comprar equipos aprobados y deben dar el servicio técnicos certificados para sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores.

Además, la EPA no requiere la recuperación y el reciclado del refrigerante contenido en un sistema antes de agregar al sistema más refrigerante.

Equipos de recuperación de dos refrigerantes

Existen equipos de recuperación de refrigerantes que pueden recuperar dos refrigerantes distintos. El problema de utilizar estos dispositivos de recuperación para dos refrigerantes es la posibilidad de que ocurra una contaminación cruzada del refrigerante que se está recuperando. La EPA ha adoptado la norma J1770 de la SAE, que incorpora numerosas precauciones para evitar la contaminación cruzada. Por ejemplo, todos los equipos de un solo circuito para recuperar dos refrigerantes deben incluir características especiales para evitar la contaminación cruzada en el circuito de refrigerante. El equipo debe evitar que se inicie la operación de recuperación cuando el

equipo no esté configurado de forma apropiada. Cuando haga falta que intervenga el operador para que vuelva a configurar la unidad antes de reconectarla para un refrigerante distinto, el equipo debe disponer de algún medio que indique cuál fue el último refrigerante utilizado. Asimismo, es obligatorio que el equipo impida la recuperación simultánea de dos fuentes de refrigerante distintas. La norma también especifica que la transferencia de refrigerante reciclado durante las recargas y transferencias se realice únicamente con el refrigerante en estado líquido, a fin de permitir que la recarga con mezclas de refrigerantes se hagan de forma apropiada, puesto que estas mezclas deben cargarse siempre en estado líquido.

Reciclado de mezclas

Una vez recuperada, sólo CFC-12 o HFC-134a incontaminada debe ser reciclada in situ; todas las demás deben enviarse a un recuperador. La recuperación de contaminados R-12 o refrigerante R-134a en reciclaje puede dañar el equipo y el equipo de recuperación sólo puede filtrar y el refrigerante seco no puede eliminar otras impurezas gaseosas tales como el aire u otros refrigerantes. Además, los reglamentos de la EPA prohíben a técnicos de reciclar refrigerantes de mezcla sustitutos si ellos están contaminados o no. Esto es porque un refrigerante mezclado podría haber perdido uno o más de los componentes volátiles de la mezcla (debido a fugas del sistema), y esto puede cambiar drásticamente las características de rendimiento de la mezcla. Reciclaje no puede reemplazar a los componentes perdidos de la mezcla.

Refrigerantes actualmente en uso

Recuperación, reciclaje y recarga de sistemas de aire acondicionado automotrices son mucho más complicados de lo que solía ser. En el pasado, todos los sistemas de aire acondicionado automotrices utilizan CFC-12; sin embargo, esto claramente ya no es el caso. Incluso cuando el R-12 era el único refrigerante en la ciudad, muchos técnicos de aire acondicionado descubrieron sistemas que habían sido contaminados con aire, HCFC-22 o incluso hidrocarburos como propano y butano.

Además de los nuevos vehículos que utilizan el refrigerante HFC-134a, un asombroso número de sustitutos R-12 está en el mercado. Claramente, la variedad de refrigerantes que los técnicos pueden encontrar está haciendo el servicio de A/C más complicado, con todos los nuevos refrigerantes entrando el mercado de vehículos de reciente fabricación.

La EPA requiere que cuando cualquier vehículo es adaptado desde R-12, debe colocarse una etiqueta identificando el nuevo refrigerante en el sistema bajo el capó, y nuevos accesorios únicos deben estar conectados a los puertos de servicio de lado alto

y bajo del sistema de aire acondicionado (ver Tabla 9). Por supuesto, podría encontrar un vehículo que ha sido adaptado a otro refrigerante, pero no ha sido correctamente etiquetado, o un vehículo que tiene la etiqueta correcta, pero ha sido cargado con refrigerante altamente contaminado. Propano no es refrigerante automotriz legal, por lo que si se utiliza este refrigerante, es probable que poca atención se proporcionará.

Comprobación de las presiones del refrigerante no garantiza que usted reconocerá que el refrigerante está contaminado o es una marca que es desconocida para usted. Presiones de cabeza inusuales pueden indicar un sistema de etiquetado incorrecto; sin embargo, un sistema contaminado puede resultar en una dependencia de la temperatura de la presión similar.

La compra de una unidad de identificador de refrigerante puede ayudar a identificar muchos problemas de identificación de refrigerante, y la EPA recomienda encarecidamente, aunque no es necesario, este equipo. Algunos identificadores son dispositivos simples go/no-go que sólo le dicen si el refrigerante es HFC-134a o no (o CDD-12 o no). Como alternativa, unidades diagnóstico más sofisticadas y costosas identifican a los componentes e identifican incluso líquidos inflamables trabajadores. El estándar SAE J1771 se aplica a equipo de identificación del refrigerante a ser utilizado para identificar el refrigerante CFC-12 (R-12) y refrigerante HFC-134a (R-134a) al dar servicio a sistemas MVAC. El estándar SAE J2912 se aplica a los equipos de identificación del refrigerante para usarse con R-1234yf.

En general sin embargo, unidades diagnóstico portátiles hasta las más sofisticadas en el mercado hoy no pueden identificar correctamente todas las combinaciones de productos químicos utilizados en las mezclas de refrigerante. Los identificadores de diagnóstico que se venden hoy en día por lo general pueden identificar posibles contaminantes R-12 y R-134a como el aire, el R-22, y los hidrocarburos inflamables, pero muchos de ellos no fueron diseñados para identificar productos químicos que son componentes de R-1234yf, R-152a y CO₂ o para reconocer determinadas combinaciones químicas como una mezcla comercial específica.

Si usted está interesado en la compra de una unidad de "go/no-go" o una unidad de diagnóstico, compruebe que la unidad cumple con el estándar SAE J1771, que es una indicación de que la unidad identifica con precisión los refrigerantes. Cuando pretendiendo cumplir con esta norma, a los fabricantes de equipo identificador se les requiere declarar la exactitud de la unidad.

Por último, cuidado con los refrigerantes contaminados o refrigerantes incorrectos que se venden como nuevo refrigerante puro. Ha habido casos donde el refrigerante ha sido empacado falsamente, a veces conduciendo a la explosión y lesiones. Una unidad de identificación de refrigerante certificada impedirá que esto suceda. Por supuesto, siempre es una buena práctica a sólo comprar refrigerante de fuentes reputables.

Carga de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores

El método más preciso para cargar un sistema de aire acondicionado de vehículo automotor (después de reparar el sistema y comprobar que no tiene fugas) consiste en:

1. Comprobar si el sistema tiene fugas con nitrógeno seco a una presión de 100 a 150 psig.
2. Evacuar de forma apropiada el sistema hasta un vacío de por lo menos 29 pulgadas de mercurio.
3. Agregar el lubricante al sistema.
4. Volver a evacuar de forma apropiada el sistema hasta un vacío de por lo menos 29 pulgadas de mercurio.
5. Cargar el sistema utilizando una báscula para refrigerante o algún otro dispositivo preciso para medir el refrigerante (la precisión debe ser de por lo menos 0.5 onza -15 gr- de la carga).

Si realiza la carga directamente del cilindro de refrigerante, conecte un medidor de presión a los puertos de servicio en el extremo elevado y en el extremo inferior del sistema de aire acondicionado de vehículo automotor, e introduzca inicialmente el refrigerante por ambos extremos del sistema. Una vez que la presión del sistema sobrepase la presión de saturación a 40 °F (4.4 °C), arranque el compresor y continúe cargando el refrigerante por el extremo inferior del sistema hasta que se haya agregado la cantidad apropiada de refrigerante al sistema (según se determine con una báscula de carga o un medidor de carga).

Cuando cargue el sistema de aire acondicionado de un vehículo automotor con un refrigerante puro como el R-134a, R-12 o R-152a, deberá cargarlo en estado gaseoso para evitar que el refrigerante fluya de manera intermitente, así como también para hacer que el proceso de carga sea más lento (y así evitar sobrecargar el sistema).

Si va a cargar el sistema de aire acondicionado de un vehículo automotor con una mezcla refrigerante en lugar de utilizar un refrigerante puro, deberá extraer el refrigerante del tanque de almacenamiento en estado líquido. Para hacer esto, puede ser necesario invertir el contenedor de almacenamiento o utilizar una conexión distinta al tanque. El refrigerante debe extraerse de los tanques de almacenamiento en estado líquido. La válvula del colector debe estar casi completamente cerrada, de modo que el líquido del tanque de refrigerante pase rápidamente por la válvula del colector de carga y el refrigerante en realidad ingrese en estado gaseoso al sistema de aire acondicionado del vehículo automotor. El refrigerante debe introducirse lentamente en el compresor; si se escucha algún ruido poco usual (intermitente), cierre

inmediatamente el flujo de refrigerante (en la válvula del múltiple) y reanude la carga a una velocidad aun menor (es decir, con la válvula del múltiple aun más cerrada).

Si se utiliza una máquina de recuperación/reciclaje/recarga HFC-134a funcionando adecuadamente y fue fabricada después de 01 de enero de 2008, entonces ha sido certificada para cumplir con requisitos de la EPA como se establece adelante en el estándar SAE J2788 (Equipos de Recuperación/Reciclaje HFC-134a y de Recuperación/Reciclaje/Recarga para Sistemas Automotrices de Aire Acondicionado). Este sistema recuperará al menos el 95% del refrigerante en un sistema MVAC y proporcionará una precisión de recarga de al menos 0,5 onza. Siga las instrucciones del fabricante para el uso de la unidad. Si está utilizando una máquina más vieja (que no está certificada para cumplir con el estándar SAE J2788), se ha demostrado de dejar tanto como el 30% de la carga de refrigerante en el sistema y esto puede resultar en la sobrecarga del sistema, aporreo del compresor y gasto adicional de refrigerante. Para estas máquinas más viejas, se sugiere que se reemplace manualmente la operación de recuperación automática para asegurar la completa recuperación de refrigerante y recarga adecuada del sistema.

Cálculo incorrecto de la carga

Los sistemas de aire acondicionado por compresión de vapor, como los que se utilizan en los vehículos automotores, tienen varias opciones de configuración de la válvula de expansión o estrangulación. La válvula de expansión puede ser una válvula de control de tipo retroalimentación que ajusta la abertura para controlar de forma apropiada el sobrecalentamiento en la salida del evaporador, como una válvula de expansión termostática (o TXV, por sus siglas en inglés). También puede ser un orificio fijo como una placa con orificio o un tubo capilar. Las válvulas TXV ofrecen la ventaja de que controlan de cerca el sobrecalentamiento en la salida del evaporador, aun cuando la carga de operación no es perfecta. En cambio en los orificios fijos el sobrecalentamiento del evaporador está estrechamente relacionado con la carga del sistema.

Si se agrega una carga demasiado grande de refrigerante a través de un orificio fijo del sistema de aire acondicionado de un vehículo automotor, se perderá el sobrecalentamiento deseado y el refrigerante líquido podría regresar al compresor y hacer que éste funcione de forma intermitente y se estropee antes de tiempo.

Si, por el contrario, se agrega una carga demasiado pequeña a través de un orificio fijo del sistema de aire acondicionado de un vehículo automotor, la capacidad de enfriamiento será menor y, si la carga es excesivamente baja, podría congelarse el serpentín del evaporador (particularmente en los días más fríos o lluviosos).

La mayoría de los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores utilizan un dispositivo de expansión de orificio fijo (para ahorrar costos) y, por lo tanto, la

capacidad máxima de enfriamiento y la duración correcta de la vida útil del sistema dependen en gran medida de que la carga sea la apropiada.

Si el sistema es evacuado correctamente y cargado con un máquina de recuperación/reciclaje/recarga certificada SAE estándar J2788 o J2843, debe introducirse una carga exacta.

Si el sistema MVAC está siendo rematado, no puede determinarse la cantidad total de carga en el sistema. Solamente por este motivo, Mainstream no recomienda el rellenado de la carga de refrigerante en un sistema. El tiempo necesario para rematar el refrigerante, la espera a que el sistema se equilibre, medir el recalentamiento y el subenfriamiento del evaporador y condensador, (para determinar si la carga es correcta) y luego repetir el proceso hasta obtener la carga adecuada llevará mucho más tiempo que simplemente la recuperación, reciclaje y recarga el sistema. No hay ningún incentivo económico para rematar el sistema si piensa hacerlo! Por supuesto, si el refrigerante es una mezcla, nunca puede ser rematado porque la composición de la mezcla se altera cuando hay una fuga de refrigerante de un sistema, por lo que el refrigerante debe sustituirse. Los refrigerantes mezclados no pueden ser reciclados; deben ser recuperados y devueltos a un centro de reciclaje de refrigerante.

Si se recarga un sistema sin usar una máquina de recarga automatizada, será necesario emplear una báscula de carga, un cilindro de carga u otro dispositivo que mida con precisión el refrigerante (la precisión debe ser de por lo menos 0.5 onza -15 gr- de la carga). Evacúe siempre el sistema completamente hasta un vacío de por lo menos 29 pulgadas de mercurio antes de iniciar cualquier operación de carga manual.

Calibración de los equipos de recuperación y recarga

Requisitos que deben cumplir los equipos

Los sistemas que se utilizan para la recuperación, el reciclado y la recarga del refrigerante R-134a deben estar certificados conforme a la norma J2788 de la SAE. Esta norma exige que el equipo tenga capacidad para indicar la cantidad de refrigerante contenido en el sistema y recargarlo hasta el nivel especificado por el fabricante del vehículo con una precisión de más o menos 15 gramos (0.5 oz). Asimismo, esta norma establece que si el equipo utiliza una báscula para determinar la cantidad de refrigerante que se recarga, el fabricante del equipo debe proporcionar un método o un procedimiento de servicio que el técnico pueda usar para comprobar la precisión de la máquina y calibrarla. Igualmente, si se utiliza un sistema de flujo de masa para determinar la cantidad de la carga, el fabricante del equipo debe ofrecer un método para comprobar la precisión del equipo y proporcionar junto con la máquina los dispositivos necesarios para hacer las pruebas de precisión.

En general, pueden utilizarse los procedimientos descritos en las siguientes subsecciones para verificar o calibrar una báscula de recuperación o de recarga.

Procedimiento para verificar la exactitud de una unidad de recarga

1. Coloque en una báscula de plataforma un tanque vacío autorizado para la recuperación de refrigerante. La báscula de plataforma debe tener capacidad para medir el peso de un tanque de recuperación externo más un peso adicional de 1000 gramos (35 onzas). La báscula debe tener una precisión de por lo menos +/- 3 gramos (+/- 0.006 lb).
2. Conecte las mangueras al tanque de recuperación desde la máquina de recarga, como si el tanque de recuperación fuese una unidad de aire acondicionado de vehículo automotor.
3. Abra la válvula de acceso del tanque de recuperación.
4. Registre el peso inicial del tanque de recuperación.
5. Ajuste la unidad de recarga para que recargue 457 gramos (16 onzas) de refrigerante.
6. Cuando haya terminado la recarga, registre el peso final del tanque de recuperación.
7. Reste el peso final del tanque de recuperación (registrado en el paso 6) del peso inicial (registrado en el paso 4); la diferencia corresponde a la cantidad de refrigerante que la máquina de recarga ha cargado en el cilindro.
8. La cantidad de refrigerante recargado debe ser de entre 442 gramos (15.5 onzas) y 475 gramos (16.5 onzas). Si la cantidad realmente cargada según se determina en el paso anterior resulta ser mayor que 472 gramos o menor que 442 gramos, deberá recalibrar la máquina de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, o bien deberá llevarla al fabricante o a otra compañía de calibración para que la recalibren.

Procedimiento para calibrar una unidad de recuperación o de recarga

Como explicamos antes, las máquinas de recuperación, reciclado y recarga certificadas conforme a la norma J2788 de la SAE deben venir con instrucciones y herramientas de calibración, y esas instrucciones reemplazarán las instrucciones que incluimos aquí. Si no dispone de ninguna otra información sobre cómo hacer la calibración, debe emplear los procedimientos generales que ofrecemos en esta sección.

A) Consulte los documentos del fabricante y de la balanza a fin de determinar si el sistema de recarga tiene un mecanismo para ajustar la calibración de la recarga.

B) Si el equipo tiene un mecanismo para ajustar la calibración, entonces:

1. Si siguió el procedimiento descrito arriba para verificar la exactitud del equipo, en el paso 7 determinó la cantidad real de refrigerante que recargó la máquina. Si la cantidad real de la recarga es mayor que 457 gramos (16 onzas), ajuste la escala de calibración a fin de reducir la cantidad de la recarga de refrigerante.

De modo similar, si la cantidad real de refrigerante que recargó la máquina es menor que 457 gramos (16 onzas), ajuste la escala de calibración de modo que aumente la cantidad de refrigerante de la recarga. Durante el primera ajuste, gire el mecanismo de ajuste lo menos que pueda, para que pueda hacerse una idea de la sensibilidad que tiene el mecanismo de ajuste.

2. Repita la prueba para determinar la precisión de la máquina. Si la cantidad real de la recarga (según se desprende de la segunda prueba) se encuentra ahora dentro del rango permisible de entre 442 gramos (15.5 onzas) y 472 gramos (16.5 onzas), el procedimiento de calibración habrá terminado. Si la cantidad de refrigerante recargado se encuentra fuera de este rango, repita los pasos B-1 y B-2 del procedimiento de calibración.

C) Si el equipo NO trae incorporado un mecanismo para ajustar la calibración y utiliza una báscula de plataforma, entonces:

1. Si siguió el procedimiento descrito arriba para verificar la exactitud del equipo, en el paso 7 determinó la cantidad real de refrigerante que recargó la máquina. Si la cantidad real de la recarga es mayor que 457 gramos (16 onzas), reste 457 del peso de la recarga a fin de determinar el peso (en gramos) que debe agregar a la báscula de plataforma (o al tanque que se encuentra en la báscula) que está calibrando. Por ejemplo, si el peso de la recarga es de 477 gramos, el monto del peso que debe agregar a la báscula será el resultado de restar 477 de 457, es decir 20 gramos. Por el contrario, si la cantidad real de refrigerante que recargó la máquina es menor que 457 gramos (16 onzas), entonces debe restar el peso de la recarga real de 457 para determinar el peso (en gramos) que debe retirar de la báscula de plataforma (o del tanque se encuentra en la báscula) que está calibrando. Tal vez no sea posible retirar peso de la báscula; de ser éste el caso, sencillamente ajuste el equipo para que recargue el peso adicional que calculó arriba. Por ejemplo, si usted ajustó el equipo para recargar 457 gramos, y la cantidad de la recarga en realidad es de 427 gramos, tendría que retirar de la balanza el peso resultante de restar 457 menos 427, es decir 30 gramos. Si no puede retirar 30 gramos de la báscula o del tanque, ajuste el equipo de modo que recargue 487 gramos, es decir $457+30$.
2. Agregue o retire el peso necesario de la balanza de plataforma o del tanque de recuperación.
3. Repita la prueba para determinar la precisión de la máquina. Si la cantidad real de la recarga (según se desprende de la prueba que ha repetido) se encuentra ahora dentro del rango permisible de entre 442 gramos (15.5 onzas) y 472 gramos (16.5 onzas), el procedimiento de calibración habrá terminado. Si la cantidad de refrigerante recargado se encuentra fuera de este rango, repita los pasos C-1, C2 y C-3 del procedimiento de calibración.

D) Si el quipo NO incorpora un sistema para ajustar la calibración y utilizar un transductor de flujo de masa, la unidad no puede calibrarse in situ y debe llevarse al fabricante para su recalibración.

R-1234yf Equipment Calibration

Para la validación de equipos de recarga R-1234yf, el fabricante del equipo es responsable de asegurar que el proceso de evacuación del sistema deja el sistema 98% libre de gases refrigerantes o no contaminados antes de recargarlos, después de la recuperación y reciclaje de las disposiciones de la norma SAE J2843.

Toda programación de carga se indicará en unidades SI y debe mostrar en kg con tres decimales. El equipo debe ser capaz de indicar y cargar el sistema hasta dentro de 15 g (0.5 oz) de las especificaciones del fabricante del vehículo.

Si se utiliza una escala en la máquina, el fabricante del equipo tiene que proporcionar un método o servicio para el técnico para comprobar la precisión escala. Además, el fabricante tiene que incluir cualquier dispositivo de comprobación de la exactitud necesaria, tales como pesos de calibración, con la máquina. Si el dispositivo de ensayo de exactitud para la escala incluye un consumible, el fabricante deberá incluir una cantidad de dispositivos de sustitución o recambio para cinco años de ensayos periódicos como se recomienda.

Si un sistema de flujo de masa se utiliza para la determinación de la carga, debe mantenerse la exactitud igual a la especificación de 15 g (0.5 oz). El fabricante del equipo debe proporcionar un método para comprobar la exactitud e incluir cualquier dispositivo de ensayo de exactitud necesario con la máquina. Si el dispositivo de ensayo de exactitud para la escala incluye un consumible, el fabricante deberá incluir una cantidad de dispositivos de sustitución o recambio para cinco años de ensayos periódicos como se recomienda.

Si se utiliza otro sistema para la determinación de la carga, tales como una bomba positiva, el fabricante del equipo debe proporcionar un método y cualquier(es) dispositivo(s) necesario(s) para comprobar la precisión de que es/son adecuado(s) para su método de operación, incluyendo el ajuste de compensación de temperatura, si se utiliza.

El fabricante del equipo debe hacer un servicio de calibración disponible a los propietarios de los equipos como medio de mantener la exactitud de la cantidad de carga y precisión dentro de las tolerancias admisibles. Puede establecerse una tarifa para estos servicios.

Prevención de la contaminación cruzada

Una de las mayores fuentes de contaminación cruzada es el remate incorrecto por los hazlo-tu-mismo u otro técnico de servicio, cualquiera de los cuales podría rematar refrigerante R-1234yf con latas pequeñas de R-134a. Los técnicos de servicio deben tomar medidas para garantizar que no ocurra una contaminación cruzada cuando dan

servicio a sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores o recuperan refrigerante. La contaminación cruzada puede producir una reacción química de las sustancias que se encuentran dentro del sistema, así como también problemas de lubricación que dañen los componentes o perjudiquen el rendimiento del sistema. Durante la carga del sistema, debe instalarse exactamente el tipo de refrigerante autorizado en la cantidad pesada especificada, sin hacer cambios. De igual manera, cuando se agrega aceite, debe cargarse en el sistema el aceite especificado por el fabricante para el refrigerante dado.

En la práctica, si una máquina de recuperación se conecta a un sistema en el que existe contaminación cruzada, y se recupera la carga de refrigerante contaminado, debe limpiarse la máquina de recuperación y reemplazarse los filtros deshidratadores. Si el refrigerante recuperado no se identifica como contaminado y no se elimina de forma apropiada, podría utilizarse de nuevo accidentalmente y contaminar otras unidades de aire acondicionado. Los refrigerantes recuperados contaminados deben etiquetarse como "Refrigerante con contaminación cruzada" ("Cross Contaminated Refrigerant ") y enviarse para su incineración a una planta de destrucción apropiada (a un costo significativamente alto). Una excelente precaución para evitar contaminar un lote entero de refrigerante recuperado es detectar in situ si hay contaminación cruzada en un sistema de aire acondicionado antes de agregar el refrigerante recuperado al refrigerante que se tiene almacenado. Un primer paso muy importante para evitar la contaminación cruzada es identificar correctamente los refrigerantes y aceites antes de realizar cualquier procedimiento de servicio en un sistema. La SAE ha especificado diferentes conexiones de mangueras de servicio para evitar que se mezclen el R-12 y el R-134a; sin embargo, los vehículos que llegan actualmente a los talleres podrían tener cualquier número de mezclas extrañas, inclusive gases inflamables, tal como se explicó antes en la sección sobre los refrigerantes que están en uso.

El refrigerante y el aceite que quedan en los medidores de presión y las mangueras de servicio pueden ser una fuente importante de contaminación del sistema. Cuando se da servicio a sistemas cargados con R-134a, es imprescindible tomar precauciones para evitar al máximo la contaminación de los lubricantes PAG y POE con aire y humedad. Mantenga los contenedores de lubricante y las mangueras herméticamente cerrados cuando no estén siendo usados. Los lubricantes PAG y POE absorben humedad fácilmente si se dejan expuestos al aire. Conforme a las normas de la SAE, se utilizan mangueras diferentes para los sistemas cargados con R-12 y R-134a, con lo que es más difícil que se produzca una contaminación cruzada de los refrigerantes. Sin embargo, los sistemas con R-134a pueden utilizar lubricantes POE o PAG y la contaminación cruzada de los lubricantes puede producir reacciones químicas adversas, así como la descomposición del refrigerante y la corrosión de los materiales. A fin de evitar que se produzca una contaminación cruzada del aceite, utilice siempre el lubricante especificado por el fabricante. A fin de impedir la contaminación cruzada causada por las mangueras, recomendamos asignar y utilizar conjuntos de medidores de presión independientes con los sistemas que usen R-134a con lubricante PAG y los que usen R-134a con lubricantes POE.

Refrigerante usado

Recarga de refrigerantes usados

La definición de MVAC "servicio que implica refrigerante" de la EPA, establece que los técnicos de MVAC deben reciclar el refrigerante antes de volver a cargarlo en un dispositivo MVAC, o similar a MVAC, aunque el refrigerante va a ser reemplazado de nuevo en la misma unidad de aire acondicionado de la que se retira. Para equipos que sólo recupera el refrigerante, el uso apropiado incluye reciclar el refrigerante en el sitio o enviar el refrigerante fuera del sitio para su recuperación antes de que puede ser recargado en un sistema MVAC. Esto es muy diferente del requisito de HVAC Sección 608 para aire acondicionado (no-MVAC) estacionario y aplicaciones de refrigeración, que permite a los técnicos transferir refrigerante en la unidad que se desconectó o en cualquier otra unidad de propiedad de la misma persona sin reciclar o procesar el refrigerante de cualquier manera. Este requisito no es nuevo y de hecho se ha aclarado en el Resumen de la Norma Final de enero de 1998. Este requisito no se aplica si el servicio no es de consideración, como es el caso de los hazlo-tu-mismo.

Compra de refrigerante usado

Las regulaciones de la EPA prohíben la venta de refrigerantes usados (con la excepción de los refrigerantes que hayan sido usados y vayan a seguir usándose en sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores y sistemas de aire acondicionado similares a los utilizados en vehículos automotores) salvo que hayan sido regenerados por un regenerador autorizado por la EPA (Sec. 82.154(g)). (19RR-21) En las enmiendas del 30 de diciembre de 1997 a la regulación relativa al reciclado de los refrigerantes que se usan en sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores, se permite de forma expresa la reutilización del refrigerante recuperado en las plantas de eliminación de dichos sistemas y de aparatos similares a los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores (después de reciclar el refrigerante en un equipo de reciclado certificado conforme a la Sección 609) en sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores y aparatos similares a éstos sin tener que ser regenerado.

Estos requisitos también se aplican a cualquier fluido de trabajo que sea un refrigerante sustituto autorizado por el SNAP para su uso en sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores y aparatos similares a éstos.

Además de ser utilizados en sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores, el R-12, el R-134a y otros refrigerantes de sistemas de aire acondicionado se usan también en otros aparatos que no son sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores. Nunca se debe reciclar y recargar los refrigerantes de aparatos que no son sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores en sistemas que sí lo son porque contienen diferentes contaminantes que normalmente no están presentes en los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores. Por esa misma razón,

el equipo de reciclado y recarga de sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores nunca debe utilizarse con refrigerantes obtenidos de equipos que no sean sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores. Sin embargo, en los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores puede utilizarse refrigerante regenerado independientemente de cuál sea su origen, ya que el refrigerante regenerado se somete a pruebas a fin de garantizar que cumpla los estándares de pureza establecidos en la norma AHRI 700 para los refrigerantes nuevos.

En resumen:

- ▶ Únicamente técnicos certificados conforme a la Sección 609 y los dueños u operadores de plantas de eliminación pueden recuperar el refrigerante.
- ▶ El refrigerante recuperado de los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores y aparatos similares a éstos no puede mezclarse con refrigerante proveniente de otras fuentes.
- ▶ Sólo pueden utilizarse equipos de recuperación certificados conforme a la Sección 609 para recuperar el refrigerante.
- ▶ El refrigerante sólo puede reutilizarse en sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores y aparatos similares a éstos.
- ▶ El refrigerante únicamente puede venderse a técnicos certificados conforme a la Sección 609.
- ▶ Antes de cargar el refrigerante en un sistema de aire acondicionado de vehículo automotor o en aparatos similares a estos, los técnicos certificados conforme a la Sección 609 deben reciclar el refrigerante en equipos de reciclado certificados conforme a la Sección 609.

El propósito de estas restricciones es garantizar que la excepción del requisito relativo a la regeneración de los refrigerantes extraídos y cargados en sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores y aparatos similares a éstos no afecte la pureza del refrigerante que se usa en los sectores que dan servicio a sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores y aparatos similares a éstos.

Las plantas de eliminación deben conservar declaraciones firmadas que certifique que el refrigerante se extrajo del sistema de aire acondicionado de un vehículo automotor o un aparato similar.

Transferencia de refrigerantes

Los contenedores portátiles utilizados para transferir refrigerante reciclado o regenerado deben cumplir las normas del Departamento de Transporte y de Underwriters Laboratories (UL). Antes de introducir refrigerante por primera vez en un cilindro de almacenamiento autorizado (o de cambiar de refrigerante), el cilindro debe evacuarse hasta un vacío de por lo menos 27 pulgadas de mercurio. Asimismo, debe

controlarse el nivel de llenado seguro del cilindro de acuerdo con su peso medido y el peso neto del líquido no debe sobrepasar 80% del volumen interno del cilindro.

Equipos y especificaciones de servicio

Los técnicos que reparan o dan servicio a MVACs CFC-12 deben utilizar solo la combinación de máquinas de recuperación y reciclado o equipamiento de recuperación [aprobado por EPA](#). Equipo de recuperación/reciclaje limpia el refrigerante para que contaminantes de aceite, aire y humedad alcancen niveles aceptablemente bajos.

Uno de los principales inconvenientes de lubricantes PAG es su incompatibilidad con cloro y otros lubricantes. Debido a esto, las instalaciones de servicio deben dedicar recuperación independiente y equipos de reciclaje junto con las mangueras de servicio y los conjuntos de colector para refrigerantes individuales tales como el R-12, R-134 y R-1234yf. Si esto no se hace, cualquier cloro residual y/o aceite mineral de R-12/ sistema de aceite mineral puede contaminar el sistema R-134a/PAG.

Porque R-1234yf es un refrigerante inflamable, la recuperación o la máquina de recuperación/reciclaje debe ser específicamente diseñada y aprobada por la EPA para su uso con este refrigerante inflamable.

Porque el R-134a tiene un tamaño molecular más pequeño que el R-12, tiende a escaparse más rápidamente que R-12 de las mangueras de servicio. Por esta razón, SAE exige especificaciones diferentes de mangueras de servicio para diferentes refrigerantes.

Mangueras de servicio para R-12

(I9S1-2) La manguera que se conecte al extremo superior de un sistema de aire acondicionado de vehículos automotores que utiliza R-12 será de color rojo sólido o negro con una franja roja. (I9S1-4) La manguera que se conecte el extremo inferior de un sistema de aire acondicionado de vehículos automotores que utiliza R-12 será de color azul sólido o negro con una franja azul. (I9S1-5) Las mangueras de uso general para el R-12 serán de color amarillo o blanco sólido, o bien de color negro con una franja amarilla o blanca. Todas las mangueras diseñadas para su uso con R-12 deberán marcarse como SAE J2196.

Mangueras de servicio para R-134a

(I9S1-1)(I9S1-3)(I9S1-6)(I9S1-7)La manguera que se conecte al extremo superior de un sistema de aire acondicionado de vehículos automotores que utiliza R-134a será de color rojo sólido con una franja negra. La manguera que se conecte al extremo inferior de un sistema de aire acondicionado de vehículos automotores que utiliza R-134a será de color azul sólido con una franja negra. La manguera de uso general será de color amarillo sólido con una franja negra. Todas las mangueras diseñadas para su uso con R-134a deberán marcarse como SAE J2196/R-134a. ÚNICAMENTE LAS MANGUERAS PARA R-134A TIENEN UNA FRANJA NEGRA.

R-1234yf Service Hoses

El estándar SAE J2888 "Manguera de Servicio HFO-1234yf, Accesorios y Acopladores para el Equipo de Servicio de Refrigerante de Sistemas Automotrices" establecen conexiones específicas y únicas, acopladores y mangueras para equipos de servicio utilizados en mantenimiento de sistemas HFO-1234yf. Las mangueras deben estar selladas con "SAE J2888" y el fabricante e la identificación de ensamblador debe estar ubicado en la superficie externa de la manguera, a 180 grados de la marca SAE. Mangueras de alta presión son de color rojas, las mangueras del lado de bajo son de color azules y las mangueras de suministro son de color amarillas.

Conexiones para mangueras de servicio

La SAE ha especificado diferentes conexiones de mangueras de servicio para evitar que se mezclen el R-12 y el R-134a durante las operaciones de servicio. (I9S2-1)La norma J2197 de la SAE especifica que las conexiones de las mangueras de servicio para los sistemas con R-134a deben tener una rosca 16 ACME de 1/2 pulgada para poder conectarlas a los conjuntos de medidores de presión o a los equipos de recuperación, reciclado y carga. En cambio, las conexiones de las mangueras para los sistemas con R-12 tienen una rosca de 7/16 de pulgada de paso 20 que permita conectarlas al conjunto de medidores de presión o a los equipos de recuperación, reciclado y carga.

(I9S2-3)Los extremos de las mangueras de servicio que se conectan a los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores también son diferentes para el R-134a y el R-12. Estas conexiones están reguladas por la norma J639 de la SAE. Las conexiones de servicio para R-12 que se conectan a los sistemas de aire acondicionado de vehículos automotores tienen rosca tanto para el extremo superior como para el extremo inferior del sistema. Los sistemas con R-134a utilizan conexiones

de acople rápido ("quick-connect") sin rosca externa, que conectan la manguera de servicio al vehículo. Con el propósito de evitar que se confunda la conexión de servicio para el extremo inferior con la conexión de servicio para el extremo superior, la conexión para el extremo superior del sistema con R-134a tiene un diámetro exterior de 16 mm, mientras que la conexión para el extremo inferior tiene un diámetro exterior de 13 mm.

Per SAE J2888, the hoses that connect the high- and low-side fittings and the recovery equipment include a high- or low-side coupling, as defined in SAE J639, and at the shutoff device of the connection to the serviced system or equipment, an M12 x 1.5-6g male thread on both ends.

Precauciones de seguridad

1. Utilice anteojos de seguridad siempre que trabaje con refrigerantes. Si el refrigerante líquido entra en contacto con sus ojos, puede causarle ceguera permanente.
2. No permita que el refrigerante entre en contacto con su piel. El refrigerante tiene un punto de ebullición muy bajo, lo que le provocará congelación.
3. Todas las operaciones de manipulación, carga y reciclado de refrigerantes deben llevarse a cabo en lugares que cuenten con ventilación adecuada, con un mínimo de cuatro renovaciones de aire por hora. Evite inhalar el vapor de forma prolongada. La inhalación prolongada de refrigerante es extremadamente peligrosa; la muerte puede producirse sin dar aviso.
4. No utilice la unidad de recuperación cerca de contenedores abiertos o derramados de gasolina, solventes o cualquier otro líquido o vapor inflamable, a menos que el equipo esté diseñado especialmente para trabajar en tales ambientes (diseños a prueba de explosiones). No opere la unidad en presencia de vapor inflamable.
5. No deje funcionando sin supervisión ninguna máquina de recuperación o reciclado.
6. No intente llenar ningún tanque, contenedor, cilindro, equipo de carga ni tanque de almacenamiento que no esté aprobado por el Departamento de Transporte y equipado con una válvula de seguridad diseñada para aliviar la presión.
7. No transfiera refrigerante a cilindros no recargables.
8. No llene ningún recipiente o tanque de almacenamiento con refrigerante por encima de 80% de su capacidad.
9. La presión interna de un cilindro con una onza de líquido refrigerante es la misma que la de un cilindro completamente lleno. El potencial de daño explosivo de un cilindro de refrigerante líquido es mucho mayor que la de un cilindro de aire comprimido a la misma presión. Esto se debe a que, a diferencia de la presión del aire comprimido que descenderá rápidamente, el refrigerante líquido saturado entrará en ebullición y se evaporará, de modo que la presión elevada se mantendrá hasta que todo el refrigerante se haya vaporizado. Todos hemos

visto alguna vez cómo sale el vapor de agua cuando se destapa el radiador de un automóvil. La presión es de apenas unos 15 psig, pero se mantiene prácticamente hasta que se evapora la totalidad del agua del radiador. Imagine el mismo proceso, pero a 100 psig y con un refrigerante líquido muy frío que puede producir lesiones en la vista, congelación y quemaduras en la piel. Ahora ya tiene una idea de lo que ocurriría.

Inspección de los cilindros

Antes de cargar un cilindro, éste debe inspeccionarse en busca de signos de daño, abolladuras o corrosión. No cargue un cilindro que esté dañado. Un cilindro de recuperación no debe llenarse si han transcurrido más de cinco años desde la fecha de la fecha de prueba estampada en el hombro del cilindro. La fecha de la prueba tiene un formato similar al siguiente ejemplo:

A1
12 89
23

La designación en el ejemplo anterior indica que el reexaminador A123 volvió a comprobar el cilindro en diciembre de 1989. Si el cilindro está vencido, no debe llenarse. Devuélvalo con prontitud a su propietario para que un laboratorio de pruebas autorizado vuelva a comprobarlo. Como se dijo más arriba, el refrigerante líquido se expande a medida que aumenta su temperatura. Si el cilindro se encuentra sobrecargado, la expansión térmica del líquido podría causar la ruptura del cilindro. Después de cargar el cilindro, es muy importante que compruebe que todas sus válvulas estén bien cerradas y tapadas para evitar que se produzcan durante su subsiguiente manipulación y envío.

Temas de repaso

- ▶ El nivel de vacío del sistema se mide con el sistema aislado.
- ▶ Antes de apagar la bomba, aisle siempre el sistema y alivie el vacío de la bomba de vacío (por ejemplo, aflojando las conexiones de las mangueras). - De lo contrario, el aceite de la bomba de vacío podría ser succionado fuera de la bomba de vacío hacia las líneas o el sistema. El aceite de la bomba de vacío puede ser incompatible con el aceite del sistema de aire acondicionado del

vehículo automotor.

- ▶ Durante la deshidratación de un sistema de refrigeración, debe calentarse el sistema de refrigeración a fin de reducir el tiempo de deshidratación.
- ▶ Cada vez que un técnico trabaje con solventes, productos químicos o refrigerantes que no conozca, deberá revisar siempre las hojas de datos de seguridad del material, que el fabricante está obligado por ley a proporcionar junto con estos componentes.
- ▶ No deben inhalarse los vapores o el rocío del refrigerante en altas concentraciones, ya que se ha demostrado que esto puede provocar en algunas personas irregularidades cardíacas o pérdida de la conciencia. Tome nota de las advertencias que vienen en el empaque. Asimismo, los refrigerantes son más pesados que el aire y pueden desplazar el aire de una habitación, dejándola sin aire para respirar (lo que puede producir asfixia). En la mayoría de los accidentes fatales con refrigerantes, la principal causa es la falta de oxígeno.
- ▶ Cuando se encuentren acumulaciones de corrosión en el cuerpo de una válvula de seguridad o de alivio, ésta NO debe repararse, sino reemplazarse.
- ▶ Nunca utilice oxígeno o aire comprimido para comprobar fugas en un sistema o aparato, por cuanto algunos refrigerantes pueden explotar cuando se mezclan con oxígeno o aire. El aceite presente en el aire del taller (incluso en pequeñas cantidades) también contaminará el sistema.
- ▶ La razón MÁS IMPORTANTE por la que uno NUNCA debe calentar un tanque de recuperación o de almacenamiento de refrigerante con una llama expuesta es que el tanque puede explotar y lesionar de gravedad a las personas que se encuentren en los alrededores.
- ▶ Cuando se esté llenando un cilindro de carga graduado, debe recuperarse el refrigerante que escape fuera del cabezal del cilindro.
- ▶ Si ocurre una fuga grande de refrigerante, como por ejemplo si se vacía un cilindro lleno en un área cerrada, y no se tiene un equipo de respiración autocontenida disponible, debe desalojarse y ventilarse el área.
- ▶ Cuando se inspeccione un sistema y se conozca que tiene una fuga, deben buscarse rastros de aceite, ya que éstos constituyen un excelente indicador de fugas.
- ▶ Es probable que la empaadura del eje giratorio de un compresor de uso automotor de tipo abierto tenga fugas si la unidad deja de usarse durante varios meses seguidos.

- ▶ Si se abre un sistema para darle servicio, siempre debe reemplazarse el filtro deshidratador.
- ▶ Los gases no condensables en un sistema de refrigeración generan una mayor presión de descarga.
- ▶ Todos los sistemas de refrigeración y los cilindros de refrigerante deben protegerse con un dispositivo de alivio de presión.
- ▶ (19OD-5) Todos los dispositivos utilizados para la recuperación de refrigerantes deben cumplir los estándares de la EPA.
- ▶ “Higroscópico” significa afinidad por el agua, así que los aceites higroscópicos son aceites que tienen una gran afinidad por el agua. Los lubricantes POE y PAG son higroscópicos.
- ▶ El reciclado se define como la limpieza de un refrigerante para su reutilización, mediante la separación del aceite, la extracción de los gases no condensables y haciéndolo pasar una a varias veces a través de dispositivos que absorben la humedad.
- ▶ La regeneración se define como el procesamiento de un refrigerante hasta que alcanza un nivel equivalente a las especificaciones del producto nuevo determinado mediante un análisis químico (pruebas de acuerdo con los estándares de la norma AHRI-700).
- ▶ La recuperación se define como la transferencia de un refrigerante de cualquier condición de un sistema a un contenedor de almacenamiento sin analizar ni purificar el refrigerante de ninguna manera.
- ▶ Al abordar las quejas del consumidor con respecto a gastos de servicio adicional debido a los esfuerzos de recuperación, el técnico debe explicar al cliente que la recuperación es necesaria para proteger la salud humana y el medio ambiente. Explicar al cliente que la recuperación es requerida por ley federal, recordar al cliente que todo el personal de servicio profesional está obligados a seguir la ley y proteger el medio ambiente. Señalar que hay importantes multas de \$37,500/ocurrencia/día para cualquier refrigerante excepto dióxido de carbono (CO₂), que pueda tener una salida de ventilación.
- ▶ (19RR-15) Cuando recupere refrigerante, es importante que no mezcle distintos refrigerantes, ya que sería imposible regenerar la mezcla resultante. Cuando el refrigerante no pueda regenerarse, debe ser destruido. Sólo puede recuperarse un tipo de refrigerante a la vez en cada cilindro.

- ▶ Un sistema no se encuentra evacuado hasta que el medidor de vacío muestre que se ha alcanzado y MANTENIDO el vacío final requerido.
- ▶ Una vez finalizada la transferencia del refrigerante líquido entre la unidad de recuperación y el sistema de refrigeración, deben tomarse precauciones para evitar que quede atrapado refrigerante líquido entre las válvulas de servicio de la manguera de refrigerante, ya que la presión puede acumularse en la línea y hacer que la manguera estalle.
- ▶ Todos los tanques de refrigerante, incluyendo los tanques de recuperación, deben etiquetarse para indicar cuál es su contenido.
- ▶ Un cilindro recargable de refrigerante no debe llenarse por encima del 80% de su capacidad total.
- ▶ Retirar la carga de refrigerante del sistema puede hacerse con mayor rapidez si se enfría el tanque de recuperación.
- ▶ Los equipos de reciclado o recuperación que utilizan compresores herméticos pueden sobrecalentarse cuando se utilizan para crear vacíos profundos, debido a que el enfriamiento del motor del compresor depende del flujo de refrigerante a través del compresor.
- ▶ Con algunos equipos más antiguos, apague el dispositivo de recuperación después de alcanzar el vacío de recuperación necesario en un sistema (aislar el sistema), y esperar unos minutos para ver si la presión del sistema aumenta, lo que indica que hay o refrigerante en forma líquida, refrigerante atrapado en el aceite, o una fuga en el sistema. Con algunos equipos nuevos, estos procesos están programados en la máquina, y se lleva a cabo la acción apropiada o se informa al usuario de cualquier problema. Los técnicos también pueden tener la opción de llevar a cabo los ensayos manuales.
- ▶ Los gases no condensables en un sistema de refrigeración generan una mayor presión de descarga.

Estándares SAE

Con los años, las Normas J Internacionales de SAE han sido referenciadas por las autoridades reguladoras, tales como los Estándares de Seguridad para Sistemas de Refrigerante de Compresión de Vapor Automotriz J639, que cubren el diseño de sistemas, componentes y equipos de servicio para los refrigerantes utilizados en sistemas MAC.

Los siguientes documentos están disponibles en la Página Web de SAE International:

- ▶ J639_201102 Estándares de Seguridad para Sistemas de Refrigerante de Compresión de Vapor Automotriz
- ▶ J1627 Criterios de Desempeño para los Detectores Electrónicos de Fugas de Refrigerantes
- ▶ J2064_201102 R134a Manguera de Refrigerante de Aire Acondicionado Automotriz
- ▶ J2099_201102 Etándars de Pureza para R-134a (HFC-134a) y R-1234yf (HFO-1234yf) Reciclados para su Uso en Sistemas Automotrices de Aire Acondicionado
- ▶ J2196 Servicio de Manguera para Aire Acondicionado Automotriz
- ▶ J2197 HFC-134a Servicio de Guarniciones de Manguera para Aire Acondicionado Automotriz
- ▶ J2296 Reensayo del Contenedor de Refrigerante
- ▶ J2297_201102 Detección de Fugas Ultravioletas: Estabilidad y los Criterios de Compatibilidad de Colorantes de Detección de Fuga e Refrigerante Fluorescente para Sistemas Automotrices de Aire Acondicionado R-134a y R-1234yf (HFO-1234yf)
- ▶ J2298 Detección de Fugas Ultravioleta: Procedimiento para Empleo de Tintes de Detección de Fuga de Refrigerantes para Servicio de Sistemas Automotrices de Aire acondicionado
- ▶ J2299 Requisitos de Funcionamiento de Detección de Fugas Ultravioletas para Equipo de Inyección de Tinte de Detección para Servicio Posventa de Sistemas Automotrices de Aire Acondicionado
- ▶ J2670_201102 Estabilidad y Criterios de Compatibilidad para Aditivos y Materiales de Limpieza de Rubor Intencionados para Uso Posventa en Sistemas Automotrices de Aire Acondicionado R-134a (HFC-134a) y R-1234yf (HFO-1234yf)
- ▶ J2683 Pureza del Refrigerante y Requisitos de contenedor para Dióxido de Carbono (R 744) Usado en Sistemas Automotrices de Aire Acondicionado
- ▶ J2762_201102 Método para Retiro de Refrigerante del Sistema Automotriz de Aire Acondicionado para Cuantificar Cantidad de Carga
- ▶ J2772_201102 Medida de Concentraciones de Refrigerante de Compartimento de Pasajeros en Condiciones de Fugas de Refrigerante del Sistema
- ▶ J2773_201102 Estándar para Análisis de Riesgo de Refrigerante para Sistemas Automotrices de Aire Acondicionado

- ▶ J2776 Pureza de Refrigerante y Requisitos del Contenedor para Refrigerante HFC-134A, 1,1,2-Tetrafluoroethane Nuevo usado en Sistemas Automotrices de Aire Acondicionado
- ▶ J2791HRC-134a Detectores de Fuga de Refrigerantes Electrónicos, Criterios de Funcionamiento Mínimos
- ▶ J2842_201102 R-1234yf y R744 Criterios de Diseño y Certificación para Evaporador de Aire Acondicionado OEM Automotriz y Reemplazos de Servicio
- ▶ J2843_201102 R-1234yf [HFO-1234yf] Equipo de Recuperación/Reciclaje/Recarga para Refrigerantes Inflamables para Sistemas Automotrices de Aire Acondicionado
- ▶ J2844_201102 R-1234yf [HFO-1234yf] Nueva Pureza de Refrigerante y Requisitos del Contenedor para Empleo en Sistemas Automotrices de Aire Acondicionado
- ▶ J2845_201102 R-1234yf [HFO-1234yf] y R 744 Entrenamiento de Técnico para el Servicio y Contención de Refrigerantes Usados en Sistemas Automotrices de aire Acondicionado
- ▶ J2851_201102 Equipo de Recuperación para Refrigerante Contaminado de Sistemas de Acondicionamiento Automotriz de Aire Acondicionado
- ▶ J2888_201102 HFO-1234yf Manguera de Servicio, Accesorios y Acopladores para Equipo de Servicio de Refrigerante de Sistemas Automotrices
- ▶ J2911_201102 Procedimiento para Certificación de Requerimientos para Componentes de Sistema Automotriz de Aire Acondicionado, Equipo de Servicio, y Entrenamiento de Técnico de Servicio Cumplen los Estándares J SAE
- ▶ J2912_201102 Equipo de Identificación de Refrigerante de R-1234yf para Empleo con Sistemas Automotrices de Aire Acondicionado
- ▶ J2913_201102 R-1234yf [HFO-1234yf] Detectores de Fugas de Refrigerantes Electrónicos, Criterios de Funcionamiento Mínimos
- ▶ J2927_201102 Identificador de Refrigerante de R-1234yf Instalado en Recuperación y Equipo de Reciclaje para Empleo con Sistemas Automotrices

Estas y otras normas SAE Internacionales se pueden adquirir en <http://standards.sae.org/>. Para más información sobre estas normas técnicas, contacte pr@sae.org.