

# Impacto ambiental de los refrigerantes y normativa medioambiental correspondiente

# 1

## 1.1 Impacto ambiental de los refrigerantes

### 1.1.1 Agotamiento de la capa de ozono y Protocolo de Montreal

Se denomina capa de ozono a la zona de la estratosfera terrestre que contiene una concentración de ozono ( $O_3$ ) superior a la del resto de la atmósfera. La importancia de esta capa radica en el hecho de que el ozono es capaz de absorber entre el 97 y el 99 % de la radiación ultravioleta de alta frecuencia (onda corta) que llega a la Tierra desde el Sol y que es muy nociva para los seres vivos, provocando problemas como el cáncer de piel en todo tipo de animales, cataratas oculares o la destrucción del plancton marino o cosechas terrestres, mientras que deja pasar la radiación ultravioleta de baja frecuencia (onda larga) que es esencial para la vida ya que es indispensable para que las plantas puedan realizar la fotosíntesis.

Aunque las primeras evidencias sobre la reducción del espesor de la capa de ozono se aportaron en los años 70, no fue hasta mediados de 1985 cuando un artículo en la prestigiosa revista científica *Nature* alertó sobre el descubrimiento de un agujero en la capa de ozono antártico.

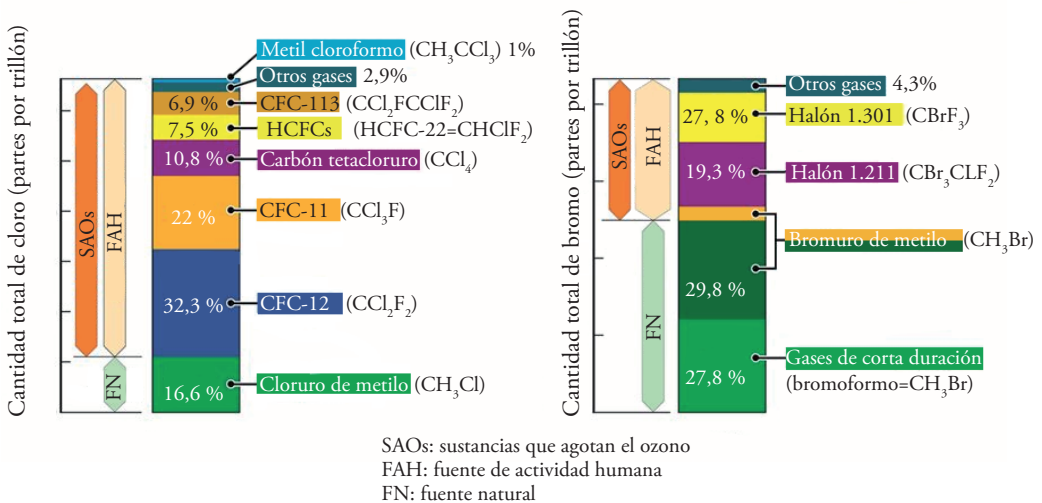
Ese mismo año, 20 países firmaban en Viena el *Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono*, en el que se identificaban cinco grupos de sustancias, de origen tanto natural como antropogénico –generadas por el hombre–, que tienen el potencial de modificar las propiedades de la capa de ozono: sustancias compuestas de carbono, sustancias nitrogenadas, sustancias cloradas, sustancias bromadas y sustancias hidrogenadas. De todas ellas, muchas son de origen natural, por lo que no tienen sentido tratar de controlar sus emisiones, mientras que otras tienen un efecto muy débil sobre el ozono troposférico o, aunque intervienen en la fotoquímica de la troposfera y la estratosfera, no reaccionan con el ozono provocando su destrucción (como por ejemplo el agua).

Solo 2 años más tarde, en 1987 comienza a negociarse el *Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono*, que entraría en vigor el 1 de enero de 1989 y que ha sido sometido a varias enmiendas en 1990 (Londres), 1992 (Copenhague), 1995 (Viena), 1997 (Montreal) y 1999 (Pekín). El Protocolo que inicialmente fue firmado por 29 países y el conjunto de la Unión Europea, alcanzó en 2009 la ratificación universal, cuando fue ratificado por las 196 naciones miembros de la ONU.

En ese texto se distingue ya entre las sustancias que agotan la capa de ozono y las sustancias controladas, que son a aquellas sustancias que agotan la capa de ozono, a las que se les impone límite en cuanto a su producción y consumo y que básicamente se pueden clasificar en sustancias que contienen cloro y sustancias que contienen bromo. El Protocolo identifica estas sustancias y le asigna un valor numérico a su potencial de agotamiento del ozono (PAO). Ese potencial se calcula relativo al R-11 (CFC-11), que se toma como referencia y al que se le asigna un PAO de 1.

Los refrigerantes empleados hasta hace unos años en la industria de la climatización y de la refrigeración pertenecen a la familia de sustancias cloradas controladas por el Protocolo de Montreal. Dentro de esta familia se puede distinguir entre los Clorofluorocarbonos (CFCs) y Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs).

Los CFCs son sustancias compuestas únicamente por carbono, cloro y flúor y que tienen muchas aplicaciones, incluida la industria de la refrigeración y la climatización. A esta familia pertenece el refrigerante R-12, ampliamente empleado en los equipos de climatización de los automóviles hasta que en 1995 se prohibió su fabricación e importación dentro de la Unión Europea (que adelantó un año la fecha límite acordada en el Protocolo de Montreal para los países desarrollados) y cuyo uso está completamente prohibido desde el 1 de enero de 2010 (incluyendo gases recuperados o regenerados; aunque pueden seguir empleándose indefinidamente los equipos que contengan este gas, no pueden ser recargados). En 2008, poco antes de comenzar su prohibición en Europa, el R-12 representaba prácticamente 1/3 de las emisiones de gases clorados que entraban en la estratosfera (ver Fig. 1.1). Típicamente el potencial de agotamiento del ozono de los CFCs toma valores en torno a 1, siendo su tiempo de vida atmosférico muy alto, entre 45 años (R-11) y 100 años (R-12). Eso significa que, cuando se emiten estos gases, es muy difícil que se destruyan de forma natural, por lo que tienen tiempo suficiente para alcanzar la estratosfera y allí contribuir a la destrucción del ozono.



**Fig. 1.1 Origen de los gases halogenados entrantes en la estratosfera en 2008**

Los HCFCs son sustancias que contienen hidrógeno, cloro, flúor y carbono. A esta familia pertenece por ejemplo el refrigerante R-22, ampliamente utilizado hasta hace unos años tanto en la industria de la refrigeración como de la climatización. En conjunto, los HCFCs suponían en 2008 el 7,5 % de todas las emisiones de gases clorados que entraban en la estratosfera (Fig. 1.1). El potencial de agotamiento del ozono de los HCFCs toma típicamente valores muy inferiores a los de los CFCs (entre 0,01 y 0,12), siendo su tiempo de vida atmosférico muy inferior al de los CFCs, típicamente entre 1 y 17 años. Aquellos gases con tiempos de vida menores pueden ser mayoritariamente destruidos en la troposfera, por lo que solo una pequeña porción llega a alcanzar la estratosfera y, por tanto, llega a participar en la destrucción del ozono estratosférico.