



Contención y detección de fugas de refrigerantes alternativos

Índice

- 1- Contención de refrigerantes
- 2- Fugas habituales
- 3- Métodos de detección de fugas
- 4- Fuga efectiva
- 5- Ensayos de presión de contención
- 6- Régimen de ensayos de fugas
- 7- Sistema fijo de detección de fugas
- 8- Sistema indirecto de detección de fugas



Bienvenido al Programa europeo de aprendizaje mixto de REAL Alternatives

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.realalternatives.eu/espanol

REAL Alternatives 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 Real Alternatives Europe:

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

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

www.realalternatives.eu/espanol

Traducción Oficina Española de Cambio Climático (OECC) Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Co-funded by:



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.realalternatives.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 6 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. Existen certificaciones y evaluaciones opcionales disponibles tanto *online* como en papel. Esta opción solamente se encuentra disponible para los usuarios cuyo programa se encuentre supervisado por un proveedor de formación o empresa reconocidos por REAL Alternatives. Los Certificados CPD se emiten a través de empresas asociadas de REAL Alternatives (CPD = *Continued Professional Development*, desarrollo profesional permanente). En la página web se ofrece una lista de proveedores de formación reconocidos.

Regístrate si estás interesado en refrigerantes alternativos

en www.realalternatives.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 se desarrolló como parte de un proyecto de dos años realizado por un consorcio de seis socios europeos y financiado por el Programa de Aprendizaje Permanente de 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 seis socios del consorcio fueron:

- Association of European Refrigeration Air Conditioning and Heat Pump Contractors, AREA
- Associazione Tecnici del Freddo, Italia
- IKKE training centre Duisburg, Alemania
- Institute of Refrigeration, Reino Unido
- Limburg Catholic University College, Bélgica
- London South Bank University, Reino Unido
- PROZON recycling programme, Polonia.

Módulo 3

Contención y detección de fugas

Introducción

En este módulo (3 de 8) de formación *online* se ofrece una introducción a la reducción de fugas. 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. Este módulo se centra en la contención y detección de fugas de sistemas cargados y en servicio. La reducción de fugas es importante en el caso de todos los refrigerantes por los siguientes motivos:



- Por seguridad —todos los refrigerantes son asfixiantes, muchas de las alternativas son inflamables y el R717 es tóxico;
- Para mantener el rendimiento —un sistema con fugas tiene menos capacidad y consume más energía que un sistema cargado completamente;
- Para minimizar el coste asociado a la reposición de refrigerante, al servicio y al consumo adicional de energía;
- Para mejorar la fiabilidad y minimizar las pérdidas indirectas;
- Para minimizar el efecto directo sobre el cambio climático —algunas de las alternativas presentan un Potencial de Calentamiento Atmosférico bastante alto;
- Para minimizar las emisiones indirectas de CO₂ asociadas al consumo adicional de energía;
- Es obligatorio por ley para los gases fluorados (F Gas) —entre los que se encuentran el R32 y el R1234ze.

Es importante detectar de manera efectiva las fugas, pero es incluso más importante asegurarse de que la contención de refrigerante es prioritaria.

1. Registros del sistema

Los registros del sistema son una herramienta fundamental para reducir las fugas y son obligatorios por ley para muchos sistemas de HFC (y por tanto para los sistemas de R32 y R1234ze). Los registros del sistema se deben analizar para identificar patrones comunes de fuga y permitir la comparación con sistemas similares y así identificar formas de minimizar la incidencia de fugas en el futuro. Se deberían también llevar registros para sistemas de HFC e incluir la siguiente información:

- El tipo y la cantidad de refrigerante en el sistema;
- Los valores de PS (presión máxima admisible) del sistema;
- Ensayos de fugas realizados;
- Ubicación de las fugas descubiertas;
- Reparaciones realizadas.

Además, el sistema se debe etiquetar claramente con el tipo de refrigerante y el peso. Para los sistemas de HFC se debe expresar esta información en CO₂ eq (ejemplo de dióxido de carbono equivalente para R32, CO₂ eq equivale a 675 por kilo).

A continuación se muestra una plantilla para llevar los registros del sistema —se proporcionan más en el Módulo 8, *Herramientas y consejos para realizar inspecciones*.

F Gas Refrigerant Monitoring Tool
Institute of Refrigeration (IOR) REAL Zero Project

Site Name:												
Site Address:												
Postcode:												
Time Period Recorded		From:	REFRIGERANT				TIME PERIOD		REFRIGERANT LOSS		REFRIGERANT EMISSIONS	
System No.	Plant Name	Plant Reference No.	Refrigerant Type	Refrigerant GWP (relative to CO ₂)	First Record Date	Latest Record Date	Period Covered (years)	Total Refrigerant Use (kg)	12 Month Equivalent Use of Refrigerant (kg p.a.)	12 Month Equivalent Loss of Charge (% p.a.)	Carbon Equivalent of Lost Refrigerant (tonneCO ₂ e)	12 Month Carbon Equivalent of Lost Refrigerant (tonneCO ₂ e p.a.)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
Totals (all systems)								0.0	0.0		0.0	0.0

Time Period Covered by This Report (years)	0.00
Carbon Equivalent of Refrigerant Emissions Over This Period (tonneCO ₂ e)	0.0
12 Month Carbon Equivalent of Refrigerant Emissions (tonneCO ₂ e p.a.)	0.0
Total Refrigerant Used Over This Period - All Systems (kg)	0.0
Total Entrained Mass of Refrigerant - All Systems (kg)	0.00
Total Refrigerant Charge Lost Over This Period - All Systems (%)	#DIV/0!

Refrigerant Use (All Systems)

12 Month Equivalent Refrigerant Use (kg p.a.)

12 Month Equivalent Loss of Charge (%)

System No.

Disclaimer: The IOR accepts no liability for any errors or omissions. Version 3.4 © IOR 2009

Etiquetas

Etiquetar los sistemas que contienen refrigerantes de gases fluorados es obligatorio por ley y los contenidos de dichas etiquetas se especifican en la normativa. No obstante, se pueden utilizar recordatorios adicionales (como los que se muestran en los ejemplos) como etiquetas colocadas en sistemas, detectores de fugas y bombonas de refrigerantes para insistir frente al personal técnico sobre la importancia de la detección de fugas. Se pueden descargar de la biblioteca digital de REAL Alternatives.

¹ El término PS se define en EN378-1:2008+A2:2012, Sistemas de refrigeración y bombas de calor - Requisitos de seguridad y medioambientales, Requisitos básicos, definiciones, clasificación y criterios de selección. Ver Módulo 6 - *Obligaciones Legales*, para más información.

Have you checked that I'm working before you use me?



- ✓ Have you checked your leak detector sensitivity against a calibrated leak?
- ✓ Do not assume the first leak you find is the only leak!
- ✓ Refer to the Real Zero Leak Guide at www.realzero.org.uk

IOR ior.org.uk **realzero** www.realzero.org.uk

Have you found the leak before you use me?



- ✓ It is illegal to top up a system without first finding the leak!
- ✓ Refer to the Real Zero Leak Guide at www.realzero.org.uk

IOR ior.org.uk **realzero** www.realzero.org.uk

Have you found the leak before you charge me?



This Equipment contains fluorinated greenhouse gases covered by The Kyoto Protocol.

- ✓ It is illegal to top up a system without first finding the leak!
- ✓ Do not assume the first leak you find is the only leak!
- ✓ Refer to the Real Zero Leak Guide at www.realzero.org.uk

Contains kg of Refrigerant

IOR ior.org.uk **realzero** www.realzero.org.uk

2. Frecuencia y registro de ensayos de fugas

La frecuencia de los ensayos de fugas debe adecuarse al tipo de sistema, a su antigüedad y a su estado. Para el R32 la frecuencia de los ensayos de fugas viene especificada en el Reglamento Europeo 517/2014 sobre Gases Fluorados. Se recomienda que los sistemas fijos que no sean herméticos (incluso los que contienen refrigerantes alternativos de PCA bajo) se comprueben de manera regular como parte de un régimen de mantenimiento programado y que se registren los resultados a efectos informativos y de gestión interna.

**Reglamento 517/2014
sobre Gases Fluorados**

Régimen de ensayos de fugas para el R32 (de obligado cumplimiento conforme al reglamento sobre gases fluorados)

Desde el 1 de enero de 2015, la frecuencia exigida para comprobar sistemas que contengan gases fluorados y asegurarse de que no tengan fugas es la siguiente:

Tabla 1, Frecuencia de ensayos de fugas en sistemas de gases fluorados, desde 1-1-2015

Carga del sistema	Frecuencia de ensayos de fugas
De 5 a 50 toneladas de CO ₂ equivalente es decir, de 7,4 a 74 kg de R32	1 / año 1 / 2 años si hay instalado un sistema fijo de detección de fugas.
De 50 a 500 toneladas de CO ₂ equivalente, es decir, de 74 a 740 kg de R32	2 / año 1 / año si hay instalado un sistema fijo de detección de fugas
Más de 500 toneladas de CO ₂ equivalente, Debe haber instalado un sistema fijo de detección de fugas. Es decir, más de 740 kg de R32	4 / año 2 / año si hay instalado un sistema fijo de detección de fugas

Nota: Para sistemas que contengan menos de 3 kg de HFC, el umbral de 5 toneladas de CO₂ eq solamente se aplica a partir del 1 de enero de 2017.

Si se descubre una fuga, se debe reparar tan pronto como sea posible y se deberá comprobar de nuevo el sistema en el punto de reparación en el plazo de un mes.

Es importante entender que esta frecuencia de comprobación de fugas es un mínimo. Se deberían realizar comprobaciones más frecuentes en sistemas que:

- presentan muchos puntos potenciales de fuga (por ejemplo, sistemas de instalación central);
- funcionan a presiones altas (por ejemplo, sistemas de R744 y R32);
- son viejos o están en estado deficiente.

Esto ahorra dinero, ya que se maximiza la fiabilidad del sistema y se minimizan el consumo de energía, las averías y los tiempos improductivos de la máquina.

Se ha demostrado que las fugas se reducen de manera significativa en sistemas que se comprueban con mayor frecuencia, por ejemplo, una vez al mes.

**Caso de estudio del supermercado ASDA
Institute of Refrigeration**

3. Puntos potenciales de fuga (1)

Los puntos potenciales de fuga en sistemas que funcionan con refrigerantes alternativos son similares a los de los sistemas convencionales. El potencial de fuga de los sistemas de HC tiende a ser bajo, ya que habitualmente son sistemas de acoplamiento estrecho con muy pocas juntas. El potencial de fuga de los sistemas de R744 es generalmente mayor, ya que tienden a utilizarse en sistemas de instalación central con muchas juntas y mayores presiones de servicio y de parada. Además, por el pequeño tamaño de la molécula, se difunde con mucha mayor facilidad.

Como con todos los refrigerantes, se presentan a continuación los factores más importantes a la hora de minimizar el potencial de fugas:

**Ver REAL Alternatives
Módulo 1 - apartado sobre Problemas de fugas**

- ✓ El tipo de sistema —las fugas son inherentes a los sistemas grandes de instalación central, mucho más que a los sistemas de acoplamiento estrecho. En parte por la instalación in situ y por el mayor número de juntas que presenta un sistema central;

- ✓ Las presiones de servicio y de parada —a presión más alta, mayor la atención que se debe tener a la hora de seleccionar las piezas, unir las juntas, realizar la instalación y detectar las fugas;
- ✓ La descripción técnica de las piezas —deben ser aptas para la presión, la temperatura, el refrigerante y el aceite. Esto abarca desde los núcleos de las válvulas Schrader hasta los intercambiadores de calor de placas soldadas y los compresores;
- ✓ Evitar el uso de compresores abiertos siempre que sea posible. Si se tienen que utilizar, asegurarse de que tienen retenes del eje;
- ✓ Información esencial —se deben facilitar planos detallados que muestren la ubicación de todas las juntas y puntos de acceso;
- ✓ Diseño para mayor facilidad de servicio —las juntas deben ser accesibles para garantizar que la detección de fugas se puede realizar fácilmente y a fondo;
- ✓ El grosor de la tubería —debe ser adecuado a la presión. Para algunas partes de los sistemas de R744 se deben utilizar tuberías de acero o tubos de cobre K65 para contener las altas presiones;
- ✓ El método de unión de tuberías o de tuberías con otras piezas —las juntas mediante soldadura siempre tienen menor potencial de fuga que las juntas mecánicas. Los técnicos que realicen la soldadura deben tener la cualificación adecuada para demostrar su competencia. Se deben especificar los sistemas de soldadura correctos;
- ✓ Diseño e instalación de las tuberías —el trazado de las tuberías debe diseñarse de tal forma que se minimicen las vibraciones; la tubería debe estar debidamente anclada (no solamente fijada) conforme a la norma EN378. Las tuberías se deben instalar de tal forma que no rocen;
- ✓ Instalación de piezas —muchas piezas se deben humedecer con un trapo mientras se realizan trabajos con calor para evitar que se dañen. Los núcleos de las válvulas Schrader se deben retirar mientras se realizan trabajos con calor. Se deben montar los compresores según las instrucciones del fabricante para garantizar que no transmitan vibraciones.
- ✓ Comprobación de la presión adecuada para descubrir fugas antes de poner el sistema en marcha —se deben someter los sistemas a pruebas de presión para garantizar la fuerza y la estanqueidad conforme a la norma EN378. Se debe dedicar suficiente tiempo a realizar las pruebas de estanqueidad, ya que deben ser exhaustivas y permitir que se puedan reparar y volver a comprobar los fallos que se detecten.



² El tubo K65 contiene un 2,5% de material ferroso y es apto para la parte alta de sistemas transcíticos que funcionan con R744.

³ EN378-1:2008 Sistemas de refrigeración y bombas de calor - Requisitos de seguridad y medioambientales, Diseño, fabricación, ensayos, marcado y documentación A2:2012, 6.2.3.

⁴ EN378-1:2008 Sistemas de refrigeración y bombas de calor - Requisitos de seguridad y medioambientales, Diseño, fabricación, ensayos, marcado y documentación A2:2012, 5.3.2.

- ✓ Configuración del presostato —conforme a la norma EN378 no se debería configurar por encima del 90% de la presión de descarga (PS) de la válvula de descarga de presión (PRV). Si no es así, la PRV puede descargar al producirse un aumento rápido de presión, ya que el presostato no llega a apagar el sistema a tiempo;
- ✓ Mantenimiento —el régimen de mantenimiento debe ser apto para el tipo de planta. La frecuencia de ensayos de fugas que se especifica en el reglamento sobre gases fluorados se debe entender como un mínimo para cualquier tipo de refrigerante (ver apartado 6), ya que muchos sistemas se verán favorecidos por una frecuencia mayor de ensayos de fugas, por ejemplo semanal o mensualmente. Tan pronto se detecten fugas se deben reparar y se debe volver a comprobar el sistema;
- ✓ Servicio adecuado —se deben cerrar todas las válvulas, mantener limpios los condensadores para minimizar la presión, los puntos de referencia del controlador deben minimizar la presión alta y se deben corregir los problemas de vibraciones.

2.2 Conexiones abocardadas (*flare*)

El uso de conexiones abocardadas debería ser mínimo, pero en algunas conexiones se prefiere una junta desmontable (por ejemplo, en los filtros secadores para tuberías de líquido de los sistemas de HC, para que se puedan cambiar sin tener que desoldar). En este caso se debe utilizar un adaptador soldar/abocardar. Esta conexión a máquina presenta un potencial de fuga menor que una conexión abocardada realizada a mano.

La tuerca abocardada debe enroscarse al par de apriete correcto utilizando una llave dinamométrica- El fabricante del adaptador proporciona los valores de par adecuados, aunque también aparecen en la norma EN378 para los realizados a mano.



⁵ EN378-1:2008 Sistemas de refrigeración y bombas de calor - Requisitos de seguridad y medioambientales, Diseño, fabricación, ensayos, marcado y documentación A2:2012, 6.2.2.

⁶ EC 842/2006 y UE 517/2014

⁷ EN378-1:2012 Sistemas de refrigeración y bombas de calor - Requisitos de seguridad y medioambientales, Diseño, fabricación, ensayos, marcado y documentación 6.2.3.2.3.3

2.1 Válvulas de obús (Schrader)

El trabajo realizado en el Reino Unido para el proyecto Real Zero en 2007 destacaba 13 puntos comunes donde se producen fugas y cómo prevenirlas. Se puede descargar de la biblioteca digital de REAL Alternatives un manual visual a estos puntos de fuga. Es fundamental que se realicen pruebas sobre todos estos puntos. En este trabajo y en posteriores experiencias con refrigerantes alternativos se identifican tres áreas clave. En estas áreas es donde hay mayor potencial de mejora sustancial, según se explica a continuación.

Los núcleos de las válvulas se deben seleccionar de tal manera que sean aptos para el tipo de refrigerante, así como para la gama de presión y la variación térmica. Los distintos sistemas y refrigerantes pueden exigir distintos tipos de núcleo Schrader.

Se debe retirar el núcleo antes de soldar el cuerpo de la válvula Schrader al sistema y volverlo a instalar cuando el cuerpo se haya enfriado. El núcleo entonces se debe ajustar al par adecuado.



Hexagonal nut; Schrader Valve; Specialist tightening tool

Tuerca hexagonal; Válvula Schrader; Herramienta especialista para apretar tuercas

La válvula debe estar cerrada. Se debe tener en cuenta que el tapón de la válvula que generalmente se utiliza tiene cierre que se degrada y pierde al calentarse - es mejor opción utilizar una tuerca hexagonal o un tapón para válvula Schrader que se pueda apretar con una herramienta especializada. Se debe seleccionar la tuerca de tal manera que no oprima la válvula Schrader al estar apretada.

2.3 Válvulas de descarga de presión (PRV) de sistemas de R744.

Las válvulas de descarga de presión en sistemas de R744 son un punto de fuga habitual por distintos motivos:

- Las presiones en sistemas R744 pueden subir rápidamente si cambian las condiciones o si se produce un fallo;
- La presión en parada generalmente es más alta que la PS (y por tanto, que la configuración de la PRV) en algunas partes del sistema;
- La presión de servicio habitualmente se acerca a la PS.

Las PRV no siempre se recolocan después de descargar, por lo que es fundamental comprobar que no presenten fugas. Después de varias descargas el muelle se debilita, reduciendo la presión de descarga de la PRV y agravando los temas destacados anteriormente.

Para reducir las descargas y fugas de las PRV debería haber una diferencia suficiente entre la presión de servicio habitual y la PS de cada parte del sistema.

A la derecha se muestra un ejemplo de un solo tipo de PRV. Hay otros tipos disponibles en el mercado de distintos fabricantes.



2.4 Sistemas de R717

Requisitos de competencia

Los ensayos de fugas y los fallos detectados en sistemas de amoniaco deben ser controlados y rectificadas inmediatamente por una persona competente conforme a la legislación nacional. Tras subsanar el fallo, se debe reanudar el servicio de la planta una vez realizado el ensayo de presión adecuado.

**IOR Código de buenas prácticas para
Sistemas de refrigeración de amoniaco**

Detección de fugas

- ✓ El amoniaco se detecta fácilmente gracias a su fuerte olor (el límite de percepción humana es 5 ppm = 3,5mg/m³), que indicará que es necesario buscar la fuga.
- ✓ Las fugas que pasan desapercibidas durante un tiempo en una planta de HFC son simplemente inconcebibles en una planta de amoniaco.
- ✓ Las fugas muy pequeñas en plantas de refrigeración de amoniaco (una tasa de fuga de 100 g/NH₃/a) no se pueden detectar por el olor, ya que el amoniaco no alcanza una concentración de 5 ppm.

Principios de la prevención de riesgos

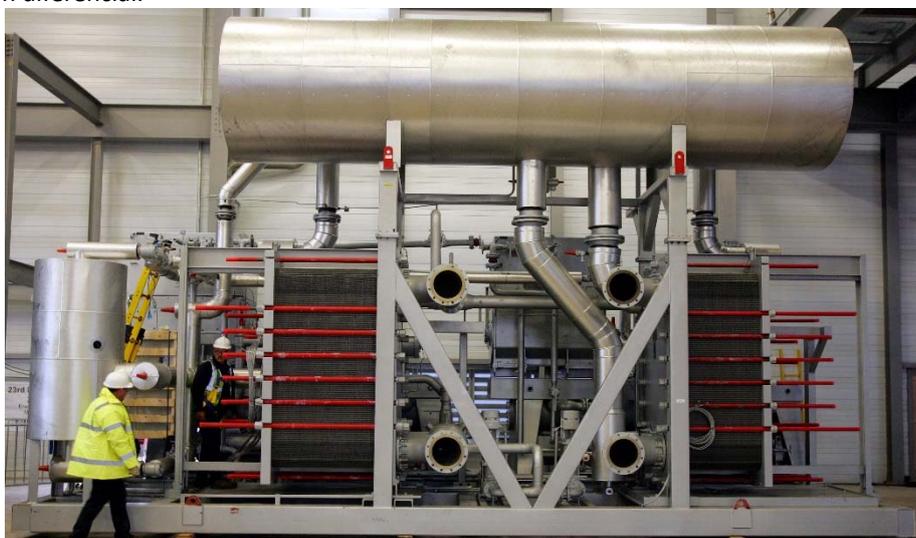
- ✓ Mantener la cantidad de refrigerante al mínimo posible: el refrigerante que no esté en el sistema no puede salir a través de una fuga.
- ✓ Una planta de refrigeración bien planificada con una selección de equipos adecuada y que use válvulas de aislamiento reducirá las emisiones de refrigerante durante el mantenimiento y mientras esté en servicio.
- ✓ Se deben elegir piezas que sellen bien para minimizar las fugas. Se deben reservar tiempos para realizar ensayos de fugas regularmente.
- ✓ Es importante elegir materiales compatibles, de otro modo se pueden producir puntos de fuga. Por ejemplo, el volumen de los elastómeros puede aumentar (hincharse) o disminuir (encoger) al combinarse con ciertos aceites y con el amoniaco.

Tuberías

- ✓ Debido a que el amoniaco es corrosivo en contacto con el cobre, los sistemas de amoniaco habitualmente utilizarán tuberías y conexiones de acero al carbono o de acero inoxidable. En el código de buenas prácticas de IOR para sistemas de refrigeración de amoniaco se ofrecen más detalles sobre las mejores prácticas relativas a las tuberías.
- ✓ En principio, se deben utilizar preferiblemente juntas soldadas frente a juntas embridadas para minimizar el riesgo de fuga.
- ✓ Para tuberías de menos de 40 mm de diámetro de deben utilizar soldaduras por encastre, y no soldaduras a tope.

Control de los circuitos de agua para detectar fugas de amoníaco

- ✓ Conforme a la norma EN 378, las plantas de refrigeración que contengan más de 500 kg, se deben tomar medidas para determinar la presencia de refrigerante en todos los circuitos de agua o líquidos conectados.
- ✓ Se debe evitar que el amoníaco entre en la red de alcantarillado o en el agua de refrigeración de un condensador de evaporación.
- ✓ El sistema más habitual de medida actualmente es vigilar los valores de pH. Una fuga de amoníaco en un circuito de agua hará que el valor de pH suba. Se recomienda instalar un dispositivo de medición diferencial del valor de pH entre la entrada y la salida del intercambiador de calor con compensación automática de temperatura. Si salta la alarma de pH, se debe apagar el intercambiador de calor en el lado de agua y amoníaco a través de válvulas motorizadas o a mano. Los dispositivos de medición más modernos de ion-selectivos son mucho más precisos.
- ✓ Otra posibilidad es utilizar un electrodo sensible al amoníaco. En este caso no es necesario realizar medición diferencial.



Ejemplo de un enfriador de amoníaco con tuberías de acero inoxidable

4. Inspecciones visuales y olores

4.1 Inspecciones visuales

En la tabla no se incluyen las inspecciones visuales, pero es un método que no se debe subestimar. Entre los indicadores cabe mencionar:

- Manchas de aceite en las tuberías;
- Manchas de aceite en el aislante;
- Polvo pegado al aceite de las tuberías;
- Corrosión, desgaste excesivo o piezas dañadas.

Se deben limpiar las manchas de aceite después de reparar una fuga, de tal forma que no den una indicación falsa de fuga posteriormente.

El indicador (chivato) de las válvulas de descarga de presión se debe comprobar porque, una vez que han funcionado, las PRV no siempre sellan correctamente.

La causa principal de que el visor de la línea de fluido esté burbujeando continuamente es un nivel insuficiente de refrigerante, habitualmente como consecuencia de una fuga. No obstante, una fuga no siempre produce flash-gas o burbujeo en la línea de líquido, en particular si la carga o la temperatura ambiente son bajas, así que se debería comprobar la presencia de fugas incluso si a través del visor se ve líquido claro.

Muchos receptores tienen indicadores de nivel bajo de líquido y se pueden utilizar para mostrar que el sistema no está suficientemente cargado. Se deben comprobar para asegurarse que funcionan, por ejemplo, vigilando si el nivel de líquido del indicador sube al bombear el sistema para vaciarlo. Como ya se ha explicado, un sistema puede tener fugas incluso si el indicador del nivel de líquido del receptor muestra un nivel adecuado.



Ejemplos de indicadores visuales de fuga

4.2 Olores

La mayoría de los refrigerantes no huelen, pero el R717 tiene un olor muy fuerte y el R1270 tiene un olor a gas muy leve.

El R717 se detecta muy fácilmente por su olor y se percibe a niveles bajos de $5 \text{ ppm} = 3,5 \text{ mg/m}^3$. Se deberán localizar las fugas mediante un detector electrónico de fugas o con papel de tornasol.

El olor del R1270 no es suficientemente fuerte como para confiar en este método como indicador de fugas.

5. Métodos de detección de fugas

La siguiente tabla resume los métodos que se pueden utilizar para detectar cada refrigerante alternativo.

Tabla 2, Métodos de detección de fugas.

Refrigerante	Spray detector de fugas ¹	Detector de fugas electrónico ¹	Aditivo fluorescente	Ultrasonido
R744	Bien	Bien, asegurarse de que el detector es sensible al R744	OK	Bien
R717		Bien, asegurarse de que el detector es sensible al R717	No apto	
R32		Bien, asegurarse de que el detector es sensible al tipo de refrigerante y que su uso es seguro con refrigerantes inflamables	Bien	
R1234ze HC (R600a, R290, R1270)				

1. Asegurarse de que la presión del sistema es positiva (es decir, por encima de la presión atmosférica) al utilizar cualquiera de estos métodos. Esto es fundamental con el R717, el R1234ze y el R600a, que funcionan con presiones inferiores a las de otros refrigerantes.

En las páginas siguientes se habla más en detalle sobre sensibilidad y las consideraciones a tener en cuenta con estos métodos.

6. Ensayos de simulación de fugas eficientes

En este apartado se abordan los distintos métodos de detección de fugas que se muestran en la tabla 1 de manera más detallada y se explica cómo realizarlos. Para muchos de los métodos la presión debe estar al máximo nivel posible:

- ✓ Al comprobar el lado de presión alta, el sistema debe estar en funcionamiento, con la presión de condensación tan alta como sea posible;
- ✓ Al comprobar el lado de presión baja, el sistema debe estar apagado (pero no vacío). Por ejemplo, la presión de servicio de un sistema de R290 que evapore a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ es 0,6 bar g, pero en parada, a una temperatura ambiente de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, la presión será 7,4 bar g;
- ✓ Al comprobar el lado bajo de un sistema con gas saturado, éste debe estar en modo *defrost*.
- ✓ Para las bombas de calor de ciclo reversible, se deben comprobar ambos lados del sistema al nivel máximo de temperatura de condensación posible.



Con todos los métodos es importante realizar el ensayo metódicamente, comprobando cada una de las piezas del sistema, incluidas las conexiones del presostato o las líneas de descarga de las PRV. Se deben encontrar todas las fugas —la primera fuga probablemente no será la única.

Se deben reparar las fugas tan pronto como sea posible y, posteriormente, volver a comprobar el punto de fuga.

En la biblioteca digital de REAL Alternatives se encuentran disponibles vídeos que muestran cómo se pueden utilizar de forma efectiva las soluciones de burbujas, los detectores de mano y aditivos; también se ofrece una demostración de un dispositivo combinado de UV y ultrasonido para detectar puntos de fuga.

REAL Alternatives
Biblioteca digital

6.1 Spray detector de fugas

Soluciones caseras

Se recomienda utilizar un *spray* detector de fugas comercial y no una solución de jabón o detergente casera. Las soluciones caseras pueden ser demasiado líquidas, por lo que no se formarán burbujas, o demasiado espesas, de tal forma que disimularán las fugas.

Spray detector de fugas

Los *sprays* detectores de fugas habitualmente son sustancias no corrosivas con la consistencia adecuada para formar burbujas fácilmente. También pueden contener anticongelante, de tal modo que se pueden utilizar en tuberías a temperatura por debajo de 0°C . El método del *spray* es adecuado para localizar fugas, pero lleva tiempo en sistemas grandes con muchas juntas. No se puede utilizar en tuberías con aislante, ni en las partes del sistema que funcionan a presiones por debajo de la presión atmosférica. Puede tardar varios segundos en formar una burbuja si la tasa de fuga o la presión son bajas.

Es un buen método para encontrar la ubicación exacta de la fuga encontrada mediante un detector de fugas electrónico.



example of bubbling caused by leakage

ejemplo de burbujeo causado por una fuga

Encontrar y localizar fugas

En la biblioteca de REAL Alternatives hay vídeos disponibles que muestran ejemplos de cómo una fuga de refrigerante genera burbujas con el spray de detección y la dificultad a la hora de encontrar los puntos de fuga.

REAL Alternatives
Biblioteca digital

6.2. Detectores de fugas electrónicos (1)

Los detectores de fugas electrónicos son dispositivos de ensayo que precisan unos cuidados, comprobación y mantenimiento para garantizar su precisión. Se recomienda comprobarlos siempre que se utilicen. Conforme a la normativa sobre gases fluorados (F Gas), que se aplica al R32 y al R1234ze, se deben comprobar una vez al año. Este requisito es el mínimo —para conseguir una fiabilidad óptima, se deben comprobar con más frecuencia.

El detector no debe estar contaminado con aceite y el filtro (si lo lleva) debe cambiarse regularmente.

Los tres tipos de detector que se utilizan más habitualmente se basan en distintos métodos de detección:



- Detectores de diodo caliente —generalmente el diodo se debe cambiar al cabo de 100 horas de uso. La fotografía muestra un diodo caliente típico. Habitualmente éste es el método más barato y el más generalizado para refrigerantes HFC.



- Detectores de infrarrojo (IR) - no hace falta cambiar el sensor (IR) con tanta frecuencia. La fotografía muestra un detector de fugas de IR típico.



- Semiconductor - generalmente el sensor dura varios años. La fotografía muestra un detector típico para HC. Se utilizan tecnologías similares para el R717.



Detectores de fugas electrónicos (2)

Cuando se utilicen detectores de fugas electrónicos con refrigerantes inflamables (R600a, R290, R1270, R32 y R1234ze, por ejemplo), es importante que sean seguros y suficientemente sensibles para detectar el refrigerante. Muchos detectores de fugas electrónicos utilizados con los HFC no son seguros para el uso con refrigerantes inflamables.

Se debe utilizar una fuga de referencia para comprobar si el detector funciona correctamente — abrir una bombona o una conexión del sistema para comprobar si funciona el detector no es un método suficientemente preciso. La fotografía muestra un dispositivo simple de calibrado que se coloca en la válvula de la bombona o en una conexión del sistema. Cuando la válvula está abierta, el flujo a través del dispositivo es aproximadamente 5 g/año con el refrigerante que se especifica. Si el dispositivo no lo detecta, necesita revisión. Este método se puede utilizar con la mayoría de los refrigerantes, aunque la tasa de fuga podrá variar. El uso con el R744 debe consultarse con el proveedor —puede que la presión del R744 supere la presión máxima del dispositivo.



Las fugas de referencia están también disponibles para algunos tipos de refrigerante. En general, se suministran en un recipiente pequeño y a una tasa de fuga de 5 g/año a 20°C.

Un flujo de aire alto puede dispersar el refrigerante de la fuga, de tal modo que no sea detectado por el dispositivo. Si es posible, se deben parar los ventiladores del condensador y del evaporador al realizar pruebas alrededor de estas piezas. Es fundamental procurar que los presostatos no se activen y que las PRV no descarguen como consecuencia de haber desconectado los ventiladores del condensador. Si es posible, se debe también parar la ventilación de sala y otros ventiladores para comprobar los equipos de ese espacio. Es fundamental procurar que no se genere una atmósfera inflamable en caso de que hubiera una fuga.

Todos los refrigerantes alternativos, excepto el R717 pesan más que el aire, por lo que se debe comprobar la parte inferior de todas las juntas. Al entrar en una cámara frigorífica, se debe comprobar el aire al nivel del suelo. Si se han colocado elevadores en las patas de los armarios, se deben también comprobar los bajos de éstos.

Comprobación del detector de fugas

En la biblioteca digital de REAL Alternatives se puede ver un vídeo de demostración de los métodos utilizados para comprobar que el detector de mano funciona correctamente.

REAL Alternatives
Biblioteca digital

6.3 Aditivo fluorescente

Se puede introducir un aditivo fluorescente en el aceite del sistema. En caso de fuga, se detectará la fuga de aceite con aditivo gracias a una lámpara de luz ultravioleta. La ventaja de este método es que se ve la fuga incluso si la junta o la pieza no están perdiendo en el momento del ensayo, lo que supone una característica útil para fugas intermitentes o cuando ya se ha perdido la carga completa. El aditivo mancha las tuberías, por lo que se debe retirar después de la prueba de detección.

Este método también tiene algunas desventajas:

- Algunos fabricantes de compresores no se hacen cargo de la garantía si se utilizan aditivos;
- Los separadores de aceite coalescentes separan el aditivo para que no entre en el resto del sistema. Esto es especialmente importante para instalaciones centrales ed R744, que habitualmente utilizan este tipo de separador de aceite.



6.4 Detectores de fugas ultrasónicos



Los detectores de fugas ultrasónicos amplifican el sonido de una fuga hacia el exterior o el interior de las tuberías. Se muestra un ejemplo en la fotografía.

Generalmente, estos detectores llevan un receptor integrado que detecta frecuencias de sonido dentro de un rango concreto, es decir, similares a las de una fuga de refrigerante. La salida puede ser a través de auriculares o mediante una alarma sonora o visual.

Una ventaja de este método es que se puede utilizar con cualquier refrigerante en el sistema (o con nitrógeno) y en partes del sistema en que la presión de servicio es inferior a la presión atmosférica.

6.5 Papel de tornasol

El R717 se puede detectar con un papel que cambia de color dependiendo del pH (acidez). La detección de fugas con papel de fenolftaleína (cambio de color en una tira reactiva) tiene una sensibilidad inferior a la del detector electrónico y no se recomienda como método de detección por sí solo.

No obstante, se puede utilizar un papel para localizar el punto de fuga, por ejemplo en una brida o en una tubería de un sistema de amoniaco. El papel de tornasol cambia de color al detectar una variación del pH por la absorción de amoniaco.



6.6 Sistemas de R717

Ensayos de fugas antes de la primera puesta en servicio

- ✓ Se deben realizar ensayos de fugas conforme indiquen las normas aprobadas a nivel nacional.
- ✓ Son especialmente importantes las filtraciones más pequeñas en las partes de mayor presión de la planta que serán menos accesibles una vez se ponga en servicio.

Ensayos de fugas en plantas en servicio

- ✓ En cuanto se perciba olor a amoniaco, es necesario realizar una prueba de detección de fugas. En este caso también se deben realizar los ensayos de fugas conforme indiquen las normas aprobadas a nivel nacional. Los detectores de fugas solamente pueden estimar la tasa de fuga (pequeña, mediana, grande). No permiten una medida real del flujo.
- ✓ Los *sprays* de detección de fugas tienen menor sensibilidad que los detectores electrónicos.
- ✓ Si se necesita cuantificar la tasa de fuga de una fuga de amoniaco, se pueden utilizar instrumentos de detección que funcionan según el principio de absorción fotoacústica infrarroja.

Cálculos para ensayos de presión de contención

Ensayos de presión con nitrógeno

Si no se pueden utilizar las fugas mediante los métodos descritos anteriormente, o si se ha filtrado la totalidad de la carga de refrigerante, hará falta comprobar la presión del sistema utilizando nitrógeno.

Se debe llenar el sistema lentamente con nitrógeno hasta alcanzar la presión máxima admisible (PS) y entonces proceder de una de las formas siguientes:

- Cada una de las juntas se debe comprobar con un *spray* detector de fugas;
 - o
- Se debe mantener el sistema bajo presión durante un periodo de al menos 12 horas y comprobar la presión al final de la prueba para asegurarse de que la presión no ha disminuido.

Se debe tener en cuenta que al utilizar este método se debe considerar también la temperatura por la relación entre la temperatura y la presión del nitrógeno gaseoso en el sistema. Si no se hace así, una subida de temperatura ambiente podría encubrir una pérdida de nitrógeno. Conforme a la Ley de Gay-Lussac (también conocida como la Ley de Amontons de Presión-Temperatura):



$$P2 = (P1 \times T2) / T1$$

Donde:

P1 es la presión al inicio del ensayo en bar (presión absoluta)

P2 es la presión al final del ensayo en bar (presión absoluta)

T1 es la temperatura ambiente al inicio del ensayo en Kelvin

T2 es la temperatura ambiente al final del ensayo en Kelvin.

IOR SES Manual de Buenas Prácticas 24
Presurización de sistemas instalados con nitrógeno para encontrar fugas
Efecto de la temperatura ambiente sobre la presión

En general, para la mayoría de las presiones, la presión sufrirá una variación de 0,7 bar por variación de 5K en la temperatura. Para presiones asociadas con el R744, el cambio será mayor.

Se puede utilizar una calculadora de Excel para realizar este cálculo - en la imagen se muestra un ejemplo del resultado de un ensayo de presión en el lado alto de un sistema transcrito de R744.

⁸ EN378-1:2008 Sistemas de refrigeración y bombas de calor - Requisitos de seguridad y medioambientales, Diseño, fabricación, ensayos, marcado y documentación 6.2.2.

Variación de presión del nitrógeno	Datos de entrada
Presión inicial P1 (bar g)	120,00
Temperatura inicial T1 (°C)	7,00
Temperatura final T2 (°C)	18,00
Presión final P2 (bar g)	124,75
Variación de presión (bar)	4,75

Gas trazador premezclado

También se puede realizar un ensayo de presión mediante una mezcla comercial de nitrógeno con trazas de helio o hidrógeno, generalmente un 5 % de gas trazador en un 95 % de nitrógeno. La ventaja de utilizar helio o hidrógeno como gas trazador es que ambos gases tienen moléculas pequeñas y velocidad y masa molecular bajas, de tal forma que se filtran más rápido y se difunden más fácilmente. Se debe utilizar un detector de fugas electrónico sensible al gas trazador, pero estos dispositivos son de fácil acceso. La fotografía muestra un ejemplo de uno que detecta tanto hidrógeno como refrigerante de hidrocarburo.



Información sobre
Trace-A-Gas

Nota - el gas trazador premezclado es de fácil acceso y se recomienda su uso. No se debe mezclar in situ.

REAL Alternatives Vídeos en la biblioteca digital
sobre gas trazador premezclado

7. Ensayos de simulación de fugas indirectos

El estado de servicio de un sistema con fugas diferirá de cómo funciona en estado normal:

- La presión de succión será inferior (salvo que esté controlada, por ejemplo, en un sistema central);
- El recalentamiento útil (es decir, el recalentamiento alcanzado en el evaporador) aumentará;
- El subenfriamiento se reducirá;
- La presión de descarga se reducirá (salvo que esté controlada).

Tanto un recalentamiento excesivo como un subenfriamiento bajo o a valor cero son indicadores claros de que la carga de refrigerante es baja.

Midiendo el nivel de líquido del receptor puede también ser un buen método para identificar una pérdida de refrigerante. No obstante, los niveles de líquido variarán naturalmente si cambian las condiciones ambiente o de carga.

Inspecciones visuales

Se pueden utilizar también inspecciones visuales para comprobar si un sistema no tiene suficiente refrigerante. Se basa en un sistema de refrigerante HFC, pero los principios son los mismos para cualquier refrigerante alternativo.

IOR Directriz sobre cómo
medir el recalentamiento y el
subenfriamiento

REAL Alternatives
Vídeo de la biblioteca digital
sobre recalentamiento y
subenfriamiento

IOR
Directriz sobre comprobación
indirecta de fugas

REAL Alternatives
Vídeo de la biblioteca digital
sobre cómo identificar si a un
sistema le falta refrigerante

7.4 Monitores personales para técnicos de servicio

Se recomienda que los técnicos de servicio utilicen monitores o detectores personales cuando trabajen de manera invasiva en los siguientes tipos de sistemas:

- HC, R32 y R1234ze - se debe utilizar un detector de gases inflamables;
- R744 - se debe utilizar un detector de dióxido de carbono.

El detector se debe colocar a un nivel bajo junto al sistema mientras se está trabajando sobre él. En algunos casos puede hacer falta más de un detector. Consultar la página de Seguridad para la configuración de la alarma

En la fotografía se muestran ejemplos de detectores personales de HC.

La presencia de refrigerante R717 es también detectable por el olor a niveles muy bajos. Es obligatorio utilizar sistemas fijos de detección de fugas para sistemas que contengan más de 50 kg de R717.



Sistemas fijos de detección de fugas

Se utilizan sistemas fijos de detección por motivos de seguridad y en algunos casos porque es requisito legal (ver apartado anterior sobre HFC). Los sistemas de detección fijos no son alternativa a la comprobación manual de fugas.

Los sistemas fijos de detección de fugas deberían detectar positivamente el refrigerante contenido en el aire entorno al sistema y se activa una alarma si se detecta refrigerante. Se debe tratar esta alarma como una prioridad.

Danfoss
Detección de gases
en sistemas de refrigeración

Sensores

Los sensores deben estar instalados a nivel bajo para todos los refrigerantes excepto para el R717, que debe estar a un nivel alto. También se deben instalar sensores en el aire de retorno al evaporador. Debería haber suficientes sensores para proteger la totalidad de la zona. Se deben instalar sensores en zonas en las que las tuberías pasen por armarios elevadores o vanos del techo.

La fotografía de la derecha es un ejemplo de un tipo de detector de fugas fijo.

Calibrado / Mantenimiento

El sistema fijo de detección de fugas debería estar accesible para el calibrado y el mantenimiento y protegido contra daños. Debería haber facilidad para comprobar la alarma. Se debe realizar una prueba de impacto a las alarmas al menos una vez al año. Lo ideal es que el sistema de alarma avise tanto de forma visible como sonora con un zumbido (sonido) al menos 15 dBA por encima de nivel de ruido de fondo, tanto dentro como fuera del espacio.

Requisitos legales

En la versión revisada del Reglamento 517/2014 sobre gases fluorados se recoge como requisito la instalación de un sistema fijo de detección de fugas en sistemas de HFC que contengan más de 500 toneladas de CO₂ equivalente a partir del 1 de enero de 2015.

IOR
Directriz sobre sistemas
fijos de detección de fugas



Sistemas de detección de R717

La norma EN 378 especifica que las salas de máquinas para refrigeración con amoníaco se deben controlar mediante detectores fijos en plantas que contengan una cantidad superior a 50 kg. Las fugas menores no se detectan porque el umbral de activación se encuentra en 500 ppm aproximadamente.

Tipos de sensores

Normalmente se detectan los gases tóxicos en los entornos industriales mediante células electroquímicas. Se usan sensores semiconductores o pellistor (o catalíticos) para la detección de gases inflamables. Los sensores y sistemas utilizados en salas de sistemas de amoníaco deben ser intrínsecamente seguros y aptos para zonas peligrosas (Zona 2).

a) Células electroquímicas

- ✓ Los sensores electroquímicos están diseñados para detectar niveles bajos de amoníaco (50 ppm y 500 ppm). Los sensores son básicamente baterías pequeñas que comienzan a descargar tan pronto se fabrican.
- ✓ La tasa de descarga aumenta con la presencia del gas en cuestión (y, en algunos casos y en menor medida, de otros gases). Su vida útil es de alrededor de dieciocho meses a cuatro años (dependiendo de los niveles de gas de fondo y las condiciones de temperatura y humedad).
- ✓ Al utilizar células electroquímicas, se debe aceptar que son productos fungibles que deben sustituirse regularmente y que esto puede ser caro.

b) Sensores semiconductores

- ✓ Se puede alcanzar el nivel de detección de amoníaco de 10.000 ppm con sensores semiconductores robustos.
- ✓ La ventaja principal de los sensores semiconductores es que tienen una vida útil larga, son capaces de funcionar en entornos hostiles, tienen un tiempo de respuesta rápido y consumen poco.
- ✓ La principal desventaja es su respuesta a otros gases, que en algunos casos a falsas alarmas.

c) Sensores *pellistor* (o catalíticos)

- ✓ Estos sensores también se pueden utilizar para detectar concentraciones de amoníaco de 10.000 ppm. El principio fundamental del sensor *pellistor* es que el gas inflamable se quema sobre la superficie de un cable de platino caliente recubierto con un catalizador. Los aumentos de temperatura y resistencia se detectan eléctricamente.
- ✓ No obstante, el cabezal del sensor puede estar contaminado por otros compuestos y la sensibilidad puede encontrarse bastante mermada si el sensor se sumerge en grandes concentraciones del gas que se supone que debe detectar.
- ✓ Es importante mencionar que es posible que un sensor *pellistor* no detecte nada si se enciende en presencia del gas con una concentración superior al límite inferior de explosividad (LEL).

Sistemas de detección infrarrojos

Con este sistema se utiliza una pequeña bomba de vacío para extraer muestras filtradas de distintos puntos y ordenarlas en una secuencia en un analizador de infrarrojo. El analizador busca en la muestra la presencia del gas específico y puede identificar la zona en la que se extrajo. El analizador puede detectar niveles de amoníaco desde 0 ppm hasta 10.000 ppm.

Umbrales de alarma y función de conmutación

- ✓ La norma BS EN378 establece que se deben emprender acciones a niveles mínimos de concentración no superiores a 500 ppm y a niveles máximos no superiores a 30.000 ppm.

- ✓ Las alarmas de nivel mínimo de concentración se asocian a niveles tóxicos. La ventilación mecánica se debe activar al alcanzar el nivel mínimo de concentración. Además, se puede enviar un aviso si la planta está controlada de forma remota.
- ✓ Con el nivel máximo de concentración se deben aislar todos los circuitos eléctricos de la sala excepto los ventiladores. Se debe encender el alumbrado de emergencia, etc.

Propagación del gas y ubicación de los sensores

- ✓ Tanto el número de sensores de gas como la ubicación de estos en un emplazamiento dependerán del tamaño y de la cantidad de maquinaria que se especifique. Habitualmente, un detector cubre una superficie de unos 36m².
- ✓ Se debe dar prioridad a los puntos cercanos a los ejes del compresor y a las bombas de líquidos. En general, en el caso del amoníaco los sensores se deben colocar por encima de la maquinaria. De todos modos, en instalaciones de amoníaco bombeado, se debe colocar un sensor a un nivel bajo cerca de las bombas para detectar pérdidas de líquidos.
- ✓ Puede que convenga instalar varios sensores alrededor de la sala de máquinas, aunque al menos un sensor debería ser adecuado para detectar el nivel mínimo de alarma.
- ✓ Al colocar un sensor en la tubería de descarga de la válvula de seguridad se puede controlar si una fuga o activación. También es apropiado el uso de un disco de ruptura con control de presión.

7.1 Consideraciones de seguridad

Inflamabilidad

Los refrigerantes de hidrocarburo son altamente inflamables; el R717, el R32 y el R1234ze son poco inflamables. Estos refrigerantes generalmente se usan de tal forma que el límite práctico (aproximadamente el 20 % del nivel inferior de inflamabilidad) no se supere en un espacio cerrado ocupado. En el Módulo 1 se ofrece una explicación sobre los límites prácticos. Sin embargo, en algunos usos una fuga puede resultar en una mezcla inflamable, por ejemplo, en una sala técnica o en un recinto cerrado. En estos casos se debe utilizar un sistema fijo de detección de fugas. La alarma del sistema fijo de detección de fugas debe saltar al 20 % del nivel inferior de inflamabilidad.

Refrigerante	LFL, kg/m ³	Nivel de alarma, kg/m ³
R32	0,307	0,061
R1234ze	0,303	0,061
R600a	0,043	0,0086
R290	0,038	0,0076
R1270	0,047	0,0094

Toxicidad

El R717 es tóxico y presenta un límite práctico muy bajo de 0,00035 kg/m³. Se debe utilizar un sistema fijo de detección de fugas en caso de que una fuga pueda traducirse en una concentración superior a este valor. El nivel bajo se debe establecer en 500 ppm para activar la ventilación mecánica y una alarma sonora supervisada. El nivel alto se debe establecer en 30,000 ppm para parar la planta y aislar los sistemas eléctricos.

Eurammon Amoníaco 5
Control de fugas en plantas de amoníaco

IOR
Directriz 10
Trabajar con amoníaco

Asfixia

El R744 es un asfixiante, por lo que se debe instalar un sistema fijo de detección de fugas en caso de que una fuga en un espacio cerrado ocupado (como una cámara frigorífica o en zonas de una planta) pudiera resultar en una concentración tal que produjese efectos que impidiesen escapar del mismo. Se recomienda establecer el nivel de alarma al 50% del límite de toxicidad aguda (ATEL) o límite de carencia de oxígeno.

(ODL) según se recoge en la norma EN378⁹ para salas de máquinas. Es el nivel por encima del cual se produce un efecto adverso, ya sea por una o varias exposiciones, en un intervalo corto de tiempo (habitualmente menos de 24 horas). Para el R744 el ATEL / ODL es 0,036 kg/m³, por lo que la alarma se debería fijar a 0,018m³ (aproximadamente, 20.000 ppm). Habitualmente, también habrá una prealarma a 5.000 ppm por el rápido ascenso de la concentración en caso de fuga debido a altas presiones de R744;

⁹ EN378-1:2008+A2:2012, Sistemas de refrigeración y bombas de calor - Requisitos de seguridad y medioambientales, Requisitos básicos, definiciones, clasificación y criterios de selección F3.1

Preguntas de autoevaluación Módulo 1

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

Pregunta 1 -

Según la versión más reciente del Reglamento EU 517/2014, ¿con qué frecuencia se debe comprobar un sistema de R1234ze con una carga de 300 kg y un sistema fijo de detección de fugas?

- I. No se tiene que comprobar
- II. Una vez al año
- III. Dos veces al año
- IV. Cuatro veces al año

Pregunta 2 -

¿Qué refrigerante se puede detectar mediante el uso de papel de tornasol?

- I. R32
- II. R744
- III. R290
- IV. R717

Pregunta 3 -

¿Cuál de estos refrigerantes es más ligero que el aire?

- I. R744
- II. R32
- III. R717
- IV. R290

Pregunta 4 -

Según el Reglamento 517/2014 sobre gases fluorados, un sistema debe contar con un sistema fijo de detección de fugas cuando contiene una cantidad mayor de CO2 equivalente:

- I. 50 toneladas
- II. 150 toneladas
- III. 300 toneladas
- IV. 500 toneladas

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

¿Qué viene ahora?

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

Para conseguir un Certificado CPD de REAL Alternatives, el usuario debe someterse a una evaluación al final de todo el curso bajo supervisión de un centro de formación reconocido por REAL Alternatives.

Para más información sobre evaluaciones:

<http://www.realalternatives.eu/cpd>

Ahora puedes continuar con tu plan de estudio personal con uno de los siguientes módulos del programa REAL Alternatives Europe:

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

Traducción Oficina Española de Cambio Climático (OECC) Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

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 2017

Soluciones: P1= i, P2 = iv. P3 = iii, P4 = iv.