

Impacto ambiental de los refrigerantes ecológicos

Lina Marcela Duque Guzmán*
lina.duque@une.net.co



Eje temático: Ciencia y Tecnología
Subtema: Impacto ambiental de los refrigerantes ecológicos

Resumen

El uso de los refrigerantes en el mundo ha contribuido de manera significativa al deterioro ambiental global, aporta a la destrucción de la capa de ozono y a la generación del efecto invernadero. A través de protocolos internacionales, algunos países han buscado reunir esfuerzos para combatir la contaminación del aire, sin embargo, algunas sustancias alternativas, a pesar de lograr la disminución del efecto sobre la destrucción de la capa de ozono, aportan al cambio climático generado por la emisión de los gases de efecto invernadero. Colombia no ha sido ajena a esta problemática global y para ello se ha vinculado de manera activa en el reemplazo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono y en la ejecución de **mecanismos de desarrollo limpio** para la reducción del cambio climático generado por los gases de efecto invernadero.

Palabras clave:

Refrigerantes, ozono, efecto invernadero.

* Ingeniera Ambiental, Escuela de Ingeniería de Antioquia. Especialista en Gerencia para Ingenieros, Universidad Pontificia Bolivariana. Coordinadora Ambiental, COLPISA S.A.

Artículo recibido el 6 de agosto y aprobado para su publicación el 9 de octubre de 2008.

Abstract

The use of the cooling ones in the world has contributed (paid) in a significant way to the environmental global deterioration, reaching directly and indirectly to the destruction of the cap of ozone and to the generation of the greenhouse effect. Across international protocols, some countries have sought to assemble (to bring together) efforts to attack together the pollution of the air, nevertheless, some alternative substances in spite of achieving the decrease of the effect on the destruction of the cap of ozone, they reach to the climatic change generated by the emission (issue) of the greenhouse gases. Colombia has not been foreign to this global problematics and for it cap of ozone has linked itself in an active way in the reemplacement of the exhausting substances of them and in the execution of mechanisms of clean development for the reduction of the climatic change generated by the greenhouse gases.

Key words:

Cooling, ozone, greenhouse effect

► Introducción

La destrucción de la capa de ozono ha sido uno de los problemas ambientales más graves en los últimos años.

El ozono presente en la estratosfera forma una capa que nos protege de los rayos ultravioletas provenientes del sol, los cuales, en altas dosis, pueden ser altamente perjudiciales. El hombre, con su actividad productiva ha desarrollado productos que pueden generar sustancias que cuando llegan a la estratosfera deterioran la capa de ozono, lo que implica profundos desgastes y deterioro para la vida de los seres vivos y su supervivencia.

En términos de desarrollo sostenible, es pertinente continuar con el desarrollo de los países, buscando a la vez alternativas (refrigerantes sustitutos, control de fugas, prohibición de sustancias altamente contaminantes, entre otras) que minimicen los impactos ambientales causados (destrucción de la capa de ozono, efecto invernadero), pensando siempre en lo requerido por las generaciones futuras.

▽ Antecedentes

La problemática ambiental desatada por la destrucción de la capa de ozono ha llevado a que países, motivados por este fin, tomen medidas a través de convenios internacionales que permitan reducir el impacto causado por los compuestos contaminantes, involucrando tanto a países desarrollados como a países en desarrollo.

El Convenio de Viena, el Protocolo de Montreal y el Protocolo de Kyoto, han sido instrumentos determinantes para canalizar el compromiso y la participación

de los países desarrollados y en vía de desarrollo, para el establecimiento de metas que permitan planificar proyectos con miras a la reducción de las emisiones atmosféricas que tienen un impacto significativo sobre el medio ambiente.

Convenio de Viena

El Convenio de Viena, aprobado en marzo de 1985, representó el primer paso mundial para la protección de la capa de ozono, puesto que busca unificar el trabajo de varios países en la búsqueda de alternativas a través de la investigación.

En Colombia se aprueba el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono mediante la Ley 30 de 1990.

A mayo de 2006, 190 países han firmado y ratificado el Convenio de Viena.

Protocolo de Montreal

Mediante el Protocolo de Montreal, aprobado en septiembre de 1987 y actualizado mediante enmiendas de Londres (1990), Copenhague (1992), Viena (1995), Montreal (1997), Beijing (1999), se establecieron las fechas de control de las sustancias agotadoras de la capa de ozono, restricciones de importación y exportación de las mismas y adopción de un mecanismo de financiación.

En Colombia fue aprobado mediante Ley 29 de 1992.

El Protocolo ha sido firmado por 189 países.

▼ Sustancias agotadoras de la capa de ozono y sus sustitutos

Entre los principales compuestos agotadores de la capa de ozono se encuentran los siguientes:

- Los **CFC (clorofluorocarbonos)**, los cuales han sido altamente utilizados en el contexto mundial para refrigeración, acondicionamiento de aire y espumación, como solventes, esterilizantes y propulsores en aerosol.

Tabla 1. Principales clorofluorocarbonos (CFC)

Nombre genérico y fórmula química	Nombre químico	Potencial de agotamiento del ozono
CFC-11 (CCl ₃ F)	Tricloro-fluoro-metano	1.0
CFC-12 (CCl ₂ F ₂)	Dicloro-difluoro-metano	1.0
CFC-113 (C ₂ F ₃ Cl ₃)	1,1,2-Tricloro-trifluoro-etano	0.8
CFC-114 (C ₂ F ₄ Cl ₂)	Dicloro-tetrafluoro-etano	1.0

www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/ozono/generalidades.htm (2002)

- **Los Halones** también producen un efecto aún más crítico que los CFC ya que el bromo puede reaccionar con el ozono entre diez y cien veces más que el cloro.

Tabla 2. Principales Halones

Nombre genérico y fórmula química	Nombre químico	Potencial de agotamiento del ozono
Halon 1211 (CF ₂ BrCl)	Cloro-bromo-difluoro-metano	3.0
Halon1301 (CBrF ₃)	Bromo-trifluoro-metano	10.0
Halon 2402 (C ₂ F ₄ Br ₂)	Dibromo-tetrafluoro-metano	6.0

www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/ozono/generalidades.htm (2002)

- Otras sustancias, como el **bromuro de metilo**, se utiliza con gran frecuencia y representa una amenaza para la capa de ozono.

Tabla 3. Otras sustancias

Nombre genérico y fórmula química	Nombre químico	Potencial de agotamiento del ozono
CCl ₄	Tetracloruro de carbono	1.1
C ₂ H ₃ Cl ₃	1,1,1 tricloroetano	0.1

www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/ozono/generalidades.htm (2002)

▼ Sustitutos

Tras el descubrimiento del daño causado a la capa de ozono por los CFC y otras sustancias, y la celebración del Protocolo de Montreal para el establecimiento de un cronograma que conllevara a su eliminación definitiva, la industria mundial ha trabajado en el desarrollo de alternativas de sustitución para encontrar sustancias que no afecten la capa de ozono.

Entre los principales compuestos sustitutos se encuentran los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), los hidrofluorocarbonos (HFC), los hidrocarburos (HC) y algunos refrigerantes naturales como el amoníaco y el dióxido de carbono (CO₂).

Los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) han sido utilizados para sustituir a los clorofluorocarbonos (CFC) en algunas aplicaciones, dada su breve permanencia en la atmósfera que, en consecuencia, causa un menor agotamiento del ozono.

Por otra parte, los HFC (hidrofluorocarbonos) y los PFC (perfluorocarbonos) son utilizados también como sustitutos porque no contienen bromo ni cloro y no causan un agotamiento considerable del ozono, sin embargo, todas estas sustancias son generadoras de efecto invernadero y, por lo tanto, contribuyen en distinta medida al cambio climático.

Otras opciones de sustitución son el amoníaco y las sustancias orgánicas, cuyas emisiones directas tienen efecto muy reducido en el clima, aunque sus emisiones indirectas pueden afectar el sistema.

▼ Usos de los refrigerantes

Entre los principales usos de los refrigerantes se encuentran los siguientes:

Refrigeración doméstica

Los gases refrigerantes más usados en este sector durante los últimos años han sido los CFC-12 (dicloroflorocarbono).

El HCFC-134a (1, 1, 1, 2 tetrafluoroetano) representa la principal alternativa de sustitución. *“Los productos de refrigeración más modernos son por lo menos un 50% más eficientes desde el punto de vista energético que las unidades con 20 años de antigüedad a las que suelen reemplazar”* (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2005:47).

Refrigeración comercial

Comprende tres tipos principales de equipos: equipos autónomos, unidades de condensación y sistemas completos de supermercados. Los

refrigerantes más usados en este sector son el HCFC-22, el R-404A y el HFC-134a. *“Es posible lograr reducciones importantes del total de las emisiones, si se usan HFC, hidrocarburos, amoníaco o CO2 como refrigerantes, se reduce la carga, se incrementa la eficiencia del confinamiento y se aumenta la eficiencia energética en general con nuevos diseños de los sistemas”* (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2005:47).

Transporte refrigerado

Incluye el transporte de productos congelados por carretera, ferrocarril, agua y aire. Los refrigerantes utilizados por los sistemas actuales son el CFC-12, el R-502 (una mezcla de CFC y HCFC), el HCFC-22, los HFC (HFC-134a, R-404A, R-507A, R-410A y R-407C) y pequeñas cantidades de amoníaco, hidrocarburos y CO2 en los sistemas de compresión de vapor. Para reducción de emisiones en este sector se recomienda un mejor confinamiento de los refrigerantes mediante un diseño más adecuado de los sistemas.

Aire acondicionado fijo y bombas de calor

Comprende los aires acondicionados individuales tipo ventada y split, los sistemas centralizados de aire acondicionado con agua fría y los sistemas de calefacción mediante bombeo de agua caliente. El refrigerante más utilizado en este sector es el HCFC-22. *“En los países desarrollados se usan mezclas de HFC (R-407C y R-410A) e hidrocarburos (en sistemas pequeños, principalmente portátiles, en Europa) como alternativas en lugar del HCFC-22”* (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2005:49).

Aire acondicionado móvil

El principal refrigerante utilizado en este sector era el CFC-12 y posteriormente se introdujo el uso del HFC-134a. El HFC-152a y el CO2 (R-744); son las dos opciones principales para sustituir el HFC-134a. *“Los sistemas de HFC-134a mejorados muestran una reducción de las emisiones directas de GEI del 50%, los sistemas de HFC-152a una reducción del 92% y los sistemas de CO2 una reducción de casi 100% en términos de CO2-equivalente, en relación con los sistemas de HFC-134a actuales”* (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2005:50).

Espumas

Para la fabricación de espumas de poliuretano se utiliza CFC-11 (triclorofluorometano) como agente soplante. *“La tecnología más ampliamente utilizada a nivel mundial son los hidrocarburos, especialmente el ciclopentano. Este es usado en todas las regiones con excepción de Norteamérica donde se están implementando los HFC como el R-134a y el HFC-245fa”* (Unidad Técnica de Ozono, 2002:1).

Las espumas de poliestireno extruido han sido fabricadas hasta hace algunos años con CFC y las alternativas de sustitución son los hidrocarburos, algunos HCFC o HFC.

Aerosoles

Como propulsores de aerosoles se utilizan principalmente el CFC-11 y el CFC-12 y para la dispersión de productos que contienen alcohol se usa el CFC-114. Como alternativas de sustitución se tienen los hidrocarburos como el propano o butano, el dimetil-eter, los HCFC como el R-22, los HFC como el 152a o gases comprimidos como el nitrógeno o el dióxido de carbono. Otra alternativa es sustituir este mecanismo por otro diferente tal como las barras de desodorante, los cepillos o paños impregnados.

Equipos de protección contra incendios

Los halones han sido usados en la extinción de incendios debido a que no causan daños secundarios en los equipos electrónicos. Para reducir el impacto generado existen las siguientes alternativas: reducir la probabilidad de ocurrencia de los incendios y utilizar diferentes agentes extintores.

Disolventes

Entre los solventes que agotan la capa de ozono se encuentran el CFC-113 (1, 1, 2-tricloro-1, 2, 2-trifluoroetano), el metil-cloroformo y el tetracloruro de carbono. Como alternativa de reducción se encuentra la utilización de solventes alternativos como el isopropanol, cloruro de metileno y el HCFC-225ca.

Colombia en la reducción de sustancias agotadoras de la capa de ozono

En Colombia existe un alto consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono y son pocas las personas y empresas comprometidas con la reducción de las mismas.

De acuerdo con el Programa País (1994) el mayor consumo de sustancias agotadoras de ozono se presentaba en el sector de mantenimiento en refrigeración doméstica, comercial e industrial con el 43% de participación. Esta cifra estaba seguida por los sectores productores de refrigeración comercial (16%), espumas (12%), refrigeración doméstica y consumo de halones cada uno de 11%. (Unidad Técnica de Ozono, 2002:1).

Colombia, como país en desarrollo, se ha comprometido con la eliminación de las sustancias agotadoras de la capa de ozono y tiene un cronograma establecido para la sustitución de las mismas:

Tabla 4. Cronograma de eliminación de sustancias para Colombia

<p>Anexo A, Grupo I (CFC)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Línea base: promedio 1995-1997 • Congelamiento: 1 de enero de 1999 • Reducción 50% de la línea base: 1 de enero de 2005 • Reducción 85%: 1 de enero de 2007 • Reducción 100%: 1 de enero de 2010. 	<p>Anexo A, Grupo II (Halones)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Línea base: promedio 1995-1997 • Congelamiento: 1 de enero de 2002 • Reducción 50%: 1 de enero de 2005 • Reducción 100%: 1 de enero de 2010. 	<p>Anexo B, Grupo I (Otros CFC)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción 20%: 1 de enero de 2003 • Reducción 85%: 1 de enero de 2007 • Reducción 100%: 1 de enero de 2010.
<p>Anexo B, Grupo II (tetracloruro de carbono)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Línea base: promedio 1998-2000 • Reducción 85%: 1 de enero de 2005 • Reducción 100%: 1 de enero de 2010. 	<p>Anexo B, Grupo II (Metil-cloroformo)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Línea base: promedio 1998-2000 • Congelamiento: 1 de enero de 2003 • Reducción 30%: 1 de enero de 2005 • Reducción 70%: 1 de enero de 2010 • Reducción 100%: 1 de enero de 2015. 	<p>Anexo C, Grupo I (HCFC)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Línea base: consumo 2015 • Congelamiento: 1 de enero de 2016 • Reducción 100%: 1 de enero de 2040.
<p>Anexo C, Grupo II (HBFC) Eliminados en 1996</p>	<p>Anexo C, Grupo III (Bromoclorometano) Eliminado en 2002</p>	<p>Anexo E, Grupo I (Bromuro de metilo)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Línea base: promedio 1995-1998 • Congelamiento: 1 de enero de 2002 • Reducción 20%: 1 de enero de 2005 • Reducción 100%: 1 de enero de 2015.

www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/ozono/generalidades.htm (2002)

Los esfuerzos por parte del Estado han sido determinantes para la planificación y desarrollo de la eliminación de las sustancias contaminantes, sin embargo, sin el aporte y la colaboración de todos los ciudadanos resulta imposible llevar a cabo dicho proyecto de mejora ambiental.

La legislación colombiana ha sido generosa en la publicación y divulgación de normas para la reducción de las emisiones que agotan la capa de ozono, sin embargo, es común encontrar incumplimientos por parte de los usuarios, por falta de tecnología en el país, el poco control por parte de los entes estatales para verificar el cumplimiento de lo establecido y la falta de sensibilización de los ciudadanos para lograr su participación en el cambio.

► Conclusiones

El éxito en el control de la contaminación por el uso de los refrigerantes radica básicamente en el establecimiento y cumplimiento de leyes aplicables, el aporte de recursos económicos por parte del Estado y países desarrollados, la sensibilización de la comunidad y las facilidades de financiación ofrecidas.

Teniendo en cuenta el efecto significativo que tienen las fugas de refrigerante sobre el cambio climático, resulta menester enfatizar dentro de los diferentes sectores (industrial, doméstico) acerca de la trascendencia de llevar a cabo mantenimientos preventivos para localización de fugas, diseño de sistemas herméticos y utilización de unidades de purga de alta eficiencia.

A pesar de todos los adelantos en materia del desarrollo de refrigerantes más amigables con el medio ambiente, se puede afirmar que aún no ha sido posible encontrar un refrigerante que sea totalmente “ecológico”.

Las decisiones políticas juegan un papel definitivo en el uso y control de los refrigerantes que deterioran la capa de ozono y ocasionan efecto invernadero. Algunos países se encuentran menos adelantados en el tema de refrigerantes amigables con el medio ambiente que otros, lo que implica que en estos países exista menos oferta de nuevas tecnologías.

► Bibliografía

Baxter, V., Fischer, S. y Sand, J. (Noviembre 2000). Implicaciones del efecto invernadero por el reemplazamiento de los refrigerantes que destruyen en la capa de ozono. *Frío Calor Aire Acondicionado*, (320), 11 - 22.

Lucas, L. (Febrero 2000). Medio ambiente y reglamentación: las consecuencias sobre la cadena del frío. *Frío Calor Aire Acondicionado*, (312), 34 - 38.

Orozco H., C. y Giraldo, J. (Junio 1997). Nuevos refrigerantes, refrigerantes y la atmósfera. *Scientia et Technica*, 3 (5), 107 - 113.

Schwiegel, M. (Mayo 2003). Refrigeración: conceptos de sostenibilidad para satisfacer necesidades vitales. Frío Calor Aire Acondicionado, (348), 3 - 18.

► Internet

http://www.ideam.gov.co/apc-aa/img_upload/467567db4678d7b443628f8bc215f32d/KIOTO_ConNalAmb98.pdf (1998)

<http://www.unep.org/OZONE/pdfs/Montreal-Protocol-Booklet-sp.doc> (2000)

<http://www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/ozono/generalidades.htm> (2002)

http://www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/ozono/colombia_protocolo.htm (2002)

http://ozone.unep.org/spanish/Treaties_and_Ratification/2A_vienna_convention.asp El Convenio de Viena (2004)

http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SROC-final/srocspmts_sp.pdf
La Protección de la Capa de Ozono y el Sistema Climático Mundial (2005)