



Foto de Dennis Schroeder, NREL

La Reducción Gradual de Refrigerantes de Hidrofluorocarburos y el Acondicionamiento de Espacios Comerciales: Guía para la Transición

Introducción

Es posible que esté al tanto de la reducción gradual de los refrigerantes de hidrofluorocarburos (HFC), pero los detalles y su repercusión en sus usos puede ser que aún no estén claros. O quizá sea la primera vez que oye hablar de la reducción gradual de estos refrigerantes. En cualquier caso, esta guía proporciona información para facilitar las conversaciones con los gestores e ingenieros de las instalaciones y explica cómo la reducción gradual de HFCs afecta a los equipos de los edificios comerciales. También incluye medidas que usted y su organización pueden adoptar ahora para planificar y prepararse adecuadamente.

Antecedentes

La Ley de Innovación y Fabricación Estadounidense (AIM, por sus siglas en inglés) se promulgó en diciembre de 2020 y autoriza a la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA, por sus siglas en inglés) a gestionar los HFC¹, los cuales son un grupo de productos químicos industriales utilizados

principalmente como refrigerantes en una serie de aplicaciones en edificios comerciales, como el aire acondicionado, calentadores de agua y de ambientes, y refrigeración. Además, varios estados^{2,3} han adoptado sus propias normativas sobre refrigerantes. Aunque difieren ligeramente de las normativas de la EPA, las normativas estatales tienen objetivos y plazos de reducción gradual de HFC similares.

Los HFC liberados a la atmósfera a través de fugas o procedimientos de mantenimiento tienen un impacto significativo en el calentamiento global, que puede ser muchas veces mayor que el dióxido de carbono por volumen.⁴ La Ley AIM establece un calendario de reducción gradual de 15 años para bajar la producción y el consumo de HFC en un 85% sobre la base de un Potencial de Calentamiento Global (PCG) ponderado. Para conseguirlo, la EPA desarrolló niveles de referencia y estableció la metodología para cumplir el calendario de reducción gradual de la Ley AIM.¹ La **Figura 1** ilustra el calendario de reducción gradual de la producción y el consumo de HFC, tal y como lo establece la Ley AIM.

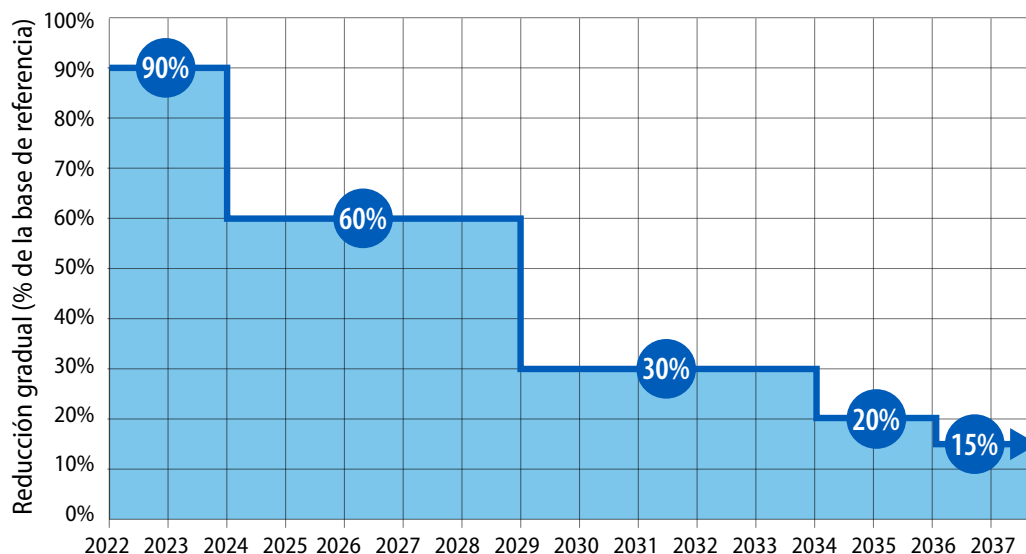


Figura 1. Calendario de Reducción Gradual de los refrigerantes de hidrofluorocarburos (HFC)¹

1 U.S. Environmental Protection Agency. 2022. "Final Rule – Phasedown of Hydrofluorocarbons: Establishing the Allowance Allocation and Trading Program Under the AIM Act." Documento consultado el 23 de noviembre de 2022. <https://www.epa.gov/climate-hfcs-reduction/final-rule-phasedown-hydrofluorocarbons-establishing-allowance-allocation>

2 U.S. Climate Alliance. 2022. "United States Climate Alliance." Documento consultado el 23 de noviembre de 2022. <http://www.usclimatealliance.org/>

3 Natural Resources Defense Council. 2022. "Phasing Down HFCs." Documento consultado el 23 de noviembre de 2022. <https://www.nrdc.org/issues/phase-down-hfcs>

4 U.S. Environmental Protection Agency. 2022. "Reducing Hydrofluorocarbon (HFC) Use and Emissions in the Federal Sector through SNAP." Documento consultado el 23 de noviembre de 2022. <https://www.epa.gov/snap/reducing-hydrofluorocarbon-hfc-use-and-emissions-federal-sector-through-snap>

Propósito

Esta guía es una introducción a la reducción gradual de los refrigerantes de HFC. Está diseñada para ayudar a los propietarios de edificios y a los gestores de instalaciones a prepararse para las próximas transiciones de reducción gradual y a abandonar los refrigerantes de alto PCG. Aunque no es necesario sustituir los equipos existentes ni sus refrigerantes, todos los equipos nuevos deben cumplir los requisitos de reducción gradual.

Refrigerants

Los refrigerantes se utilizan en muchos tipos de equipos de edificios comerciales, como equipos de HVAC, refrigeradores, cajas refrigeradoras independientes, etc. Esta guía se refiere principalmente a los equipos comerciales de HVAC, pero la reducción gradual de HFC afectará a todos los equipos que utilicen estos refrigerantes. Los refrigerantes varían en su composición química, toxicidad e inflamabilidad, y estas clasificaciones se rigen por el Estándar 34 de ASHRAE.⁵ La **Figura 2** muestra las clasificaciones de los grupos de seguridad.

La clasificación de los grupos de seguridad de un refrigerante específico considera el diseño y gestión de los equipos de HVAC tomando en cuenta las propiedades peligrosas de estos refrigerantes. El Grupo A1 es ideal desde el punto de vista de la seguridad, pero todos los refrigerantes tienen características que requieren una gestión cuidadosa. El Estándar 15⁶ de ASHRAE establece los requisitos para el diseño, la construcción, la instalación, y el funcionamiento seguros de muchos de los distintos tipos de sistemas HVAC y de refrigeración.⁵

Inflamabilidad Crescente ↑	Alta Inflamabilidad	A3	B3
	Inflamable	A2	B2
	Baja Inflamabilidad	A2L	B2L
	Sin Propagación de llama	A1	B1
		Menor Toxicidad	Mayor Toxicidad
		→ Toxicidad Crescente	

Figura 2. Clasificación del Grupo de Seguridad de Refrigerantes

(La letra se refiere a la toxicidad y el número a la inflamabilidad.)

Además de los peligros potenciales derivados de la toxicidad y la inflamabilidad, los refrigerantes pueden liberarse en la atmósfera y provocar importantes efectos sobre el calentamiento global, lo que constituye el impulso para la reducción gradual de los

HFC. La métrica asociada al calentamiento global se conoce como PCG la cual mide cuanta radiación infrarroja absorberán las emisiones de 1 tonelada de un gas durante un periodo determinado en relación con las emisiones de 1 tonelada de dióxido de carbono.⁶ Un valor de PCG más alto se traduce en un mayor potencial para calentar la Tierra. La **Tabla 1** resume los refrigerantes más comunes utilizados en los sistemas HVAC de edificios comerciales, junto con la clasificación del grupo de seguridad y el valor del PCG.

Tabla 1. Resumen de los Refrigerantes Comunes de los Sistemas HVAC^a

Tipo de sistema HVAC	Refrigerante	Clasificación de grupo de seguridad	PCG de 100 años
HVAC embalado	R-22	A1	1960
	R-410A	A1	2256
Enfriadores (Además del R-22)	R-134a	A1	1530

a. Todos los valores provienen del IE6: Smith, C., Z.R.J. Nicholls, K. Armour, W. Collins, P. Forster, M. Meinshausen, M.D. Palmer y M. Watanabe, 2021: The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity Supplementary Material. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, y B. Zhou (eds.)]. Disponible en <https://www.ipcc.ch/>.

Es importante señalar que el R-22, también conocido por la marca Freon, es un hidroclorofluorocarbano (HCFC) y no un HFC. A partir de 2020, la EPA prohibió la producción e importación de R-22 en Estados Unidos. Esta medida formaba parte de la reducción gradual de las sustancias que agotan la capa de ozono prevista originalmente por el Protocolo de Montreal.⁷ La reducción gradual que se analiza en esta guía pretende reducir el PCG en 85%, pero no eliminarlo por completo.

Opciones de Refrigerante de Medio y Bajo PCG

Actualmente existen refrigerantes de medio y bajo PCG para diversas aplicaciones. Sin embargo, los distintos fabricantes pueden utilizar refrigerantes diferentes, por lo que es importante conocer las opciones y características claves a la hora de seleccionar el equipo. La **Tabla 2** proporciona información sobre las alternativas de refrigerantes disponibles hoy en día para las aplicaciones comunes de baja, media, y alta presión.

Existen refrigerantes naturales con valores de PCG muy bajos que también pueden utilizarse en determinadas aplicaciones; sin embargo, muchos de ellos presentan otros problemas, como una alta inflamabilidad o una elevada toxicidad (véase la **Tabla 3**). Los hidrocarburos propano e isobutano funcionan muy bien para refrigeradores, neveras, y pequeños sistemas de aire acondicionado, pero hay un límite de carga de 150 gramos para la mayoría de las aplicaciones debido al alto índice de

⁵ ASHRAE. 2022. "ASHRAE Refrigeration Resources." Documento consultado el 23 de noviembre de 2022. <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/ashrae-refrigeration-resources>

⁶ Clark, Ezra and OzonAction. "Global Warming Potential (GWP) of Refrigerants: Why are Particular Values Used?" United Nations Environment Programme. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28246/7789GWPref_EN.pdf?sequence=2&isAllowed=y

⁷ United Nations Environment Programme. 2022. "About Montreal Protocol." Documento consultado el 23 de noviembre de 2022. <https://www.unep.org/ozonaction/who-we-are/about-montreal-protocol>

inflamabilidad. El amoníaco es un refrigerante muy eficaz y se utiliza a menudo en sistemas de refrigeración muy grandes, en almacenes y plantas de envasado de carne; sin embargo, tiene un índice de seguridad de alta toxicidad y debe manipularse con cuidado. El dióxido de carbono está ganando adeptos en los sistemas de refrigeración de los supermercados y en las bombas de calor aire-agua; sin embargo, los sistemas de alta presión necesarios y su rendimiento en climas cálidos plantean algunos problemas.

Tabla 2. Refrigerantes Alternativos

Alternativas de Baja Presión para Sustituir el R-123 y el R-245fa (para enfriadoras centrífugas, sistemas de bombas de calor, generadores binarios, procesos de espumado de uretano, entre otros ^a)				
Refrigerantes Alternativos	PCG	Clasificaciones de los Grupos de Seguridad	Capacidad Relativa (R-123 = 1)	Capacidad Relativa (R-245fa = 1)
R-1233zd(E) ^b	1	A1	1,4	0,9
R-514A ^b	2	B1	0,95	0,6

Alternativas de Media Presión para Sustituir el R-134a (para enfriadoras refrigeradas por agua, sistemas de aire acondicionado, bombas de calor, sistemas de refrigeración comercial e industrial de media temperatura y otros ^c)			
Refrigerantes Alternativos	PCG	Clasificaciones de los Grupos de Seguridad	Capacidad Relativa (R-134a = 1)
R-513A ^d	673	A1	1,04
R-515B ^d	321	A1	1
R-1234ze(E) ^d	1,4	A2L	0,75

Alternativas de Alta Presión para Sustituir el R-410A (para unidades de techo y otros sistemas HVAC empaquetados)			
Refrigerantes Alternativos	PCG	Clasificaciones de los Grupos de Seguridad	Capacidad Relativa (R-410A = 1)
R-32 ^d	771	A2L	1,1
R-454B ^d	531	A2L	0,97

- a. North American Sustainable Refrigeration Council. 2022. "NASRC Aggregated Incentives Program (AIP) Pilot." Documento consultado el 23 de noviembre de 2022. <https://nasrc.org/aggregated-incentives-program>
- b. AGC Chemicals. "Amolea 1224yd." Tokyo, Japan: AGC Chemicals. <https://www.agc-chemicals.com/file.jsp?id=30728>
- c. American Innovation and Manufacturing Act, 2022, sec. 103(h)(5). [https://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title42-section7675\(a\)&num=0&edition=prelim](https://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title42-section7675(a)&num=0&edition=prelim)
- d. AR6: Smith, C., Z.R.J. Nicholls, K. Armour, W. Collins, P. Forster, M. Meinshausen, M.D. Palmer, and M. Watanabe, 2021: The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity Supplementary Material. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Disponible en <https://www.ipcc.ch/>.

Tabla 3. Refrigerantes Naturales

Refrigerantes Naturales	PCG ^a	Clasificaciones de los Grupos de Seguridad	Usos
R290 – Propano	0,020	A3	Refrigeradores, congeladores, máquinas de hielo, máquinas expendedoras, pequeños sistemas de aire acondicionado
R600a – Isobutano	0,006	A3	Refrigeradores, congeladores, máquinas de hielo, máquinas expendedoras
R717 – Amoníaco	0	B2L	Sistemas de refrigeración de gran tamaño
R744 – Dióxido de Carbono	1	A1	Sistema de refrigeración para supermercados, calentadores de agua con bomba de calor

- a. Todos los valores provienen del IE6: Smith, C., Z.R.J. Nicholls, K. Armour, W. Collins, P. Forster, M. Meinshausen, M.D. Palmer, and M. Watanabe, 2021: The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity Supplementary Material. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Disponible en <https://www.ipcc.ch/>.

Impactos en Edificios Comerciales

La reducción gradual de los HFC afecta directa e indirectamente a los edificios comerciales:

- Las empresas que fabrican y distribuyen HFC son las más afectadas y tendrán que modificar líneas enteras de productos para cumplir con la reducción gradual.
- Los usuarios de HFC, como los fabricantes de equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, tendrán que adaptar sus líneas de productos y equipos a los nuevos refrigerantes y mezclas de refrigerantes autorizados para la fabricación y distribución.
- Los propietarios de edificios y las empresas que sustituyan los equipos existentes o proyecten nuevas construcciones deberán tener en cuenta las nuevas ofertas de equipos y sus posibles repercusiones en los objetivos de rendimiento⁸, así como los nuevos requisitos de registro e información.
- Los técnicos e ingenieros de HVAC también se enfrentan a un gran impacto y deben comprender los requisitos de clasificación y seguridad de los nuevos refrigerantes, que requerirán nueva formación, certificaciones, gestión de refrigerantes y mantenimiento de registros.^{9, 10}

Estos impactos se aplicarán a equipos tales como sistemas de aire acondicionado de expansión directa (DX, por sus siglas en inglés), bombas de calor, enfriadoras y equipos de refrigeración. Los propietarios de edificios y los gestores de instalaciones también deben tener en cuenta que muchos refrigerantes

- 8 Office of Air and Radiation. 2021. "Final Rule – Phasedown of Hydrofluorocarbons" Establishing the Allowance Allocation and Trading Program Under the American Innovation and Manufacturing (AIM) Act." Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-09/hfc-allocation-rule-nprm-fact-sheet-finalrule.pdf>
- 9 EPA Section 608 certification. <https://www.epa.gov/section608/section-608-technician-certification>
- 10 McMorrow, Shane. 2022. "Refrigerant Recovery: Why and How." HVACR Career Connect New York. Documento consultado el 23 de noviembre de 2022. <https://hvaccareerconnectny.com/refrigerant-recovery-why-and-how/>

de bajo PCG disponibles, e incluso los refrigerantes naturales, pueden tener clasificaciones de grupo de seguridad distintas de A1. Esto puede requerir la modificación de las medidas de cumplimiento existentes para mantener un entorno seguro, además de la sustitución de los equipos.

Incentivos y Asistencia

Algunos estados, como Delaware¹¹ y California,¹² tienen programas de incentivos para asistir económicamente en la transición. Cuando estén disponibles, lo ideal es aprovechar los programas de asistencia e incentivos, y no esperar a que un fallo de equipo requiera un cambio de refrigerante o del equipo en sí. Las organizaciones del sector empresarial también están coordinando asistencia para ayudar a sus representados en la transición;⁸ infórmese con las organizaciones asociadas y de apoyo con las que trabaja para conocer mejor sus programas. Además, el artículo 103(h)(5) de la Ley AIM establece un programa de ayuda económica de 3 años para pequeñas empresas hasta el 2023.¹¹ Solicite asistencia a través de estos programas si reúne los requisitos necesarios y manténgase al día de las actualizaciones de estos.

Consideraciones Económicas

A medida que la industria inicie la reducción gradual de los HFC, especialmente cuando los objetivos se vuelvan más agresivos a partir del 2024, la oferta de refrigerantes HFC disminuirá, lo que puede provocar un aumento de los precios. Resulta beneficioso recuperar y reciclar los refrigerantes de los equipos que se retiran y utilizarlos para mantener los equipos a los que les quedan años de funcionamiento.⁷

Cuando adquiera equipos nuevos con refrigerantes naturales o de bajo PCG, tenga en cuenta que las medidas de seguridad adicionales para adaptarse a las propiedades de toxicidad e inflamabilidad ya que estas pueden requerir una inversión de capital adicional más allá del coste de sustitución del equipo. Asegúrese de cumplir todos los códigos locales relativos a la seguridad de estos sistemas.

Conexión con Instaladores y Contratistas

La reducción gradual de los HFC puede ser una novedad para su instalador o contratista. La educación es importante para todas las partes, de modo que se tomen las decisiones más adecuadas. Hay muchos recursos en línea que pueden ayudar a los instaladores, técnicos y contratistas a entender la reducción gradual y a prepararse para los impactos asociados.¹³

Tenga en cuenta que la Sección 608 de la Ley de Aire Limpio especifica los requisitos de los equipos de recuperación de

refrigerantes,¹⁴ y usted debe asegurarse de que este proceso está bien supervisado y documentado por los técnicos de HVAC para evitar liberar inadvertidamente vapores de HFC a la atmósfera. Está explícitamente prohibido liberar (o ventilar) refrigerantes intencionalmente, y existen certificaciones específicas de la EPA para los técnicos que realizan cualquier eliminación de refrigerantes en equipos de refrigeración y HVAC.²¹

Conclusión

La reducción gradual de los HFC afectará las operaciones de su empresa, pero con formación y preparación usted podrá llevar a cabo una transición eficaz para utilizar refrigerantes con bajo PCG y equipos que cumplan con la normativa. Busque ayuda y capacitación adicional a medida que avanza la reducción gradual para mantenerse informado de sus opciones y requisitos.

Qué Hacer Ahora

Aunque no es necesario sustituir los equipos existentes como parte de la reducción gradual, usted puede ser proactivo en cuanto a los equipos y su mantenimiento:

- ✓ En primer lugar, debe conocer los requisitos federales, estatales, y locales y hacer planes para futuras reducciones graduales de los HFC.
- ✓ Debe garantizar el mantenimiento adecuado de los equipos existentes para reducir las fugas de refrigerantes de HFC y mantener su eficiencia.¹⁵
- ✓ Los propietarios de los edificios y los gestores de las instalaciones deben elaborar un inventario de los refrigerantes existentes y de la vida útil de los equipos, y desarrollar un plan proactivo de reparación y sustitución que se oriente hacia soluciones que cumplan con un bajo PCG.
- ✓ Al considerar las opciones de refrigerantes disponibles a medida que avanza la reducción gradual, debe buscar el equilibrio con refrigerantes de menor PCG, con alta eficiencia, y con bajos costos del ciclo de vida⁴ Actualmente existen en el mercado opciones con bajo PCG, donde los refrigerantes no inflamables son más fáciles de adoptar.⁴
- ✓ No es obligatorio sustituir los refrigerantes de los equipos existentes; sin embargo, si decide sustituir los refrigerantes de los equipos existentes por un refrigerante de menor PCG, es importante asegurarse de que todos los equipos y piezas sean compatibles.
- ✓ De cara al futuro, debe considerar si le gustaría adoptar un único refrigerante o si es aceptable tener varios refrigerantes en todos los edificios de su portafolio.
- ✓ Conviene estar atento al mercado de los refrigerantes y a las variaciones de precio que puedan derivarse de la reducción gradual, ya que podrían afectar a la planificación del presupuesto de mantenimiento.
- ✓ Cuando construya un edificio nuevo o sustituya los equipos existentes, adopte los más nuevos que cumplan con las normativas vigentes para minimizar problemas futuros de incumplimiento.

11 Delaware.gov. 2022. "Cool Switch Low Impact Refrigerant Program." Documento consultado el 23 de noviembre de 2022. <https://dnrec.alpha.delaware.gov/climate-coastal-energy/efficiency/cool-switch/>

12 California Air Resources Board. 2022. "Low-GWP Incentives." Documento consultado el 23 de noviembre de 2022. <https://ww2.arb.ca.gov/resources/documents/low-gwp-incentives>

13 Building Commissioning Association. 2021. "Next-Generation MEP: 10 Ways to Prepare for the Low-GWP Refrigerant Economy." Documento consultado el 23 de noviembre de 2022. <https://www.bcx.org/blog/next-generation-mep.html>

14 Environmental Protection Agency. 2011. "Construction and Demolition." Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/ConstrAndDemo_EquipDisposal.pdf

15 Better Buildings U.S. Department of Energy. 2022. "Hydrofluorocarbon: What to Expect Over the Next 15 Years." Documento consultado el 23 de noviembre de 2022. <https://betterbuildingsolutioncenter.energy.gov/webinars/hydrofluorocarbon-phase-down-what-to-expect-over-next-15-years>