**Refrigerantes HCFC**

Los Hidroclorofluorocarbonos (HCFC) son la segunda generación de refrigerantes que están vigentes actualmente. Aunque contiene cloro que daña la capa de ozono, los refrigerantes HCFC también contienen hidrógeno, que lo hace químicamente menos estable una vez que sube a la atmósfera. Su potencial de agotamiento es muy bajo y varia de 0.001 a 0.11. Para los países en desarrollo está permitido su uso hasta el año 2040. El R-22 es un ejemplo de un refrigerante HCFC que se ha utilizado en todo el mundo por muchos años. La mayoría de los equipos pequeños de aire acondicionado, por ejemplo el tipo ventana o el Mini-Split utilizan el R-22.

Actualmente a nivel global se está reduciendo gradualmente la producción de estos refrigerantes, son refrigerantes que han tenido una gran presencia en el mercado, principalmente el R-22, sin embargo los HCFC están en proceso de eliminación.

El R-22 se dejó de usar en La Comunidad Europea en el año 2000 y en los Estados Unidos en el 2010. Los HCFC tienen la clasificación A1, no son inflamables ni explosivos. Se descomponen en presencia de la llama de nuestro soplete dando a lugar la presencia de un gas irritante llamado fosgeno, motivo por el cual se deben tomar las mismas precauciones. Para detectar las fugas se pueden utilizar los métodos tradicionales como la espuma de jabón, los detectores de fuga electrónicos, las lámparas ultravioletas que detectan los medios contrastantes fluorescentes.

Los HCFC más usados en la refrigeración en México fueron:

* R-22 como refrigerante en sistemas de refrigeración y en sistemas de aire acondicionado
* R-141b como espumante y como agente de limpieza

[Alternativos al R-22](https://www.gildardoyanez.com/refrigerantes/refrigerantes-hfc/)

# HFC Refrigerantes Hidrofluorocarbonos

Los Hidrofluorocarbonos (HFC) se consideran la tercera generación de gases refrigerantes, ya que han sido creados para sustituir a los CFC y los HCFC. En un principio han sido considerados como ecológicos, por no dañar a la capa de ozono atmosférico, pero la presencia de flúor en su composición provoca que al ser emitidos se comporten como un gas de efecto invernadero y estos contribuyan al calentamiento global. Por esta razón, tienen que ser sometidos a restricciones en cuanto a su uso para reducir al mínimo sus emisiones. Su PAO es de cero, pero en general tienen valores de PCG (Potencial de Calentamiento Global) elevados, lo que implica una influencia elevada en el efecto invernadero global. Esto significa que en el futuro, todas las instalaciones de refrigeración y aire acondicionado estarán controladas por reglamentaciones relacionadas con el ambiente. Los HFC, aunque representan una fracción pequeña de todos los gases de efecto invernadero, están creciendo rápidamente en la atmósfera. La emisión de estos gases refrigerantes podría aumentar en casi veinte veces en las próximas tres décadas sin no se toman medidas para reducir su consumo. En México están clasificados como contamimantes de climáticos de vida corta, conocidos también como forzadores climáticos de vida corta. Los HCF tienen un impacto significativo a corto tiempo sobre el cambio climatico y tienen una vida relativamente corta en la atmósfera comparada con la del Bióxido de Carbono. Tienen clasificación A1, no son inflamables ni explosivos. En comparación con las instalaciones que trabajan con CFC, las instalaciones de refrigerantes del tipo HFC necesitan de un 5% a un 30% menos de refrigerante para lograr las mismas condiciones de trabajo. Al estar constituidos por moléculas mucho más pequeñas que las de los refrigerantes antiguos, las probabilidades de fuga son mucho mayores. Esta característica hace que se deban aumentar las medidas para asegurar la hermeticidad de un sistema de refrigeración ó de aire acondicionado. [En Enero de 2019 entró en vigor la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal](https://www.gildardoyanez.com/regulaciones-para-refrigerantes-hfc/protocolo-de-montreal/), cuyo objetivo es reducir el uso en 80% de estos refrigerantes, para dar paso al uso de refrigerantes naturales o refrigerantes sintéticos de bajo potencial de calentamiento global. Para detectar las fugas se pueden utilizar los métodos tradicionales como la espuma de jabón, los detectores de fuga electrónicos, las lámparas ultravioletas que detectan los medios contrastantes fluorescentes.

# Refrigerantes HFO R-1234ze R-1234yf

R-1234ze (PCG = 7)
El R-1234ze es un HFO ligeramente inflamable, conocido como hidrofluoruroolefina. Este refrigerante contiene hidrógeno, flúor y carbono. Se encuentra en la misma familia de refrigerantes que el R-1234yf, que actualmente se utiliza en los sistemas de aire acondicionado de algunos vehículos. Es posible que en el futuro lo veamos en sistemas fijos también. Su inflamabilidad ligera limita el tamaño de la carga refrigerante, pero no en la misma medida que los hidrocarburos más inflamables. Los controles eléctricos del equipo deben de ser «a prueba de chispa» en caso de que una fuga pueda resultar en una concentración inflamable en el entorno del aparato eléctrico. La temperatura de saturación a presión atmosférica es alta si se compara con otros refrigerantes, por lo que funcionará en vacío en la zona de baja presión del sistema en numerosos usos. Es ideal para utilizarse en temperaturas medias y altas, como en enfriadores de agua. Su capacidad de refrigeración también es baja en comparación con otros HFC, lo que supone que se necesiten distintos compresores con un desplazamiento mayor en relación con el motor.

El R-1234ze no está muy generalizado su uso aún, pero se está probando en enfriadores y sistemas integrales. Ya están disponibles para pruebas varias mezclas de R-1234ze. Tienen menores temperaturas de saturación, por lo que se podrían usar en baja temperatura. En todos los casos su PCG está por encima de 300. Algunos mezclas con este refrigerante no son inflamables, pero en ese caso tienden a tener un PCG mayor. El R-1234yf es un tipo de refrigerante similar al R-1234ze, y se está comenzando a utilizar en sistemas de aire acondicionado de vehículos.<< Nuevo campo para texto >>

# Ciclo Frigorifico con Refrigerantes Inflamables HC Propano R-290 Isobutano R-600a

Los refrigerantes inflamables pertenecen a al grupo de los refrigerantes naturales, se componen de hidrógeno y carbón. No son sustancias agotadoras de la capa de ozono, y su potencial de calentamiento global es inferior a 5. Los refrigerantes HC tienen clasificación A3, (refrigerantes inflamables) su uso requiere una serie de precauciones entre las que se encuentra el conocimiento profundo del refrigerante y del ciclo de refrigeración. Hay que destacar que el uso de los refrigerantes inflamables siempre estará limitado y condicionado por fuertes regulaciones aplicadas al uso de este tipo de refrigerantes. Son aplicados en sistemas refrigeración autocontenidos en donde la carga no debe de superar los 500 gramos (IEC 60335-2-89). Los sistemas de refrigeración (ciclo frigorifico) deben de estar diseñados de tal manera que los refrigerantes HC queden confinados en caso de fuga en el interior del sistema.

**Refrigerantes Industriales Refrigerante Natural Bióxido de Carbono CO2 R-744**

Tanques de CO2 BFS Kälte Klima Technik Frankfurt, Alemania

El bióxido de carbono (CO2 R-744) es otra de las alternativas para sustituir a los HFC (hidrofluorocarbonos) porque no daña la capa de ozono, su bajo potencial de calentamiento globla y es un refrigerante natural. Es un fluido inodoro, incoloro y más pesado que el aire. Su Potencial de Calentamiento Global (PCG) es de uno. Lo que significa que este gas es la referencia para determinar el PCG de otros gases y su valor de Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono (PAO) es de cero, favoreciéndolo en el aspecto ambiental. Aunque el CO2 es necesario para la vida en la Tierra, es también un Gas de Efecto Invernadero (GEI). Es clasificado por los Estándares 34 de ASHRAE y el DIN EN 378 como tipo A1 (no inflamable y de baja toxicidad). Como se mencionó anteriormente, el hecho de ser más pesado que el aire puede resultar peligroso (especialmente en espacios reducidos), al no tener aroma autoalarmante (no tiene un olor detectable), puede desplazar al oxígeno hasta límites nocivos para la salud. Estas características llevan a la necesidad de tener una especial atención en la detección de fugas y la ventilación de emergencia. Tiene baja compatibilidad química con los materiales comunes y una buena solubilidad con el lubricante polietileno glicol de alquileno (PGA) y el polioléster (POE). Posee un muy bajo costo y está disponible en cualquier cantidad en todo el mundo.

***Referencia: Buenas Prácticas en el Uso de Sustancias Alternativas a los Hidroclorofluorocarbonos. SEMARNAT.***



El refrigerante R-744 (bióxido de Carbono) presenta altas presiones de servicio, una temperatura crítica baja (31 C°) y un punto triple alto. Su capacidad volumétrica de refrigeración es entre 5 y 8 veces mayor que la de los HFC. Se reducen así el desplazamiento del compresor y el tamaño de la tubería. Sus propiedades afectan sobre cómo está diseñado el sistema o sobre cómo funciona, particularmente con temperaturas ambiente altas. Cuenta con una temperatura de descarga elevada, por lo que necesita compresión de dos etapas en sistemas de baja temperatura. Cuando se utiliza como refrigerante, el dióxido de carbono normalmente opera a una presión mayor que los hidrofluorocarbonos y otros refrigerantes. Si bien esto presenta algunos problemas de diseño, por lo general pueden ser superados en los sistemas específicamente creados para usar dióxido de carbono. Este gas puede usarse con lubricante polietileno glicol de alquileno (PGA), con lubricantes polioléster (POE) o polivinil éter (PVE).
El bióxido de carbono se utiliza principalmente en:

1. Refrigeración industrial y comercial: sistemas en cascada NH3/CO2.
2. Sistemas compactos.
3. Bombas de calor (calentamiento de agua).
4. Refrigeración comercial: supermercados, sistemas directos, cascada, indirectos.

Un poco de historia
El bióxido de carbono tiene una larga historia como refrigerante. Desde la década de 1860, las propiedades de este refrigerante natural se han estudiado y probado en los sistemas de refrigeración. En los primeros días de la refrigeración mecánica, había pocos compuestos químicos adecuados que estaban disponibles para utilizarse como refrigerantes. La amplia disponibilidad del CO2 lo hizo un refrigerante viable. El uso de los sistemas de refrigeración de CO2 inició en la década de 1890 convirtiendose en el refrigerante de elección para la congelación y transporte de productos alimenticios perecederos en todo el mundo. La carne y otros productos alimenticios procedentes de Argentina, Nueva Zelanda y Australia fueron enviados a través de buques frigoríficos a Europa para la distribución y consumo. Para 1900, más de 300 barcos refrigerados estaban entregando productos cárnicos procedentes de muchos países. En el mismo año, Gran Bretaña importó 360.000 toneladas de carne de vacuno refrigerada y cordero desde Argentina, Nueva Zelanda y Australia.

***Referencia: ASHRAE Refrigeration Handbook 2014,
Capítulo 3***



La baja toxicidad y la nula inflamabilidad del CO2 fueron las razones fundamentales para que este refrigerante natural se desarrollara. El transporte marino refrigerado con CO2 fué el que creció rápidamente. Ganó popularidad por la confiabilidad que tiene en su uso, fué utilizado para refrigerar y/o congelar una amplia variedad de alimentos y productos perecederos de muchos países alrededor del mundo. La industria del transporte marino refrigerado tuvo un crecimiento importante, y antes de 1910, 1800 sistemas estaban en funcionamiento en los barcos de transporte de alimentos refrigerados. En 1935, los productores de alimentos transportaban millones de toneladas de productos perecederos como carnes, productos lácteos y frutas anualmente hacia Gran Bretaña. América del Norte también utilizó el CO2 en la refrigeración de transporte marino de CO2 en la exportación y en la recepción de los productos alimenticios. La popularidad de los sistemas de refrigeración de CO2 se fue reduciendo cuando los refrigerantes sintéticos aparecieron. El desarrollo del HCFC-22 (clorodifluorometano) en la década de 1940 comenzó a desplazar al CO2 y para la década de 1960 ya había sido casi en su totalidad sustituido en todos los sistemas de transporte marino y terrestre. En 1950, los clorofluorocarbonos (CFC) estaban presentes en la mayoría de los sistemas de refrigeración. Esto incluyó una amplia variedad de refrigeradores domesticos y comerciales que utilizaban CFC. El desarrollo de los compresores herméticos y semiherméticos aceleró el desarrollo de sistemas que utilizaban el CFC. Los siguientes 35 años, un sin número de refrigerantes CFC ganaron popularidad, reemplazando prácticamente a todos los otros refrigerantes naturales exceptuando al amoníaco, que mantuvo su posición dominante en los sistemas de refrigeración industrial.

***Referencia: ASHRAE Refrigeration Handbook 2014,
Capítulo 3***



En la década de los setentas, se descubrieron los efectos atmosféricos de las emisiones de CFC, concretamente el debilitamiento de la capa de ozono en la estratósfera. Esto condujo a un esfuerzo concertado de los gobiernos, científicos y los industriales para limitar estos efectos. Estos esfuerzos se convirtieron en el Protocolo de Montreal. Inicialmente, éste tomó la forma de las cuotas de producción, pero pronto se trasladó a una total eliminación, primero de los CFC y ahora de hidroclorofluorocarbonos (HCFC). El elevado potencial de agotamiento de la capa de ozono del CFC y del HCFC impulsó el desarrollo de los refrigerantes hidrofluorocarbonos (HFC). Posteriores investigaciones ambientales desplazan el foco de agotamiento del ozono al cambio climático, produciendo un segundo clasificación conocida como el potencial de calentamiento global (PCG). En los últimos años, CO2 se ha convertido nuevamente en un refrigerante de gran interés. Sin embargo, de alta presión del CO2 en los sistemas (por ejemplo, 490.8 psia a una temperatura de saturación de 30 ° F o 969.6 psia a 80 ° F) presenta desafíos para la contención y la seguridad. Los avances que han tenido los componentes que se utilizan en los sistemas de refrigeración desde la década de 1950 permiten el diseño rentable y eficiente de la alta presión de dióxido de carbono en los sistemas. El nuevo interés que tiene el uso del CO2 en los sistemas modernos de refrigeración se basa en sus propiedades termo físicas: baja viscosidad, alta conductividad térmica y densidad de vapor alta. Éstos resultan en una buena transferencia de calor en evaporadores, condensadores y enfriadores de gas, permite una selección de equipos más pequeños en comparación con los CFCs, HCFCs y los HFCs. El bióxido de carbono es único como refrigerante, está siendo considerado para aplicaciones que abarcan refrigeración, aire acondicionado y calefacción, que se extienden desde congeladores hasta para las bombas de calor y de las equipos domésticos hasta las plantas industriales de refrigeración.