



With contribution of
the LIFE programme
of the European Union

Seguridad y Gestión del riesgo

con Refrigerantes Alternativos

Contenido

- 1- Esquema de riesgo de seguridad
- 2- Clasificación de seguridad
- 3- Inflamabilidad
- 4- Asfixia y Toxicidad
- 5- Presiones más altas
- 6- Uso seguro de R744
- 7- Uso seguro de R 717
- 8- Uso seguro de Refrigerantes Inflamables
- 9- Evaluación de riesgos
- 10-Preguntas de autoevaluación y próximos pasos





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 Alternatives 4 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

Module 2

Introducción a la Seguridad y gestión de Riesgos con Refrigerantes Alternativos

Objetivo de este Módulo

Este módulo reúne información sobre los riesgos de los refrigerantes alternativos y resume cómo aplicar y trabajar con ellos de forma segura. Se incluye información más detallada sobre el uso de estos refrigerantes en los módulos 1 (Introducción), 3 (Diseño), 4 (Detección de fugas) y 5 (Servicio). Este módulo:

- Identifica los peligros de los refrigerantes alternativos
- Muestra cómo se minimizan durante el diseño, instalación, servicio y al final de la vida
- Muestra cómo se evalúa y gestiona el riesgo

Este módulo no reemplaza la capacitación práctica que es esencial cuando se trabaja con estos refrigerantes. A lo largo de esta guía encontrará referencias a información adicional útil de una variedad de fuentes que han sido revisadas y se recomienda una guía técnica si necesita más información.

1 Esquema de riesgo de seguridad

Todos los refrigerantes alternativos cubiertos en esta guía tienen riesgos adicionales en comparación con los refrigerantes HFC tradicionales. Éstos incluyen:

- Inflamabilidad
- Toxicidad
- Altas presiones

La tabla a continuación resume los riesgos de los refrigerantes alternativos.

Tabla 1, Riesgos de los refrigerantes alternativos

Refrigerante	Inhalación	Inflamabilidad	Presión ¹	Otros
R744	Menor toxicidad	No inflamable	Mucho más alto	Pressure rise of trapped liquid high and risk of trapping cold liquid high. Aumento de presión de líquido atrapado alto y riesgo de atrapar líquido frío alto. Posibilidad de formación sólida de R744.
R717	Mayor toxicidad	Menor inflamabilidad	Menor	
R32	Asfixiante	Menor inflamabilidad	Mayor	Productos de descomposición altamente tóxicos
R1234ze	Asfixiante	Lower flammability	Menor	Productos de descomposición altamente tóxicos
R600a	Asfixiante	Mayor inflamabilidad	Mucho menor	
R290	Asfixiante	Mayor inflamabilidad	Similar	
R1270	Asfixiante	Mayor inflamabilidad	Similar	

Para todos los refrigerantes – el riesgo se reduce minimizando el potencial de fugas

¹ Comparado con el R404A

2 Clasificación de Seguridad

Las siguientes clasificaciones de seguridad se definen en ISO817: 2014 ²y también se usan en EN378-1: 2016³. La clasificación tiene dos partes: A o B seguidas por 1, 2L, 2 o 3.

A o B representa el grado de toxicidad

- A es de menor toxicidad (la mayoría de los refrigerantes son de clase A)
- B es una toxicidad más alta (R717 es clase B)

1, 2L, 2 o 3 representa el grado de inflamabilidad

- 1, no inflamable
- 2L, baja inflamabilidad
- 2, inflamable
- 3, mayor inflamabilidad

La siguiente tabla enumera la clasificación de seguridad de los refrigerantes alternativos comunes.

Tabla 2, Información de seguridad

Refrigerante	Clasificación de seguridad ^a	LFL, kg/m ³ ^b	Auto ignición temp, °C	PL, kg/m ³ ^c	ATEL / ODL ^d kg/m ³
CO ₂ R744	A1	No aplica	No aplica	0.1	0.072
NH ₃ R717	B2L	0.116	630	0.00035	0.00022
HFC R32	A2L	0.307	648	0.061	0.30
HFO R1234ze	A2L	0.303	368	0.061	0.28
HFO R1234yf	A2L	0.289	405	0.058	0.47
HC R600a	A3	0.043	460	0.011	0.059
HC R290	A3	0.038	470	0.008	0.09
HC R1270	A3	0.047	455	0.008	0.0017

- a. La clasificación de seguridad es como aparece en la EN378-1.
- b. LFL (kg/m³) es el límite de inflamabilidad más bajo como figura en la EN378-1.
- c. PL es el Límite Práctico como figura en la EN378-1. Para refrigerantes A1 es la concentración más alta en un espacio ocupado que no dará lugar a escapes. Para refrigerantes inflamables es aproximadamente un 20% LFL.
- d. ATEL / ODL es el límite de exposición a toxicidad aguda / Límite de privación de oxígeno como figura en la EN378-1. Este es el nivel por encima del cual hay un efecto adverso que resulta de exposiciones únicas o múltiples en un corto espacio de tiempo (por lo general, menos de 24 horas).

² ISO817:2014 Refrigerantes – Definiciones y clasificación de seguridad.

³ EN378-1:2016, Sistemas de Refrigeración y Bombas de calor – Requisitos Técnicos y Medioambientales, Parte 1 – Requerimientos básicos, definiciones, clasificación y criterios de selección

3 Inflamabilidad

La clasificación de inflamabilidad se explica en la tabla 3 abajo

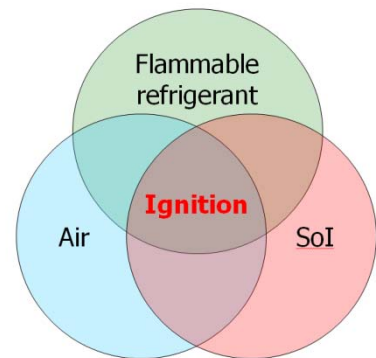


Tabla 3, Clasificación de Inflamabilidad

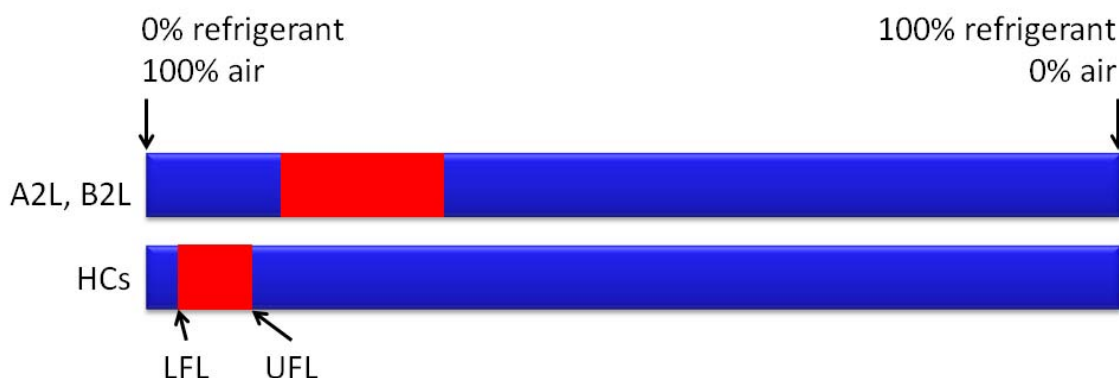
Clasificación de inflamabilidad	Menor nivel de inflamabilidad, % en aire por volumen ⁴	Calor de combustión, J/kg	Propagación de llama
1	No propagación de llama en pruebas a 60°C y 101.3 kPa		
2L, Menor inflamabilidad	> 3.5	< 19,000	Exhibe propagación de llama cuando se prueba a 60°C y 101.3 kPa y tenga una velocidad máxima de combustión de ≤ 10 cm / s cuando se prueba a 23°C y 101.3 kPa
2, Inflamable	> 3.5	< 19,000	Exhibe flame propagation when tested at 60°C and 101.3 kPa
3, Mayor inflamabilidad	≤ 3.5	≥ 19,000	Exhibit propagación de llama cuando se prueba a 60°C y 101.3 kPa

Nota: la clasificación de seguridad 2L es una nueva clase y ahora está incluida en EN 378.

Se requieren tres condiciones para la combustión: combustible, oxígeno y una fuente de ignición. Para todos los refrigerantes inflamables la combustión ocurrirá si la concentración de refrigerante en el aire está entre los niveles de inflamabilidad inferior y superior y si hay una fuente de ignición.



El rango inflamable para HCs, refrigerantes A2L y R717 se muestra en la tabla a continuación (el nivel de inflamabilidad más bajo también se enumera en la tabla 2):



Una llama abierta encenderá todos los refrigerantes inflamables, p. ej. la llama de un soldador, una cerilla, un mechero.

⁴ Por ejemplo, R290 tiene un LFL de 0.038 que es aproximadamente un 2% en aire por volumen

Las chispas de los dispositivos eléctricos encenderán refrigerantes A3 (HC) y posiblemente refrigerantes 2L. Los dispositivos eléctricos de encendido pueden incluir:

- Interruptores de encendido / apagado, por ej. enchufes eléctricos, bombas de vacío, máquinas de recuperación
- Contactos
- Interruptores de luz
- Termostatos estándar
- Relés de compresor estándar y protectores de sobrecarga (klixons)
- Presostatos estándar (alta presión, baja presión, presión diferencial de aceite)
- Arranques de luz estándar (balastos)
- Temporizadores estándar (por ejemplo, para descongelar) y controladores
- Comprobadores electrónicos de fugas

Los dispositivos eléctricos que cumplen con EN60079 parte 7⁵ o 15⁶ no son fuentes de ignición cuando se aplican a una clasificación de zona 2. El tipo de protección eléctrica está relacionado con la zona. Normalmente, se aplica la zona 2, pero si la zona es diferente, pueden aplicarse otras clasificaciones de componentes.



⁵ EN 60079-15:2010 Atmósferas explosivas. Protección de Equipo por tipo de protección "n"

⁶ EN 60079-15:2015 Atmósferas Explosivas. Protección de equipo por incremento de seguridad "e"

4 Asfixia y toxicidad



Todos los refrigerantes son asfixiantes porque desplazan el aire. La inhalación de cualquier vapor de refrigerante en cantidades suficientes puede causar asfixia y sensibilización cardíaca y tener un efecto sobre el sistema nervioso central. Estos pueden provocar mareos, letargo o latidos cardíacos irregulares. La asfixia es un peligro si se libera una gran cantidad, particularmente en un área cerrada, como una habitación fría o una sala técnica.

El R717 es tóxico y tiene un límite práctico muy bajo (0,00035 kg / m³). El R717 es irritante y corrosivo.

- Inhalación: la exposición a altas concentraciones provoca la quema inmediata de la nariz, la garganta y el tracto respiratorio. Esto puede ocasionar insuficiencia o fallo respiratorio. La inhalación de concentraciones más bajas puede causar tos e irritación de la nariz y la garganta. El olor acre del R717 proporciona una advertencia temprana de su presencia, pero la exposición también causa fatiga olfativa, reduciendo la capacidad de reconocer la exposición prolongada a bajas concentraciones.
- Contacto con la piel: la exposición a bajas concentraciones de R717 puede producir irritación cutánea u ocular rápida. Las concentraciones más altas de amoníaco pueden causar lesiones graves y quemaduras. El contacto con líquido R717 también puede causar congelación, como con todos los refrigerantes.

Productos de descomposición

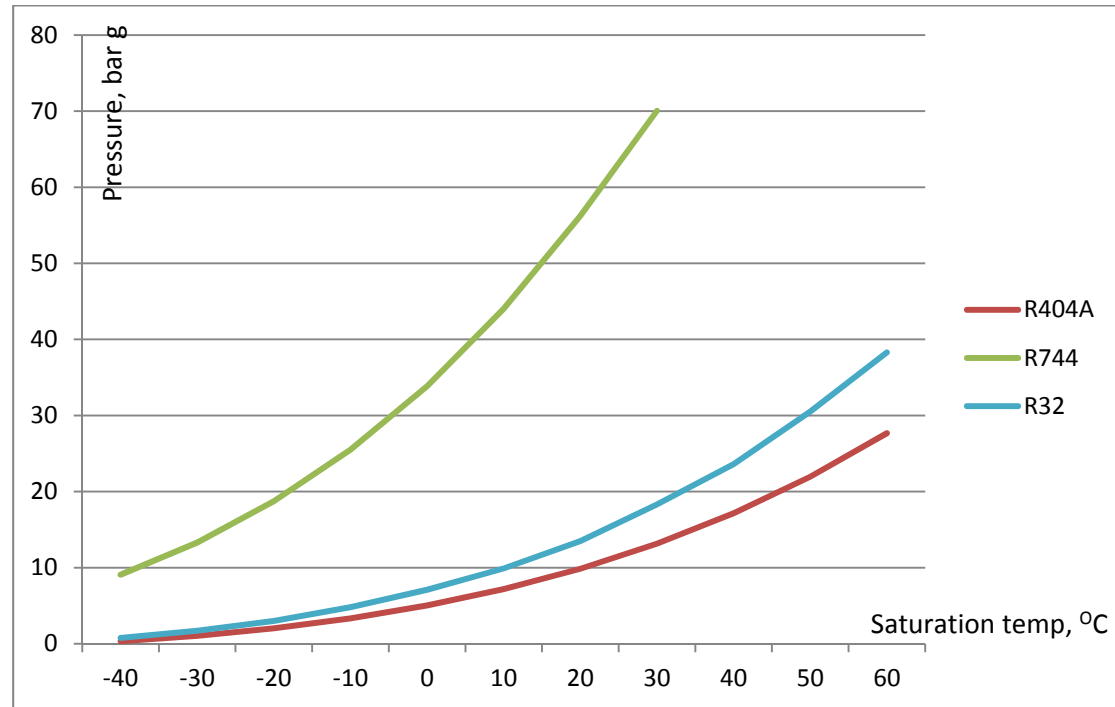
HFC y HFO forman productos tóxicos de descomposición cuando se queman, por ej. cuando un refrigerante A2L como el R32 se enciende por una llama abierta. Se produce fluoruro de hidrógeno que forma ácido fluorhídrico cuando está en contacto con la humedad (por ejemplo, en el aire o en la boca). Los efectos de la inhalación o el contacto son muy graves y generalmente requieren tratamiento hospitalario. Este es un peligro para todos los refrigerantes HFC, pero A2L HFC y HFO presentan un mayor riesgo porque se encienden por una llama abierta como una antorcha de soldadura fuerte.

5 Presiones más altas

La mayoría de los refrigerantes alternativos funcionan a presiones menores o similares a R404A. Pero R32 y R744 operan a mayor presión, como se muestra en el siguiente gráfico.



Figura 1, presión, temperatura, refrigerantes de alta presión



Las presiones de funcionamiento y parada de R32 son similares a las de R410A (comúnmente usadas en sistemas de aire acondicionado).

La tabla abajo muestra presiones típicas del R744:

Tabla 2, Presiones típicas del R744

Refrigerante Danfoss
Slider App
Bitzer PT App

	Presión típica Bar g (MPa)
Ajuste de PRV en la parte alta del sistema transcrito (es decir, PS)	120 (12)
Lado alto del sistema transcrito, operando por encima del punto crítico	90 (9)
Presión intermedia en un sistema transcrito	35 to 65 (3.5 to 6.5)
Configuración de PRV en la parte alta de la etapa baja de un sistema en cascada (es decir, PS)	40 (4)
Alta presión lateral en la etapa baja de un sistema en cascada	30 (3)
Evaporador de baja temperatura (LT)	15 (1.5)
Evaporador de alta temperatura (HT)	30 (3)
Cilindro pen el exterior a un ambiente de 5 °C	40 (4)
Planta en espera en un ambiente de 20°C	55 (5.5)

6 Uso seguro de R744

Resumen de riesgos clave que son más graves que los refrigerantes tradicionales:

Asfixia. El límite práctico es menor que para otros refrigerantes de baja toxicidad (clase de seguridad A). La hiperventilación seguida de hipoventilación ocurrirá en concentraciones tan bajas como 30,000 ppm. La concentración de R744 resultante de una fuga aumentará rápidamente debido a la mayor presión y la consiguiente tasa de escape del sistema.

Alta presión. La presión de operación es de hasta 90 bar g en sistemas transcíticos. La presión en un nuevo cilindro de R744 será de aproximadamente 99 bar g en un ambiente de 40 ° C.

Aumento de presión de líquido frío atrapado . La presión del líquido atrapado aumentará en aproximadamente 10 bar por cada 1K de aumento de temperatura. Esto es mayor que para otros refrigerantes y, además, el potencial de atrapamiento de refrigerante líquido frío es mayor en el sistema R744 debido a las bajas temperaturas de la línea de líquido (generalmente están por debajo de la temperatura ambiente).

Hielo seco. Se formará hielo seco cuando la presión del vapor R744 se reduzca a menos de 4,2 barg (el punto triple). Esto puede, por ejemplo, bloquear las líneas de ventilación.

Diseño para reducir riesgos

Todos los componentes, incluidos el trabajo de tubería y los accesorios, deben ser adecuados para los valores de PS.

Ver Módulo 3 de REAL Alternatives

La detección de fugas fijas debe instalarse siempre que una fuga pueda dar lugar a una concentración mayor que el ATEL. Para R744, el ATEL / ODL es 0.072 kg / m³, por lo que la alarma debe ajustarse a 0.036m³ (aproximadamente 20,000 ppm). Por lo general, también habrá una alarma previa a 5.000 ppm debido al rápido aumento de la concentración en caso de una fuga debido a las altas presiones del R744.

Ver Módulo 4 de REAL Alternatives

Trabajo seguro

Cualquier persona que trabaje de manera invasiva en sistemas R744 debe usar equipo de protección personal (EPP) apropiado. Esto incluye guantes y gafas de seguridad, y protectores para los oídos al ventilar el refrigerante.

Ver Módulo 5 de See REAL Alternatives

No se debe entrar en las áreas cerradas si la alarma de detección fija de gas se activa o si hay alguna otra indicación de una fuga. Se debe usar un detector personal R744 si no hay detección de fugas fijo.

El trabajo debe llevarse a cabo en un área bien ventilada.

El equipo de carga y conexión debe ser adecuado para la presión. Esto depende del ambiente (y por lo tanto de la presión del cilindro) y de la presión del sistema / sección del sistema que se está cargando o ventilando.

Todas las líneas de carga y ventilación deben estar aseguradas para que no puedan latir.

El resumen de los riesgos clave que son procedimientos claros debe prepararse para todas las actividades de servicio que eliminan la posibilidad de que se atrape líquido frío en el sistema o en el equipo de carga / acceso.

El R744 se debe ventilar como líquido para que la mayor parte del refrigerante se expulse del sistema antes de alcanzar el punto triple. Se debe tener cuidado para evitar la formación de hielo seco en la línea de ventilación durante este proceso. El uso de una línea de ventilación corta con un diámetro grande (más de 12 mm de diámetro) minimizará este riesgo.

7 Uso seguro de R717

Resumen de riesgos clave que son más severos que los de los refrigerantes tradicionales:

Toxicidad. El R717 es tóxico y corrosivo. Su inhalación daña la nariz, la garganta y los pulmones. El contacto con la piel causa irritación y quemaduras.

Baja inflamabilidad. El R717 en contacto con el aire puede encenderse potencialmente por una llama abierta y chispas de dispositivos eléctricos no sellados.

Diseño para reducir el riesgo

El tamaño de la carga debe estar restringido de acuerdo con EN 378 parte 1, Anexo C, tabla C.1.

El R717 tiene un límite práctico muy bajo (0,00035 kg / m³). Se debe usar detección de fugas fija si una fuga puede dar como resultado una concentración que exceda este límite. El nivel bajo debe establecerse en 500 ppm y debe activar la ventilación mecánica y una alarma audible supervisada. El nivel alto debe establecerse en 30.000 ppm y debe detener la planta y aislar las conexiones eléctricas.

Se debe diseñar el sistema para evitar la ignición en caso de fuga (ver el siguiente apartado sobre refrigerantes inflamables para más información)

Ver Módulo 1 de REAL Alternatives

Ver Módulo 4 de REAL Alternatives

Ver Módulo 3 de REAL Alternatives

Trabajando de forma segura

Cualquier persona que trabaje de manera invasiva en los sistemas R717 debe usar equipo de protección personal (EPP) apropiado. Esto incluye guantes y gafas de seguridad. El aparato de respiración también puede ser necesario.

No se debe entrar en las áreas cerradas si suena la alarma del detector de gas o si hay alguna otra indicación de fuga.

El área de trabajo debe estar bien ventilada sin una fuente de ignición en un radio de 3 m del sistema y el equipo asociado.

Todo el equipo utilizado debe ser el apropiado para uso con R717.

8 Uso seguro de refrigerantes inflamables

Summary of key hazards which are more severe than for traditional refrigerants:

Inflamabilidad. Los refrigerantes A2L, B2L y A3 son potencialmente inflamables en el aire. Serán encendidos por una llama abierta y por chispas de dispositivos eléctricos no sellados.

Diseño para reducir el riesgo

El tamaño de la carga debe estar restringido de acuerdo con EN 378 parte 1, Anexo C, tabla C.2 (excepto para R717 donde la toxicidad es el peligro dominante y se aplica el cuadro C.1).

Ver Módulo 1 de REAL Alternatives

Se deben llevar a cabo pruebas de simulación de fugas para identificar si hay fuentes de ignición (por ejemplo, chispas de dispositivos eléctricos) en una zona inflamable en caso de una fuga. Si la prueba identifica que las fuentes de ignición se encuentran en una zona potencialmente inflamable, se debe adoptar una de las siguientes opciones:

Ver Módulo 3 de REAL Alternatives

- Uso de dispositivos eléctricos seguros adecuados (por ejemplo, con clasificación Ex);
- Re posicionar los dispositivos eléctricos fuera de la zona inflamable;
- Suficiente ventilación permanente.

Ver Módulo 4 de REAL Alternatives

La detección de gas puede ser necesaria para algunos sistemas / refrigerantes (EN 378 Parte 1 especifica cuándo deben usarse)

Ver Módulo 5 de REAL Alternatives

Trabajando de forma segura

Cualquier persona que trabaje de manera invasiva en sistemas de refrigerantes inflamables debe usar equipo de protección personal (EPP) apropiado. Esto incluye guantes y gafas de seguridad. Además, se debe usar un monitor de refrigerante inflamable para monitorear continuamente el área de trabajo en busca de gases inflamables.

El área de trabajo debe estar bien ventilada sin una fuente de ignición en un radio de 3 m del sistema y el equipo asociado.

La máquina de recuperación y el detector de fugas deben ser adecuados para su uso con el refrigerante inflamable.

Antes de las conexiones de soldar y desoldar), debe eliminarse del sistema cualquier carga de refrigerante y evacuarse por completo y luego purgarse a baja presión con nitrógeno seco libre de oxígeno.

Si se van a reemplazar los dispositivos eléctricos, se deben usar reemplazos similares.

La Directiva europea ATEX ⁷ del Lugar de trabajo se aplica a los lugares de trabajo donde se usan sustancias inflamables, incluidas las áreas donde los técnicos trabajan de manera invasiva en sistemas de refrigerantes inflamables. Los puntos anteriores se basan en esta directiva, pero

⁷ ATEX es el nombre que comúnmente se le da a la Directiva Europea sobre Requisitos Mínimos para Mejorar la Seguridad y la Protección de la Salud de los Trabajadores Potencialmente en Riesgo de las Atmósferas Explosivas

debe consultar ATEX 137 para obtener información completa. El Instituto de Refrigeración del Reino Unido tiene una nota de orientación que resume esto.



Ver Nota 19 de la Guía
IoR

9 Evaluación de riesgos

Una evaluación de riesgos es el método por el cual usted decide qué probabilidad hay de que ocurra un daño a partir de una actividad en particular (es decir, el nivel de riesgo) y qué medidas tomar para controlar el riesgo. El riesgo es parte de la vida cotidiana: no se espera que elimine riesgos, pero debe saber cuáles son los principales riesgos y cómo manejarlos de manera responsable. Esta guía solo trata sobre los riesgos asociados al uso de refrigerantes alternativos: tienen peligros adicionales en comparación con el refrigerante tradicionales.

Un **peligro** es algo que podría causar daño.
Un **riesgo** es la probabilidad de que un peligro pueda causar daño.

Hay cuatro etapas para evaluar el riesgo:

1. Identifique los peligros, vea los puntos 1, 6, 7 y 8 para esto;
2. Identifique a quién se podría dañar, generalmente éste es el técnico y, en algunos casos, otros trabajadores y el público en general;
3. Evalúe los riesgos, teniendo en cuenta la probabilidad de que ocurra y la gravedad consiguiente. Tenga en cuenta las medidas de control, vea los puntos 6, 7 y 8 para esto;
4. Registre todo.

Documentos UK HSE
Evaluación de Riesgos
Cómo controlar los
riesgos en el trabajo

Si el riesgo evaluado es alto, deberá considerar otras medidas de control. Por ejemplo, cuando se trabaja en un aparato refrigerante inflamable, moviendo el equipo al exterior para trabajar en él, podría reducir el riesgo a un nivel bajo.

La siguiente evaluación de riesgos es un ejemplo que cubre la recuperación de R1270 de una vitrina con una carga de 850 g, equipada con válvulas Schrader en el lado alto y bajo. La recuperación se llevará a cabo en el taller.

Actividad	Recuperación de R1270
Localización	XX supermercado
Evaluado por	XX
Fecha Evaluación	XX

Probabilidad (P)

1	Improbable
2	Probable
3	Casi seguro

Gravedad (G)

1	Herida leve
2	Herida grave
3	Lesión muy grave o fatalidad

Matriz de evaluación

Gravedad	3	Medio	Alto	Alto
	2	Bajo	Medio	Alto
	1	Bajo	Bajo	Medio
		1	2	3
Probable				

Nivel de riesgo (R)

Bajo	
Medio	
Alto	

Personas en riesgo	Peligros identificados	Medidas de control	Riesgos después de los controles		
			P	G	R
Técnico de refrigeración Personal del comercio	Combustión	El trabajo se lleva a cabo fuera de las horas de trabajo. Se colocan barreras alrededor del área de trabajo para mantener alejado al personal de la tienda. El área de trabajo está bien ventilada. No hay fuentes de ignición a menos de 3 m del equipo HC y herramientas de servicio. Se usa una máquina de recuperación adecuada para usar con refrigerante HC, y se cambia fuera del área de trabajo de 3 m. Un extintor de incendios se encuentra dentro del área de trabajo. Se usa un detector de HC para avisar de una posible fuga de HC en el área de trabajo. El técnico ha recibido capacitación y ha sido evaluado en el manejo seguro de refrigerantes HC.	1	2	2
Técnico de refrigeración Personal del comercio	Cilindro de recuperación lleno	Los cilindros están claramente marcados con el peso de llenado seguro HC. Se usan básculas para pesar el cilindro durante la recuperación para garantizar que no se exceda el peso de llenado seguro.	1	2	2
Técnico de refrigeración	Quemaduras por congelación	El técnico usa guantes y gafas de seguridad mientras trabaja.	2	1	2
Técnico de refrigeración Personal del comercio	Asfixia	El área de trabajo está bien ventilada. Se usa un detector de HC para desear una fuga de HC en el área de trabajo.	1	1	1

10 Autoevaluación Módulo 2

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

Pregunta 1 -

Los riesgos del R 32 incluyen cuál de los siguientes:

- i. Alta inflamabilidad
- ii. Baja inflamabilidad
- iii. Alta toxicidad
- iv. Formación de hielo seco

Pregunta 2 –

El R290 está clasificado en la EN378 como refrigerante de clase:

- I. A2
- II. A3
- III. B2
- IV. A2L

Pregunta 3 –

¿Cuál de los siguientes no encenderá un refrigerante A3?:

- I. Un detector de fugas HFC
- II. Una llama abierta
- III. Un motor ventilador nominal Ex
- IV. Un relé de compresor estándar

Pregunta 4 –

Un detector de fugas fijo para uso con R717 debe emitir alarma a:

- I. 500 ppm
- II. 5.000 ppm
- III. 50.000 ppm
- IV. No se requiere detector de fugas con R717.

(las respuestas al final de la página siguiente)

¿Qué viene ahora?

La información recogida en este manual es una introducción al diseño de sistemas 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 tu 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.