



With contribution of
the LIFE programme
of the European Union

Mantenimiento y reparación

de sistemas de refrigeración

Índice

- 1- Peligros de los refrigerantes
- 2- Trabajar seguro con refrigerantes inflamables
- 3- Trabajar seguro con R744 (dióxido de carbono)
- 4- Trabajar seguro con R717 (amoníaco)
- 5- Autoevaluación y próximos pasos

Refrig.	Inhalación	Inflamabilidad	Presión	Otros
R744	Baja toxicidad	No inflamable	Mucho mayor	Riesgo alto de aumento de presión de líquido atrapado, y riesgo alto de que el líquido frío quede atrapado. Posibilidad de que se forme R744 sólido
R717	Altamente tóxico	Poco inflamable	Menor	
R32	Asfixiante	Poco inflamable	Mayor	Productos de la descomposición altamente tóxicos
R1234ze	Asfixiante	Poco inflamable	Menor	Productos de la descomposición altamente tóxicos
R600a	Asfixiante	Muy inflamable	Mucho menor	
R290	Asfixiante	Muy inflamable	Similar	
R1270	Asfixiante	Muy inflamable	Similar	



With contribution of
the LIFE programme
of the European Union

Bienvenido al Programa europeo de aprendizaje mixto de REAL Alternatives 4 Life

Este cuadernillo de estudio es parte de un programa mixto de enseñanza para técnicos que trabajan en el sector de los sistemas de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor, diseñado para mejorar sus habilidades y conocimientos sobre seguridad, eficiencia, fiabilidad y el confinamiento de refrigerantes alternativos. El programa está complementado por una combinación de materiales interactivos y en papel: guías de formación, herramientas, evaluaciones para el uso de proveedores de formación y una biblioteca digital que contiene recursos adicionales destacados por los usuarios en www.realalternatives4life.eu/espanol

REAL Alternatives 4 LIFE ha sido elaborado por un consorcio de asociaciones y organismos de formación de toda Europa, cofinanciado por el Programa de Aprendizaje Permanente de la Unión Europea, con el apoyo de agentes del sector. Tanto educadores, como fabricantes y diseñadores de toda Europa han participado en el contenido. Los materiales estarán disponibles en holandés, inglés, alemán, italiano y polaco.

Módulos del programa

1.	Introducción a los refrigerantes alternativos - seguridad, eficiencia, fiabilidad y buenas prácticas
2.	Gestión del riesgo y la seguridad
3.	Diseño de sistemas con refrigerantes alternativos
4.	Contención y detección de fugas de refrigerantes alternativos
5.	Mantenimiento y reparación de sistemas de refrigeración alternativos
6.	Reconversión de sistemas con refrigerantes de PCA bajo
7.	Lista de control de las obligaciones legales que se deben cumplir al trabajar con refrigerantes alternativos
8.	Impacto económico y medioambiental de las fugas
9.	Inspecciones y consejos para reducir fugas de refrigerante

Se puede estudiar cada uno de los módulos por separado o hacer el curso completo y la evaluación.

www.realalternatives4life.eu/espanol



Más información disponible en la biblioteca digital de referencia.

A lo largo de todo el texto, el usuario encontrará referencias a fuentes con información más detallada. Una vez completado el módulo se puede volver para consultar las referencias que hagan falta o buscar más información en www.realalternatives4life.eu/e-library. Los usuarios también pueden añadir recursos adicionales a la biblioteca como enlaces a páginas web, manuales técnicos o presentaciones, si piensan que pueden resultar útiles para otros usuarios. El módulo 7 proporciona una lista completa de legislación y normas de aplicación a las que se hace referencia en el programa.

Existen opciones de evaluación a demanda para conseguir un Certificado CPD reconocido.

Al final de cada módulo hay una serie de preguntas y ejercicios de autoevaluación para que el usuario pueda valorar su propio aprendizaje. Se podrá realizar una evaluación y obtener un certificado por un proveedor de formación homologado por REAL Alternatives4 LIFE cuando realice el curso. La lista de proveedores de formación homologados estará disponible en la web.

Regístrate si estás interesado en refrigerantes alternativos

en www.realalternatives4life.eu para recibir novedades, noticias e invitaciones a eventos relacionados con la formación, las competencias y los avances en el sector de la refrigeración.

Este material se puede utilizar y compartir

con fines de formación individual. El cuadernillo de estudio y su contenido están protegidos por derechos de autor a nombre de Institute of Refrigeration y sus socios. El material se puede reproducir en su totalidad o parcialmente con fines formativos previa solicitud por correo electrónico a Real Alternatives Consortium, c/o Institute of Refrigeration, Reino Unido: ior@ior.org.uk. Cualquier consulta sobre el contenido o sobre el programa de formación deberá también dirigirse a ior@ior.org.uk.

Historia del programa y cómo se desarrolló.

Este programa de formación ha sido cofinanciado por la Unión Europea. Fue diseñado para abordar lagunas de competencias de los técnicos que trabajan en el campo de los sistemas de refrigeración, aire acondicionado y bomba de calor. Ofrece información independiente y actualizada en un formato sencillo. El consorcio del proyecto está formado tanto por instituciones formativas y profesionales como por órganos de representación patronal. Los principales agentes, que van desde empresarios, fabricantes o asociaciones gremiales hasta instituciones profesionales, contribuyeron también con material formativo, asesoraron sobre el contenido y revisaron el programa a medida que se iba desarrollando.

Los socios del consorcio son:

- Asociación Europea de Instaladores de Refrigeración, Aire Acondicionado y Bombas de Calor, AREA
- Asociación Técnica del Frío, Italia
- IKKE training centre Duisburg, Alemania
- Instituto de Refrigeración, Reino Unido
- Instituto Internacional de Refrigeración, Francia
- Colegio Universitario Leuven Limburg, Bélgica
- London South Bank University, Reino Unido
- Programa de reciclaje PROZON, Polonia.

Con el agradecimiento a nuestros representantes:

- C N I, Confederación Nacional de Instaladores
- CHKT, Asociación Checa de Tecnologías de Refrigeración y Aire Acondicionado
- HURKT, Asociación Croata de Refrigeración, Aire Acondicionado y Bombas de Calor, Rumanía
- SOSIAD, Asociación de la Industria y Empresarios de la Refrigeración, Turquía
- RGAR, Asociación General de Refrigeración
- SZ CHKT, Asociación Eslovaca para Tecnologías de Enfriamiento y Aire Acondicionado

Módulo 5

Mantenimiento y reparación de sistemas de refrigeración

Este manual (número 4 de 8) se centra en las diferencias en las fases de puesta en servicio y mantenimiento de sistemas que utilizan un refrigerante alternativo. Este documento ofrece una introducción al tema. No sustituye la formación práctica o la experiencia. Al final del módulo se relacionan una serie de enlaces a información útil proveniente de distintas fuentes que han sido verificadas por profesionales del sector y suponen una orientación técnica en caso de que el usuario quiera aprender más sobre estos temas.

Las páginas siguientes se centran en las diferencias en las fases de puesta en servicio y mantenimiento de sistemas que utilizan un refrigerante alternativo. Se basa en buenas prácticas de refrigeración, con información adicional útil para trabajar con refrigerantes inflamables, tóxicos y con presiones muy altas.

Se recoge información sobre cómo generar un entorno de trabajo seguro y los siguientes procedimientos, en caso de que sean aplicables:

- Ensayos de fugas
- Recuperación / desecho
- Evacuación
- Soldado y desoldado
- Carga
- Sustitución de piezas

No se recogen los procedimientos completos — la información da una panorámica general sobre los puntos críticos que difieren de los refrigerantes convencionales. La información va dirigida a técnicos de servicio y mantenimiento con experiencia. Se recomienda a los técnicos certificarse para gases fluorados (F Gas) y así demostrar su competencia a la hora de trabajar con refrigerantes tradicionales y recibir formación adicional sobre el refrigerante alternativo concreto.

Los técnicos deben asistir a formación a fondo antes de empezar a trabajar con refrigerantes alternativos.

1. Peligros de los refrigerantes

REAL Alternatives
Módulo 2

La siguiente tabla es un recordatorio de los riesgos que presentan los refrigerantes alternativos; la información en detalle se encuentra en el manual correspondiente al Módulo 1. El sistema de semáforos indica la gravedad del peligro comparado con el R404A como ejemplo. Antes de realizar cualquier tipo de trabajo, se recomienda al alumno realizar o consultar una evaluación de riesgos. Los riesgos deben ser evaluados dependiendo del tipo de trabajo, el entorno y las demás personas que haya en la zona.

Tabla 1, riesgos de los refrigerantes alternativos

Refrig.	Inhalación	Inflamabilidad	Presión	Otros
R744	Baja toxicidad	No inflamable	Mucho mayor	Alto riesgo de aumento de presión de líquido atrapado, y alto riesgo de que el líquido frío quede atrapado. Posibilidad de que se forme R744 sólido
R717	Altamente tóxico	Poco inflamable	Menor	
R32	Asfixiante	Poco inflamable	Mayor	Productos de la descomposición altamente tóxicos
R1234ze	Asfixiante	Poco inflamable	Menor	Productos de la descomposición altamente tóxicos
R600a	Asfixiante	Muy inflamable	Mucho menor	
R290	Asfixiante	Muy inflamable	Similar	
R1270	Asfixiante	Muy inflamable	Similar	

Verde - similar al R404A o no tan grave;

Ámbar - ligeramente más grave que el R404A;

Rojo - bastante más grave que el R404A;

Diferencias en el procedimiento de puesta en servicio

Las propiedades de los refrigerantes alternativos y, en particular sus riesgos, repercuten sobre el procedimiento de puesta en servicio y mantenimiento. La incidencia sobre los procedimientos principales (en caso de ser distintos de los HFC tradicionales) se resume en la tabla siguiente y se aborda en detalle en el resto de este manual.

¡Atención!

Si no estás seguro sobre alguno de estos puntos, NO CONTINÚES.

Para y pregunta.

Refrig.	Zona de trabajo	Equipo	Pruebas de fugas	Carga	Recuperación / desecho
R744	Muy bien ventilada	Apto para presiones muy altas	El método debe ser sensible a R744	La carga inicial debe ser gas, para evitar la formación de hielo seco	La práctica habitual es la de descarga
R717	Muy bien ventilada y libre de fuentes de ignición	Apto para el uso con R717 y libre de fuentes de ignición.	El método debe ser sensible a R717		Recuperado
R32		Apto para presión y libre de fuentes de ignición.	El método debe ser seguro y sensible a R32		Recuperado
R1234ze		Libre de fuentes de ignición	El método debe ser seguro y sensible a R1234ze		Recuperado
R600a			El método debe ser seguro y sensible a HC	El peso de la carga es inferior, por lo que la precisión es importante	Se pueden descargar cantidades pequeñas*. En caso contrario los HC se recuperan
R290					
R1270					

*Se consideran cantidades pequeñas las inferiores a 150 g.

Se deben llevar guantes y gafas de seguridad apropiados al trabajar con cualquier refrigerante y para realizar trabajos de soldadura.

2. Trabajar seguro con refrigerantes inflamables

Refrigerantes inflamables

Este apartado describe cómo manipular los siguientes refrigerantes de forma segura:

- Hidrocarburos (R600a, R290, R1270);
- R32;
- R1234ze;
- R717 (que también se describe en otro módulo)

Entorno de trabajo seguro y equipos de protección personal (PPE)

Al trabajar con refrigerantes inflamables es fundamental que la zona:

- Esté bien ventilada
- No tenga fuentes de ignición en un diámetro de 3 metros (una zona de seguridad típica al trabajar con sistemas de refrigeración inflamables).



Figura 1, ventilador específico

Si es necesario, se recomienda introducir ventilación forzada mediante un módulo ventilador adecuado. Este ventilador debe ser ATEX y contar con un cable de 5 metros que permita encenderlo desde fuera de la zona segura de trabajo.

Al realizar trabajos invasivos o si se sospecha que pudiese haber una fuga, se debe comprobar y controlar la zona de trabajo mediante un detector de HC. Es fundamental que el detector no se pueda reiniciar y poner a cero por la presencia de un refrigerante inflamable en segundo plano y que dé la señal de alarma al 20% del nivel inferior de inflamabilidad. La fotografía muestra detectores aptos para HC.



Figura 2, detectores de gases inflamables

Se recomienda también tener un extintor a mano. Puede ser un extintor de polvo químico seco con una capacidad de al menos 2 kg, o uno de tamaño equivalente de CO₂.



Figura 4, extintor de CO₂

Figura 3, extintor de polvo seco

Equipo

Algunas herramientas y equipos estándar se pueden utilizar de manera segura con refrigerantes inflamables, también con conjuntos dosificadores. Nota - esto no es así para el R717.

La mayoría de las bombas de vacío estándar se pueden utilizar con seguridad porque generalmente la única fuente posible de ignición es el interruptor *on/off*. Además, el refrigerante inflamable descargado por la bomba habitualmente se dispersa de manera segura y no provoca una zona inflamable, siempre y cuando la bomba se coloque en una zona bien ventilada. El apartado sobre evacuación siguiente muestra cómo evitar el riesgo asociado al interruptor.

Las máquinas estándar de recuperación no se pueden utilizar de manera segura para recuperar refrigerantes inflamables y por tanto no se deben usar. A diferencia de las bombas de vacío, hay varias fuentes de ignición (por ejemplo, los interruptores, relés, presostatos). Además, una fuga se generaría una zona inflamable alrededor de la máquina. Estos peligros no se pueden evitar, y por tanto, se debe utilizar la máquina de recuperación adecuada, tal y como se especifica en el apartado sobre recuperación.



Figura 5, ejemplo de equipos utilizados para la puesta en servicio de sistemas de HC

La mayoría de los detectores de fugas utilizados para HFC y HCFC no son seguros ni sensibles para el uso con refrigerantes inflamables, por lo que se deben utilizar detectores electrónicos específicos para gases inflamables (o *spray* detector de fugas), tal y como se describe en el apartado sobre ensayos de fugas.

BRA Manual sobre puesta en servicio de refrigerantes hidrocarburos en entornos comerciales

Ensayos de fugas

Los sistemas de refrigeración inflamables deben pasar por un ensayo de fugas empleando un método que sea seguro y sensible:

**Ver REAL Alternatives
Módulo 4 Guía sobre ensayos de fugas**

- *Spray* detector de fugas
- Un detector electrónico apto para gases inflamables (se muestran los ejemplos en las fotos siguientes).

Si no se encuentran fugas utilizando estos métodos, se debe recuperar la carga sobrante y verificar la estanqueidad del sistema utilizando nitrógeno o nitrógeno con trazas de helio o hidrógeno.



Figura 6, detectores de fugas electrónicos aptos para HC.

Recuperación de refrigerantes y evacuación

Recuperación de refrigerantes

Los refrigerantes inflamables se deben recuperar utilizando una máquina de recuperación apropiada, como por ejemplo la máquina de recuperación Care Saver (no se debe utilizar una máquina de recuperación estándar para refrigerantes de tipo halocarbono). Nota - no es apta para el uso con el R717.

- Evacuar la bombona de recuperación para retirar el aire antes de rellenarla con refrigerante inflamable.
- No mezclar refrigerantes inflamables con otros tipos de refrigerante en una bombona de recuperación.
- Al recuperar refrigerantes hidrocarburos, no rellenar las bombonas de recuperación por encima del 45% del peso seguro de llenado para HFC.
- Etiquetar la bombona de recuperación indicando que contiene una sustancia inflamable.



Figura 7, máquina de recuperación de uso con HC, F32 y R1234ze

Evacuación

Se debe comprobar la bomba de vacío para asegurarse de que el interruptor *on/off* es la única fuente de ignición. Si es así, la bomba de vacío se puede utilizar de manera segura con el refrigerante inflamable siempre y cuando no se utilice el interruptor *on/off*:

- Colocar el interruptor en la posición *on* y enchufar la bomba fuera de la zona de 3 m. Controlar desde el enchufe.
- Colocar la bomba de vacío en una zona bien ventilada o al aire libre.

Soldar y desoldar

Desoldar (desconectar una unión soldada aplicando calor)

Para retirar soldaduras de manera segura:

- Controlar la zona continuamente utilizando un detector de refrigerantes inflamables.
- Asegurarse de que hay buena ventilación (natural o forzada).
- Recuperar el refrigerante inflamable del sistema (ver procedimiento de recuperación), asegurándose de recuperar todo el refrigerante de todo el sistema.
- Poner la máquina de recuperación en marcha durante tiempo suficiente, de manera que el sistema esté en vacío y se retire tanto refrigerante del sistema como sea posible.
- Rellenar el sistema con nitrógeno seco libre de oxígeno a una presión de 0,1 bar g.
- Conectar una línea de descarga al sistema, al aire libre.
- Desoldar las juntas.

Asegúrese de que todo el refrigerante se haya eliminado antes de desoldar conectando tanto a los lados altos como a los bajos del sistema.

Soldar

Para poner soldaduras de manera segura:

- Controlar la zona continuamente utilizando un detector de refrigerantes inflamables.
- Asegurarse de que hay buena ventilación (natural o forzada).
- Al volver a soldar las juntas, asegurarse de que al menos un punto de acceso del sistema se encuentra al aire libre y purgar con nitrógeno seco.

Carga y sustitución de piezas

Carga

- Asegurarse de que hay buena ventilación (natural o forzada).
- Para los HC - utilizar refrigerante de gradación HC, no utilizar glp / fuel gas.
- Si no están evacuadas las líneas de carga, purgarlas con cuidado (abriendo y cerrando la válvula de la bombona antes de la purga).
- No sobrecargar el sistema (por ejemplo, el peso de carga de HC es aproximadamente el 45% del peso de carga de un sistema equivalente de HFC).
- Pesar la carga con precisión a la hora de cargar sistemas con carga crítica. Generalmente, la tolerancia es $\pm 5\%$. No ajustar las cargas de refrigerante, siempre utilizar la carga indicada por el fabricante.

Sustitución de piezas

- Al trabajar con dispositivos eléctricos y compresores utilizar siempre piezas **iguales** a las que se retiran.
- Asegurarse de que se vuelven a sellar los cuadros eléctricos antes de volver a poner en marcha el sistema.
- No modificar ni recolocar piezas.

Ver REAL Alternatives
biblioteca digital
vídeo sobre soldaduras de HC

3. Trabajar seguro com R744 (dióxido de carbono)

Las diferencias principales al trabajar con el R744 están relacionadas con las presiones altas, el mayor riesgo y probabilidad de que quede líquido atrapado y temas relativos a la formación de hielo seco.

Entorno de trabajo seguro y equipos de protección personal

La zona de trabajo debe estar bien ventilada y controlada mediante un detector de CO₂ (bien mediante un detector fijo en la zona o mediante un detector personal).

Los niveles de alarma habituales son:

- Prealarma al 1%, 10.000 ppm
- Alarma principal al 2%, 20.000 ppm



Figura 8, alarma personal de CO₂

El R744 es un asfixiante y puede causar hiperventilación y desorientación.

También será necesario utilizar protecciones auditivas al descargar sistemas de R744.



La mayoría de los sistemas R744 son más complejos que los sistemas tradicionales, por lo que antes de comenzar a trabajar con un sistema de R744, es preciso estar seguro de cómo funciona el sistema y para qué sirven cada una de las piezas, especialmente las válvulas de aislamiento.

Equipos

En sistemas transcíticos, la presión puede alcanzar hasta 120 bar g, y en sistemas subcríticos de cascada, generalmente alcanzará hasta 45 bar g. La presión de la bombona será alta, por ejemplo, 99 bar g cuando la bombona esté a 40°C.

Las herramientas y los equipos deben tener una calificación apropiada para aguantar altas presiones:

- Tubos (acero trenzado, cobre o tubo neumático);
- Manómetro / conjunto dosificador;
- Conexiones a las bombonas / adaptadores de bombona
- Regulador de nitrógeno y colector para pruebas de presión - puede que se necesite una presión en ensayo de resistencia de hasta 132 bar g (la fotografía muestra un regulador adecuado).

Al conectar a los sistemas:

- Asegurarse de que no hay refrigerante R744 atrapado en los conductos, racores, etc.;
- Si se utiliza una válvula de descarga de presión para acceder al equipo, asegurarse de que descarga en una dirección segura.



Figura 9, regulador adecuado para ensayos de presión en sistemas de R744

Las fotografías muestran ejemplos de equipos de carga adecuados.



Figura 10, bombona conectada al equipo de carga



Figura 11, conexión al sistema



Figura 12, conexión a la bombor

Detección de fugas

La molécula de CO₂ es más pequeña comparada con los refrigerantes de HFC y se difunde más fácilmente. Esto, junto con la mayor presión, se traduce en que los sistemas de R744 tienen mayor potencial de fugas. Algunos métodos de detección de fugas son:

[Ver REAL Alternatives
Módulo 4 sobre Ensayos de fugas](#)

- Inspección visual - por ejemplo, buscando manchas de aceite;
- *Spray* detector de fugas;
- Detectores de fugas electrónicos adecuados, como los que se muestran en la fotografía (hay CO₂ en la atmósfera, por lo que detectarán una fuga por encima de este nivel).



Figura 13, detectores de fugas aptos para R744

Desecho

Habitualmente, se utilizan sistemas de descarga y no de recuperación con el R744:

- Descargar en una zona muy bien ventilada o al aire libre;
- Cuidado con el peligro de asfixia;
- Cuidado con el alto nivel de ruidos (utilizar protecciones auditivas);
- Cuidado con la formación de hielo seco en el sistema (por ejemplo, placas de orificio) y en la línea de descarga al aproximarse al punto triple. El hielo seco puede bloquear la línea de ventilación, por lo que parece que todo el refrigerante se ha descargado.
- Usar los guantes adecuados - la temperatura de la tubería descenderá;
- Cuidado con las presiones muy altas - fijar la línea de descarga para que no se mueva;
- No dejar el sistema sin supervisión mientras esté en proceso de descarga.

Hielo seco

Si se forma hielo seco, la presión bajará a 0 bar g. Al sublimarse el hielo seco, la presión subirá rápidamente por el cambio de estado, combinado con un aumento de temperatura.

Comprobar la presión del sistema antes de comenzar a trabajar con él. Si se forma hielo seco:

- No calentarlo;
- Aislar la línea de descarga y controlar la presión del sistema;
- Esperar a ver cuándo se sublima el hielo seco - puede tardar;
- Continuar con el proceso de descarga.

Evacuación

Se deben evacuar los sistemas si han estado expuestos al aire o después de realizar pruebas de presión. La humedad produce ácidos que son dañinos para el sistema:

$\text{CO}_2 + \text{humedad} = \text{ácido carbónico}$

El aire causa problemas muy serios en sistemas transcíticos porque es un gas no condensable y aumenta las presiones del sistema (como sucede en todos los sistemas de refrigerantes, pero la presión adicional es mucho más crítica en sistemas de R744).

Carga

Muchos sistemas R 744 tienen un punto de carga permanente fijo para no tener que andar manipulando bombonas (ver el ejemplo de la fotografía).

Las líneas deben tener una válvula en uno de los extremos de tal modo que no atrapen refrigerante o una válvula de seguridad (PRV) y estar siempre cebadas con gas (no líquido).

Al cargar con R744:

- Asegurarse de que la zona está bien ventilada;
- Asegurarse de que se usa un refrigerante grado CO_2 (es decir, R744);
- Asegurarse de que las bombonas están en posición vertical y fijarlas, por ejemplo, en un carro adecuado;



Figura 14, ejemplo de punto de carga remota

- Abrir las bombonas lentamente - recordar que la alta presión puede desestabilizar la bombona;
- Purgar las líneas con cuidado para eliminar el aire, la humedad y otros contaminantes.

Es importante evitar que se forme hielo seco:

- Cargar gas (de las bombonas) hasta que la presión del sistema se encuentre por encima del punto triple de 4,2 bar g (por ejemplo, cargarlo hasta 10 bar g);
- Cargar líquido (de bombonas o a granel).

La secuencia de carga es importante para los sistemas de cascada - cargar y poner en marcha el lado alto primero.

Después de realizar la carga, asegurarse de que no hay R744 atrapado en el equipo de carga o en los tubos, para ello abrir las válvulas del equipo de carga. No cerrar las válvulas hasta estar seguro de que solamente hay R744 en estado gaseoso en las líneas a baja presión, por ejemplo, 10 bar g.

En muchos sistemas, la configuración de la válvula de seguridad (PRV) que protege la parte del sistema en carga estará por debajo de la presión del R744 de la bombona. El proceso de carga debe ser lento y cuidadoso para evitar que la PRV descargue.

Aislamiento / sustitución de piezas

El R744 se debe retirar de una de las siguientes maneras:

- Descarga, tal y como se describe más arriba;
o
- Transferencia de líquido a otras partes del sistema;
o
- Evaporación de líquido como se describe a continuación.

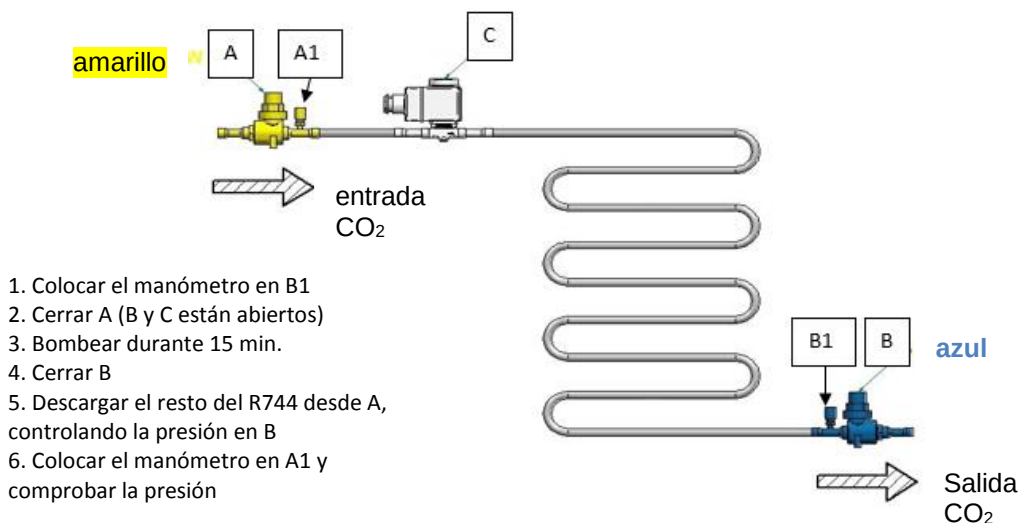


Figura 15, extracción del R744 de un evaporador

Es importante asegurarse de que:

- El R744 líquido no queda atrapado;
- No se usan válvulas de control como válvulas de aislamiento;
- No se sueldan las tuberías o piezas que contienen R744.

Nota - puede que no se abra la válvula de solenoide con un imán por la altísima presión - escuchar y asegurarse de que se abre.

Hielo seco

Se puede formar hielo seco en el sistema al descargar el R744.

Está muy frío, así que al abrir el sistema las superficies estarán muy frías y la humedad se condensará rápidamente sobre éstas. Se deben secar minuciosamente y evacuar el sistema antes de volverlo a poner en servicio.

Las siguientes fotografías muestran un ejemplo de esto al sustituir un núcleo del secador.

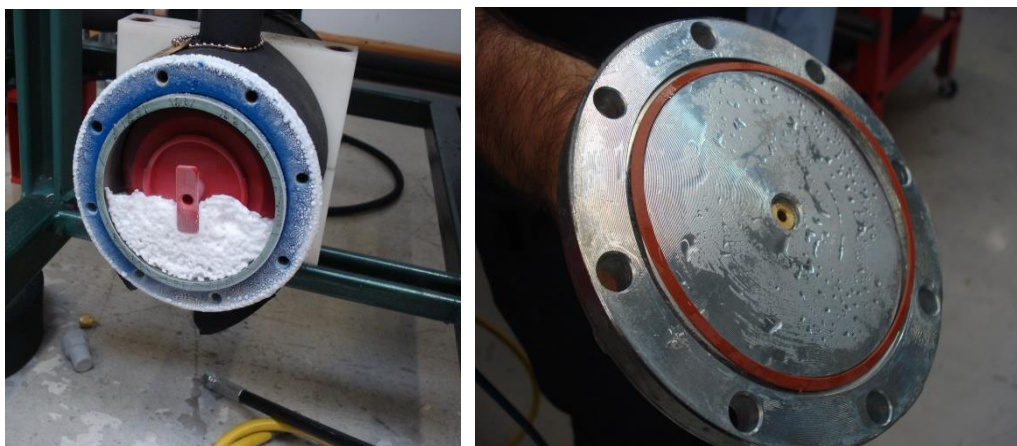


Figura 16, ejemplo de hielo seco y humedad en la carcasa de un núcleo del secador.

4. Trabajar seguro con R717 (amoniaco, NH₃)

Entorno de trabajo seguro y equipos de protección personal

Además de las precauciones aplicadas con otros refrigerantes, puede ser necesario utilizar un aparato de respiración de presión positiva. El técnico debe tener formación en el uso de este equipo de seguridad antes de usarlo.

Los equipos de protección personal deben llevarse siempre que se trabaje con R717 y cuando se purgue aceite. Los equipos deberán estar compuesto de al menos guantes resistentes a las sustancias químicas, gafas bien ajustadas y un respirador con bombona.



Figura 17, ejemplo de respirador

Debería haber acceso también a una solución para el lavado de ojos. Además, para cargas de amoníaco superiores a 1000 kg, debe haber una ducha de emergencia de temperatura controlada.

Todos los procedimientos que conlleven la apertura del sistema deben someterse a evaluaciones de riesgo pormenorizadas y descripciones metodológicas que contengan las acciones emprendidas para minimizar el riesgo del personal. La ventilación es fundamental.

*IoR Guidance Note on
Ammonia Servicing*

La nota orientativa del Institute of Refrigeration contiene información detallada y recomienda, por ejemplo, que no se trabaje solo y que se proporcione información sobre el trabajo a un tercero.

**REAL Alternatives Módulo 4
Ensayos de fugas**

Equipos

Los equipos deben ser aptos para el uso con R717. No se deben utilizar en ningún caso piezas y conexiones de cobre o latón. En general, los equipos utilizados con refrigerantes HFC **no** son aptos para el uso con el R717.

La fotografía muestra una bomba de vacío accionada por correa apta para el uso con R717.

Detección de fugas

Las fugas de R717 se pueden detectar mediante los siguientes métodos:

- Inspección visual - por ejemplo, buscando manchas de aceite;
- *Spray* detector de fugas;
- Un detector de fugas electrónico adecuado;
- Papel de fenolftaleína.



Figura 18, bomba de vacío apta para el uso con R717

Extracción del refrigerante para la puesta en servicio

Generalmente, se debería bombear y extraer el refrigerante -bien a otra parte del sistema o a recipientes de almacenamiento- para realizar el trabajo de puesta en servicio. Se puede descargar una pequeña cantidad de gas. Es posible que los sistemas grandes tengan sistemas específicos para realizar este proceso de bombeo:

- Para vapor - habitualmente, un conjunto de compresor y condensador capaz de funcionar para reducir la contrapresión.
- Para líquido - una unidad de bombeo.



Ejemplo de una bomba de amoníaco

Recuperación de aceite

Ya que el amoníaco y el aceite mineral son prácticamente inmiscibles, cualquier lubricante que entre en el lado bajo del sistema tiende a permanecer en ese punto formando una capa de aceite por debajo del amoníaco, a menos que se instalen dispositivos de recuperación del lubricante o se purgue el aceite del sistema. Para algunos sistemas, el aceite se tiene que recuperar manualmente de manera periódica y cargar aceite nuevo al sistema.

Se debe extraer el aceite a un recipiente metálico abierto apropiado para después desecharlo conforme a la normativa de tratamiento de residuos correspondiente. No se debe extraer el aceite del sistema sin bombear antes y aislar adecuadamente la pieza o la parte del sistema de la que se esté extrayendo el aceite.

**IOR Guidance Note of
Oil draining from Ammonia Systems**

Por cuestiones de seguridad, es fundamental seguir el procedimiento correcto, que deberá realizar una persona apta, formada y certificada. Se proporcionan instrucciones específicas al final de este módulo, en el apartado Recursos adicionales.

Autoevaluación Módulo 5

Responde a las siguientes preguntas de ejemplo para comprobar qué has aprendido:

Pregunta 1 -

Al trabajar con el refrigerante R1270, ¿cuál es el radio recomendado que debe estar libre de fuentes de ignición?

- i. 0,3 m
- ii. 1 m
- iii. 3 m
- iv. 10 m

Pregunta 2 -

¿Cuál es el método habitual para extraer el R744 de un sistema?

- I. Se descarga en una zona bien ventilada
- II. Se recupera utilizando una máquina de recuperación de alta presión
- III. Se bombea para introducirlo en bombonas de alta presión
- IV. Se bombea hasta sacarlo

Pregunta 3 -

¿Para qué refrigerante cobra especial importancia el peso de la carga?

- I. R32
- II. R1234ze
- III. R744
- IV. R600a

Pregunta 4 -

Al realizar trabajos invasivos en un sistema que contenga un refrigerante inflamable, la zona de trabajo debe estar controlada por un detector de fugas que hace saltar una alarma, ¿a qué porcentaje del límite inferior de inflamabilidad?

- I. 100 %
- II. 20 %
- III. 50 %
- IV. 150 %

(las soluciones se muestran al final de la página siguiente)

¿Qué viene ahora?

La información recogida en este manual es una introducción a las diferencias de mantenimiento y reparación con refrigerantes alternativos. Hay mucha más información en los documentos destacados en los enlaces. Animamos al usuario a visitar la biblioteca digital de referencia en www.realalternatives4life.eu/e-library para explorar información adicional que le pueda ser de utilidad.

Para conseguir un Certificado de REAL Alternatives 4 LIFE, el usuario debe someterse a una evaluación al final de todo el curso bajo supervisión de un centro de formación reconocido por REAL Alternatives 4 LIFE. Para más información sobre evaluaciones: <http://www.realalternatives4life.eu/>

Ahora puede continuar con su plan de estudio personal con uno de los siguientes módulos del programa REAL Alternatives 4 LIFE:

1. Introducción a los refrigerantes alternativos - seguridad, eficiencia, fiabilidad y buenas prácticas
2. Seguridad y gestión de riesgos
3. Diseño de sistemas con refrigerantes alternativos
4. Contención y detección de fugas de refrigerantes alternativos
5. Mantenimiento y reparación de sistemas de refrigeración alternativos
6. Reconversión de sistemas con refrigerantes de PCA bajo
7. Lista de control de las obligaciones legales que se deben cumplir al trabajar con refrigerantes alternativos
8. Impacto económico y medioambiental de las fugas
9. Inspecciones y consejos para reducir fugas de refrigerante

Condiciones de uso

Los materiales de aprendizaje online se proporcionan gratuitamente a los alumnos para fines formativos y no se pueden vender, imprimir, copiar o reproducir sin consentimiento escrito previo. Todos los materiales son propiedad del Institute of Refrigeration (Reino Unido) y sus socios. Los materiales han sido desarrollados por expertos y están sujetos a rigurosas revisiones y pruebas realizadas por expertos del sector. No obstante, el Institute of Refrigeration y sus socios no se hacen responsables de los errores u omisiones que pudiera contener. (C) IOR 2015, 2018

Este proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación [comunicación] refleja únicamente las opiniones del autor, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí contenida.