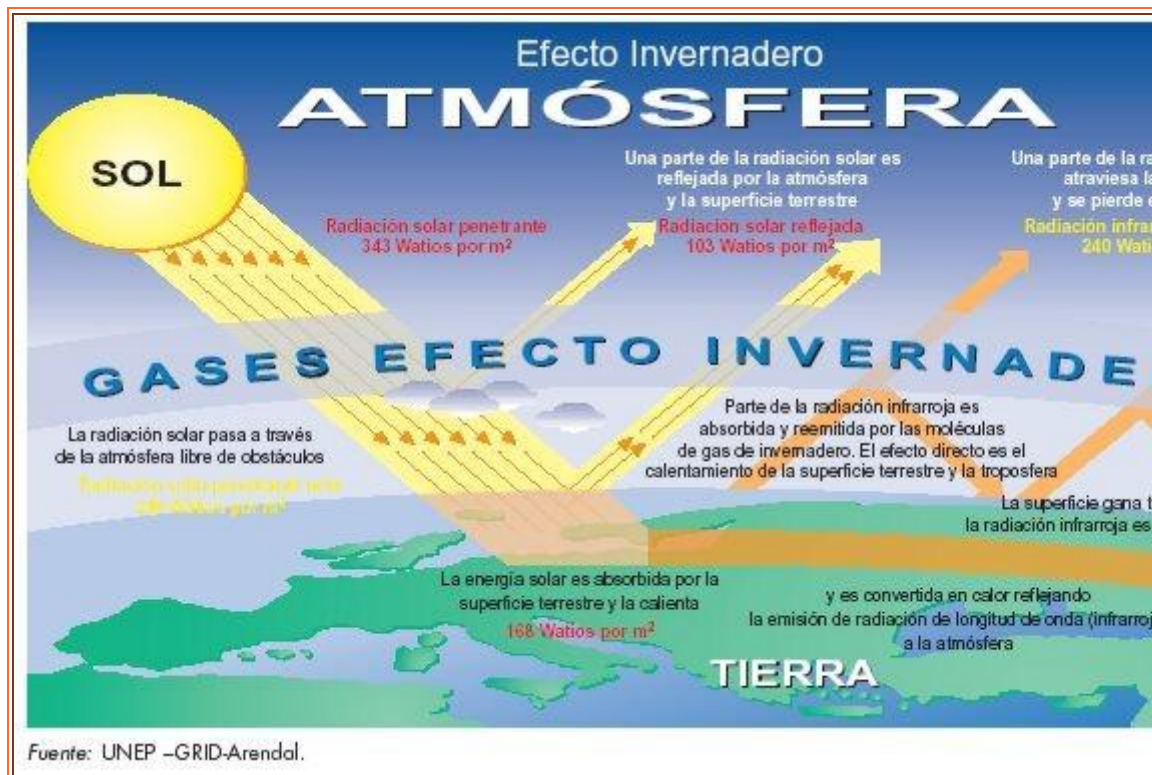


Efecto invernadero

http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Efecto_invernadero.htm

Dentro de un invernadero la temperatura es más alta que en el exterior porque entra más energía de la que sale, por la misma estructura del habitáculo, sin necesidad de que empleemos calefacción para calentarlo.

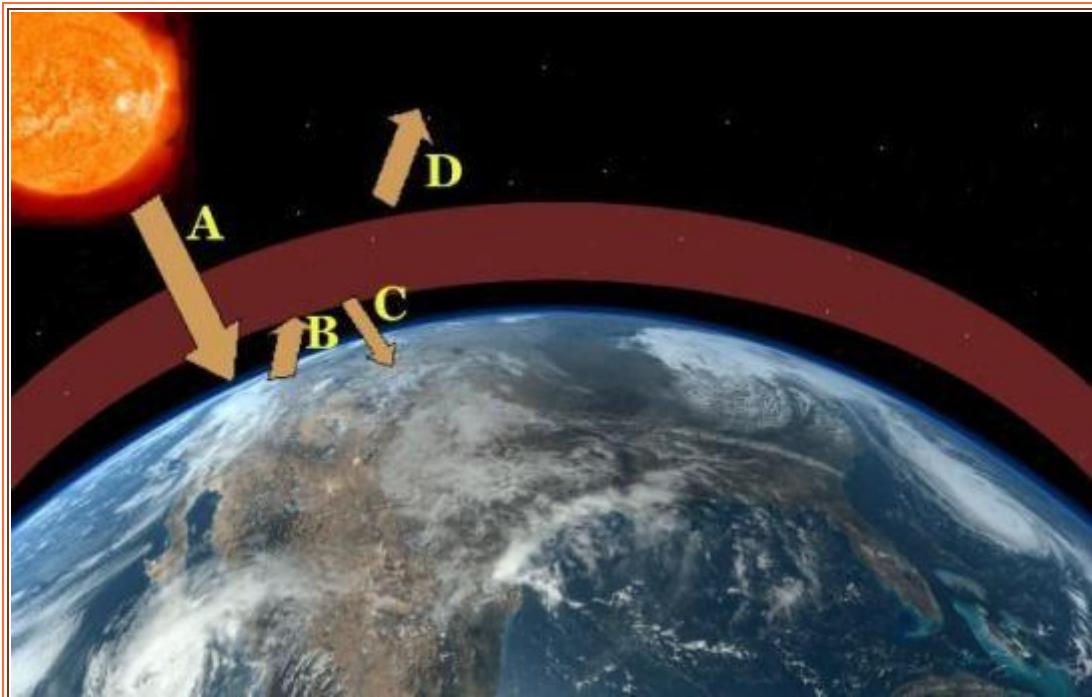


En el conjunto de la Tierra se produce un efecto natural similar de retención del calor gracias a algunos gases atmosféricos. La temperatura media en la Tierra es de unos 15° C y si la atmósfera no existiera sería de unos -18° C.

Se le llama efecto invernadero por similitud, porque en realidad la acción física por la que se produce es totalmente distinta a la que sucede en el invernadero de plantas.

El efecto invernadero hace que la temperatura media de la superficie de la Tierra sea 33° C mayor que la que tendría si no existieran gases con efecto invernadero en la atmósfera.

¿Por qué se produce el efecto invernadero?



- A: Absorción de la radiación emitida por el Sol en las capas atmosféricas.**
B: Reflexión de la radiación solar absorbida (aproximadamente un 30 por ciento).
C: Captación de la radiación solar reflejada por los gases invernaderos.
D: Expulsión de la radiación solar al espacio.

El ciclo formado por los puntos B y C, es el responsable del aumento en la temperatura de las capas más cercanas a la superficie terrestre.

El efecto invernadero se origina porque **la energía que llega del sol**, al proceder de un cuerpo de muy elevada temperatura, está formada por ondas de **frecuencias altas** que traspasan la atmósfera con gran facilidad. A su vez, la **energía remitida** hacia el exterior, desde la Tierra, al proceder de un cuerpo mucho más frío, está en forma de ondas de **frecuencias más bajas**, y es absorbida por los gases con efecto invernadero.

Esta retención de la energía hace que la temperatura sea más alta, aunque hay que entender bien que, al final, en condiciones normales, es igual la cantidad de energía que llega a la Tierra que la que esta emite. Si no fuera así, la temperatura de nuestro planeta habría ido aumentando continuamente, cosa que, por fortuna, no ha sucedido.

Podríamos decir, de una forma muy simplificada, que el efecto invernadero lo que hace es provocar que la energía que llega a la Tierra sea "devuelta" más lentamente, por lo que es "mantenida" más tiempo junto a la superficie y así se mantiene la elevación de temperatura.

Gases con efecto invernadero

	Acción relativa	Contribución real
CO ₂ (dióxido de Carbono)	1 (referencia)	76 por ciento
CFCs	15.000	5 por ciento
CH ₄ (metano)	25	13 por ciento
N ₂ O (óxido nitroso)	230	6 por ciento

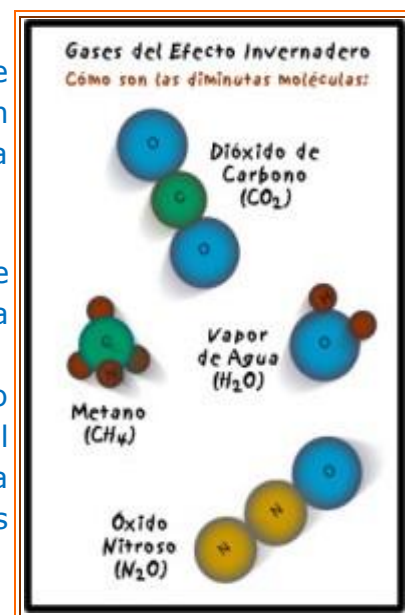
Como se indica en la columna de acción relativa, un gramo de clorofluorocarbono (CFC) produce un efecto invernadero 15.000 veces mayor que un gramo de dióxido de Carbono (CO₂), pero como la cantidad de CO₂ es mucho mayor que la del resto de los gases, la contribución real al efecto invernadero (en porcentaje) es la que señala la columna de la derecha

Otros gases como el oxígeno y el nitrógeno, aunque se encuentran en proporciones mucho mayores, no son capaces de generar efecto invernadero.

Aumento de la concentración de gases con efecto invernadero

Durante el siglo veinte la concentración de anhídrido carbónico y otros gases invernadero en la atmósfera creció constantemente debido a la actividad humana:

- A comienzos de siglo, por la **quema** de grandes masas de **vegetación** para ampliar las tierras de cultivo
- En los últimos decenios, por el uso masivo de **combustibles fósiles** como el petróleo, carbón y gas natural, para obtener energía y por los procesos industriales.



La concentración media de **dióxido de carbono**

se ha incrementado desde unas 275 ppm (partículas por millón) antes de la revolución industrial, a 315 ppm cuando se empezaron a usar las primeras estaciones de medida exactas en 1958, hasta 361 ppm en 1996.

El dióxido de carbono explica más del 60 por ciento del "efecto invernadero". El hombre quema carbón, petróleo y gas natural a una velocidad muchísimo mayor que el ritmo con que se crearon dichos recursos.

En ese proceso, el carbono almacenado en los combustibles se libera en la atmósfera y perturba el ciclo del carbono, sistema con miles de años de antigüedad y perfectamente equilibrado a través del cual se produce un intercambio de carbono con el aire, los océanos y la vegetación terrestre.

En la actualidad, los niveles atmosféricos de dióxido de carbono están aumentando más del diez por ciento cada veinte años.

Los niveles de **metano** se han doblado en los últimos cien años. En 1800 la concentración era de aproximadamente 0,8 ppmv (partes por millón en volumen) y en 1992 era de 17 ppmv.

La cantidad de **óxido de dinitrógeno** se incrementa en 0,25 por ciento anual. En la época preindustrial sus niveles serían de alrededor de 0,275 ppmv y alcanzaron los 0,310 ppmv en 1992.

Cambio climático

Por lógica, muchos científicos piensan que a mayor concentración de gases con efecto invernadero se producirá mayor aumento en la temperatura en la Tierra.



A partir de 1979 los científicos comenzaron a afirmar que un aumento al doble en la concentración del CO₂ en la atmósfera supondría un calentamiento medio de la superficie de la Tierra de entre 1,5 y 4,5° C.

Estudios más recientes sugieren que el calentamiento se produciría más rápidamente sobre tierra firme que sobre los mares. Asimismo, el calentamiento se produciría con retraso respecto al incremento en la concentración de los gases con efecto invernadero.

Al principio, los océanos más fríos tenderán a absorber una gran parte del calor adicional retrasando el calentamiento de la atmósfera. Sólo cuando los océanos lleguen a un nivel de equilibrio con los más altos niveles de CO₂ se producirá el calentamiento final.

Como consecuencia del retraso provocado por los océanos, los científicos no esperan que la Tierra se caliente todos los 1,5 – 4,5° C hasta hace poco previstos, incluso aunque el nivel de CO₂ suba a más del doble y se añadan otros gases con efecto invernadero. En la actualidad el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) predice un calentamiento de 1,0 – 3,5° C para el año 2100.

La temperatura media de la Tierra ha crecido unos 0,6° C en los últimos 130 años

Los estudios más recientes indican que en los últimos años se está produciendo, de hecho, un aumento de la temperatura media de la Tierra de algunas décimas de grado.

Debido a la enorme complejidad de los factores que afectan al clima es muy difícil saber si este ascenso de temperatura entra dentro de la variabilidad natural (debida a factores naturales) o si es debida al aumento del efecto invernadero provocado por la actividad humana.

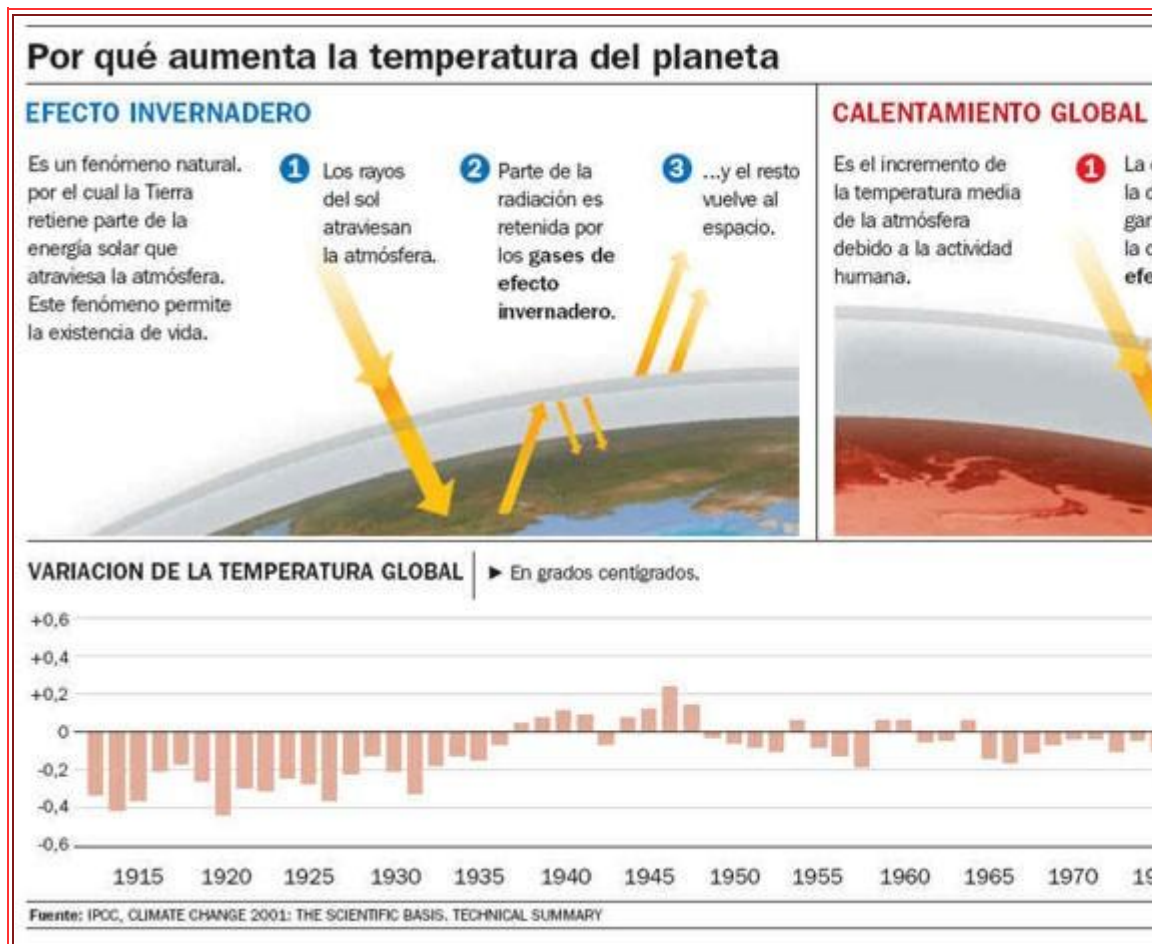


Para analizar la relación entre las diversas variables y los cambios climáticos se usan modelos computacionales de una enorme complejidad.

Hay diversos modelos de este tipo y, aunque hay algunas diferencias entre ellos, es significativo ver que todos ellos predicen relación directa entre incremento en la temperatura media del planeta y aumento de las concentraciones de gases con efecto invernadero.

Consecuencias del cambio climático

No es posible predecir con gran seguridad lo que pasaría en los distintos lugares, pero es previsible que los desiertos se hagan más cálidos pero no más húmedos, lo que tendría graves consecuencias en el Oriente Medio y en África donde el agua es escasa.



Entre un tercio y la mitad de todos los glaciares del mundo y gran parte de los casquetes polares se fundirían, poniendo en peligro las ciudades y campos situados en los valles que se encuentran por debajo del glaciar.

Grandes superficies costeras podrían desaparecer inundadas por las aguas que ascenderían de 0,5 a 2 m., según diferentes estimaciones. Unos 118 millones de personas podrían ver inundados los lugares en los que viven, por la subida de las aguas.

Tierras agrícolas se convertirían en desiertos y, en general, se producirían grandes cambios en los ecosistemas terrestres. Estos cambios supondrían una gigantesca convulsión en nuestra sociedad, que en un tiempo relativamente breve tendría que hacer frente a muchas obras de contención del mar, emigraciones de millones de personas, cambios en los cultivos, etc.

Descripción de los principales gases que provocan el efecto invernadero

Dióxido de Carbono o Anhídrido de Carbono (CO₂)

El CO₂ no es el gas más peligroso en toxicidad y permanencia en la atmósfera, pero sí lo es si se tiene en cuenta su concentración, mil veces superior a la de cualquier otro producto de origen industrial. Las emisiones de gas carbónico (CO₂) representan el 60 por ciento del efecto invernadero derivado de la actividad humana.



El origen del CO₂: Se genera al oxidarse el carbón o cualquier compuesto que lo forme, y nada mejor para ello que la combustión, empezando por hidrocarburos de automóviles y calefacciones industriales, la antracita y la hulla de las centrales térmicas, la turba de las chimeneas, los incendios forestales y, en menor proporción, el gas.

El CO₂ antropogénico (originado en la actividad humana) varía sensiblemente según la zona. En los Estados Unidos se debe al transporte; en China, a la industria y a las térmicas; en los países de la OPEP, a las centrales de petróleo; y en los países pobres, con menor contaminación, a la quema de leña para hacer fuego (calor, cocina)

La inyección total de gas carbónico en la atmósfera en 1990, como resultado de la actividad humana, se estimaba en 30.000 millones de toneladas métricas anuales, lo que representa una aportación de un poco más de 8.000 toneladas anuales de carbono.

La atmósfera contiene unos 750.000 millones de toneladas de carbono. Intercambia anualmente 90.000 millones de toneladas aproximadamente con los océanos, y 100.000 millones adicionales con la biosfera terrestre.

Los procesos naturales generan un balance entre lo que se emite y lo que se absorbe. Pero las evidencias indican que sólo un poco más de la mitad de las emisiones de carbono producto de la actividad humana es absorbida en estos procesos naturales. El resto (45 por ciento) contribuye a aumentar la concentración de carbono en la atmósfera, y por lo tanto, la retención de calor solar. El CO₂ registra un tiempo de permanencia atmosférica de 100 a 150 años.

El metano (CH₄)

El metano, generado en actividades agropecuarias, es responsable del 16 por ciento del efecto invernadero.

El origen del CH₄: El metano surge fundamentalmente de la descomposición de la materia orgánica en ambientes pobres en oxígeno, y sus principales productores son el ciclo digestivo del ganado, ciertos cultivos (por ejemplo, los arrozales), los vertederos y, en menor proporción, los incendios forestales, la actividad de las termitas y otros insectos.

La producción de metano se estima en 500 millones de toneladas métricas anuales, de las que 345 millones son producto de la actividad humana. La mayor proporción es neutralizada por los radicales OH, relacionados principalmente con la presencia de vapor de agua en la atmósfera.



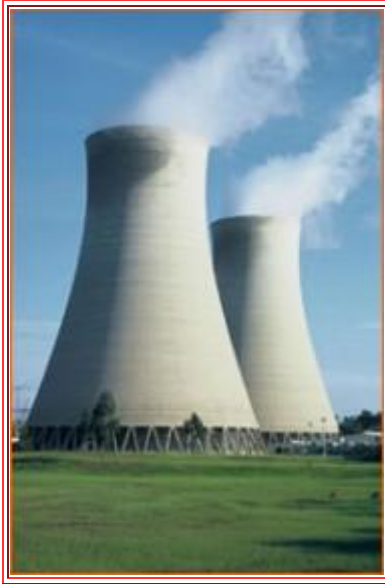
No obstante, la destrucción de los radicales OH por el continuo aumento de las emisiones de CO₂, que también reacciona con ellos, puede estar disminuyendo la neutralización del metano en la atmósfera, contribuyendo a alargar su vida útil como agente del cambio climático.

Aproximadamente el 90 por ciento de las emisiones de metano son neutralizadas por este proceso. Tan sólo unos 45 millones de toneladas métricas anuales inciden en el cambio climático.

Aunque este volumen es considerablemente inferior al de CO₂, su efecto se magnifica porque la contribución de cada molécula de metano en el efecto invernadero es aproximadamente veinticinco veces superior a la de cada molécula de CO₂. La concentración de metano en la atmósfera se ha duplicado en los últimos doscientos años. Su tiempo de permanencia en la atmósfera es de siete a diez años.

El óxido nitroso

Los óxidos nitrosos (N₂O) representan el seis por ciento del efecto invernadero.



Origen del N_2O : Proviene principalmente de las chimeneas de las centrales energéticas que utilizan carbón, de los tubos de escape de los automóviles, y de la acción de los fertilizantes nitrogenados que se utilizan en agricultura.

El óxido nitroso también se libera por la degradación de fertilizantes nitrogenados y estiércol del ganado. Aunque su concentración en la atmósfera es escasa, una molécula de N_2O tiene un poder de calentamiento global 230 veces superior a la del CO_2 , con un tiempo de permanencia en la atmósfera de 150 años.

Los clorofluorocarbonos

La producción de cloro-fluoro-carbonos (CFCs) contribuye con aproximadamente el catorce por ciento del efecto invernadero.

Origen de los CFCs: Son gases no naturales -origen puramente industrial- con poder tóxico. Son sustancias químicas sintéticas, formadas por cloro, flúor y carbono.

Las moléculas de CFC tienen una larga vida activa. El CFC-11 es activo durante unos 65 años y el CFC-12 durante unos 110 años. Cada molécula de CFC-11 y de CFC-12 contribuye 3.500 y 7.300 veces más, respectivamente, al efecto invernadero que cada molécula de CO_2 . En 1985 se registró una producción anual de 330.000 toneladas de CFC-11 y 440.000 toneladas de CFC-12.

Los CFC también destruyen la capa de ozono en la atmósfera, y hacen que una mayor proporción de rayos ultravioletas llegue a la superficie de la Tierra. Las moléculas de CFC son fraccionadas por rayos ultravioletas produciendo cloro. Éstas a la vez reducen el ozono a oxígeno al sacarle uno de sus átomos. El cloro no sufre un cambio permanente, por lo cual, cada molécula puede repetir el proceso, destruyendo miles de moléculas de ozono.

Una mayor incidencia de rayos ultravioleta tendría importantes efectos tanto en la agricultura como en la salud humana. El cáncer de piel, los problemas oculares y las afecciones del sistema inmunológico son las amenazas más inmediatas para la salud de la población humana. Podrían también presentarse efectos adversos sobre las algas y el plancton, bases de la cadena alimenticia en el mar.



Los sustitutos del CFC, los hidrofluorcarbonos (HFC) y los hidroclorocarbonos (HCFC), son menos nocivos para el ozono, pero contribuyen de la misma manera al efecto invernadero. Así, pues, sólo pueden ser considerados soluciones transitorias.

A causa de los efectos de las emisiones de CFCs, al bajo volumen que se produce con otros gases, y al desarrollo de sustitutos, fue posible un acuerdo internacional para reducir la producción. El Protocolo de Montreal de 1987 limitó la producción a los niveles ya conseguidos en ese año y propuso reducir las emisiones en 50 por ciento para el 2000.

El ozono troposférico (O₃)

Aunque el ozono en la estratósfera forma una capa protectora que nos protege de los rayos ultravioletas que provienen del sol, su presencia en la baja atmósfera, o tropósfera, contribuye al efecto invernadero. Cada molécula es 2.000 veces más efectiva al atrapar calor que una molécula de CO₂.

El origen del O₃: Se genera por la reacción de la luz solar con contaminantes comunes, como el monóxido de carbono, los óxidos nitrosos y los hidrocarburos. En los trópicos, su tiempo de permanencia en la tropósfera es de horas a días.

El hexafluoruro de azufre (SF₆) y los perfluorocarbonos (PFC) también están incluidos en el Protocolo de Kioto porque, aunque su producción es escasa, son muy tóxicos y de larga permanencia.

El Deterioro de la Capa de Ozono. Causas y Efectos

<http://www.jmarcano.com/educa/curso/atmos2.html>

La estratosfera tiene un contenido en ozono que oscila entre un mínimo de ~25 ppb y un máximo de ~190 ppb (partes por billón = cc/m³) a causa del equilibrio alcanzado entre los procesos de formación - destrucción de esta especie por acción de la radiación UV que llega a la misma.

Es un hecho constatado la disminución paulatina de estas concentraciones de ozono estratosféricas, hecho que es particularmente notable durante los meses de septiembre y octubre en las zonas polares, aunque también sobre otras regiones del mundo se viene observando el mismo problema.

¿Cuáles son las causas de esta disminución de ozono en la estratosfera?

Las investigaciones realizadas han conducido a establecer que son principalmente los **clorofluorocarbonos** [CFC's], y, en menor medida, los óxidos de nitrógeno emitidos directamente en la estratosfera los causantes de este grave problema.

Debido a su gran estabilidad, los CFC's son capaces de difundirse hasta la estratosfera donde, al verse sometidos a radiaciones más energéticas, liberan un átomo de cloro que es el que actúa como catalizador de la reacción de destrucción de ozono. De hecho, se estima que un solo átomo de cloro es capaz de destruir del orden de 100,000 moléculas de ozono. El porqué la tasa máxima de destrucción del ozono se observa en la Antártida durante la primavera austral se explica por el mecanismo a través del cual transcurre esta reacción. En la actualidad, aunque las emisiones de CFC's han disminuído notablemente y experimentarán una reducción aún mayor en los próximos años por los acuerdos internacionales que acerca de ellos se han firmado, no podemos olvidar que existen ya en la atmósfera cantidades importantes de estos compuestos y que permanecerán en ella durante muchos años, por lo que el problema del deterioro de la capa de ozono continuará todavía en los próximos años.

¿Qué consecuencias podría tener la destrucción del ozono estratosférico?

Si la concentración de ozono en la estratosfera disminuye, llegarán hasta la superficie de nuestro planeta más radiaciones de la zona del UV. Estas radiaciones tienen un alto contenido energético, y por tanto una alta capacidad de destruir enlaces químicos, lo que en la práctica se traduce en una alteración de los compuestos, tanto de los que forman parte de los seres vivos como de materiales (especialmente los poliméricos). En resumen, se producirán alteraciones de todo tipo, biológicas, genéticas, de materiales.

Lluvia ácida: causas y efectos

Como consecuencia del arrastre de diversas sustancias, componentes naturales del aire, partículas sólidas, y debido fundamentalmente a la disolución del dióxido de carbono en el agua de lluvia, ésta tiene una ligera acidez que oscila entre valores de 5.5 - 5.7 unidades de pH.

Se ha medido el grado de acidez del agua de lluvia en zonas donde existía una elevada concentración de ciertos contaminantes y se ha visto que su pH es mucho más bajo de lo normal, de hecho algunas lluvias llegan a tener pH del orden de 4.2 - 4.3, lo que indica un grado de acidez muy alto, esto es lo que conocemos con el nombre de "**lluvia ácida**", denominación con la que se designa cualquier agua de lluvia de pH inferior al natural de 5.5.

¿Cuáles son las causas del incremento de acidez del agua de lluvia?

Son fáciles de resumir: el modo de vida que hemos desarrollado ha incrementado la emisión a la atmósfera de determinados gases que son capaces de experimentar una serie de reacciones químicas que los transforman en ácidos al disolverse en el agua de lluvia.

¿Cuáles son estos gases y qué actividades originan su emisión?

Principalmente son dos: el dióxido de azufre (SO_2 , se estima que contribuye en un 60 - 70%) y los óxidos de nitrógeno (NO_x , contribuyen en torno al 30%); el porcentaje restante, en torno a un 6%, sería responsabilidad de otras especies químicas.

¿Qué actividades humanas originan la emisión de estos gases?

Todos ellos son consecuencia de los procesos de combustión. Los óxidos de azufre se emiten al quemar combustibles de baja calidad, que contienen azufre, en general son carbones o fracciones pesadas del petróleo.

Los óxidos de nitrógeno se producen, en mayor o menor cantidad, en todas las reacciones de combustión por reacción del oxígeno y nitrógeno del aire a temperaturas elevadas.

Tengamos en cuenta que los procesos de combustión son unos de los que más habitualmente efectuamos, tanto a nivel doméstico (calefacciones), como a nivel industrial (obtención de energía eléctrica por

vía térmica, combustiones en calderas) y que los medios de transporte, individuales y colectivos, incorporan motores en los que se queman combustibles de mejor o peor calidad.

¿Qué daños origina la lluvia ácida?

La lluvia ácida causa multitud de efectos nocivos tanto sobre los ecosistemas como sobre los materiales. Intentemos sintetizarlos:

- Aumenta la acidez de las aguas de ríos y lagos, lo que se traduce en importantes daños en la vida acuática, tanto piscícola como vegetal.
- Aumenta la acidez de los suelos, lo que se traduce en cambios en la composición de los mismos, produciéndose la lixiviación de nutrientes importantes para las plantas, tales como el calcio, y movilizándose metales tóxicos, tales como el cadmio, níquel, manganeso, plomo, mercurio, que de esta forma se introducen también en las corrientes de agua.
- La vegetación expuesta directamente a la lluvia ácida sufre no sólo las consecuencias del deterioro del suelo, sino también un daño directo que puede llegar a ocasionar incluso la muerte de muchas especies.
- El patrimonio construido con piedra caliza experimenta también muchos daños, pues la piedra sufre la siguiente reacción química, proceso conocido como **mal de la piedra**: CaCO_3 (piedra caliza) + H_2SO_4 (lluvia ácida) \rightarrow CaSO_4 (yeso) + CO_2 + H_2O es decir, se transforma en yeso, y éste es disuelto por el agua con mucha mayor facilidad y además, al tener un volumen mayor, actúa como una cuña provocando el desmoronamiento de la piedra.
- Los materiales metálicos se corroen a mucha mayor velocidad.

Composición Química del aire

Gases	% en Vol.	Tiempo de Permanencia
Permanentes		
Nitrógeno (N ₂)	78.08	10,000,000 años
Oxígeno (O ₂)	20.95	5 x 10,000 años
Argón (Ar)	0.93	-/-
Helio (He)	0.00052	100,000,000 años
Neón (Ne)	0.00018	-/-
Krypton (Kr)	0.0001	-/-
Xenon (Xe)	0.000008	-/-
Variables		

Dióxido de Carbono (CO ₂)	0.03	15 años
Metano (CH ₄)	0.00015	5 años
Hidrógeno (H ₂)	0.00005	7 años
Monóxido Dinitrógeno (N ₂ O)	0.00002	8 años
Ozono (O ₃)	0.000002	2 años
Muy Variables		
Agua (H ₂ O)	entre 0.01 y 5	10 días
Monóxido de Carbono (CO)	0.00001	½ año
Amoníaco (NH ₃)	0.0000006	7 días
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	0.0000001	6 días
Dióxido de Azufre (SO ₂)	0.00000002	3 días
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	0.00000002	2 días