

Cambio climático global

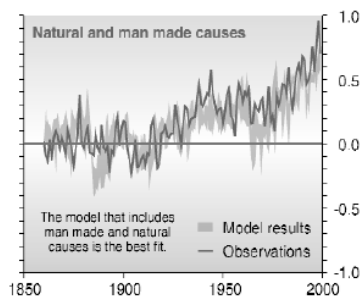
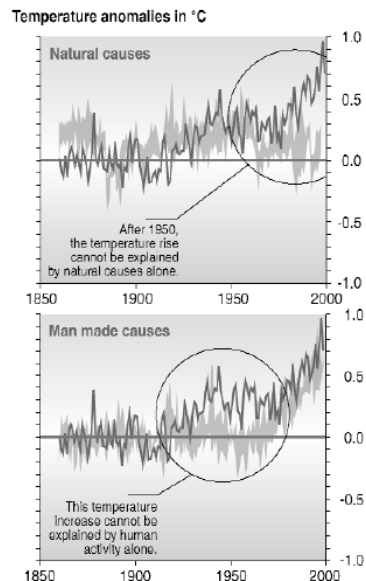
Causas y efectos humanos

CAMBIO CLIMATICO

- **cambio climático**, variación global del clima de la Tierra. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo, y ocurren sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etcétera.
- Son debidos a causas naturales y, en los últimos siglos, también a la acción de la humanidad

Entre las consecuencias del cambio climático

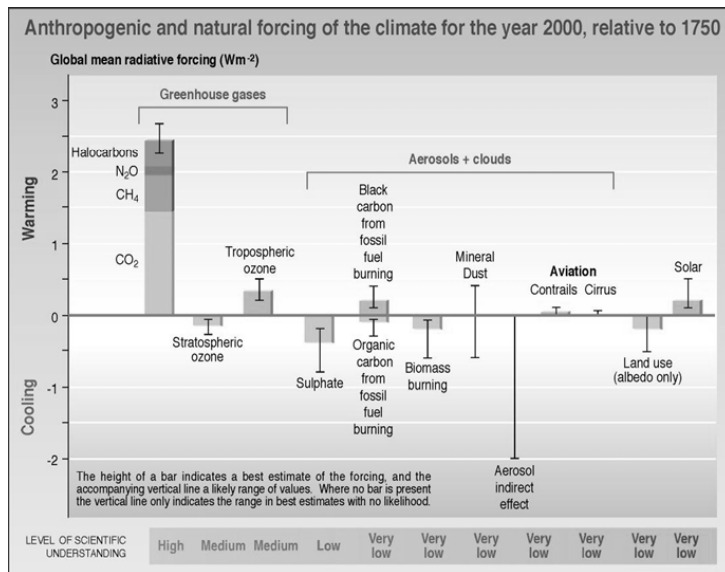
Aumento en la temperatura



Relación entre los cambios en la temperatura y causa natural o por el hombre.

El mejor ajuste se observa para el efecto humano

La influencia humana es a través de la modificación de los componentes de la atmósfera



El efecto del hombre sobre la temperatura puede ser no solo a través del aporte de químicos a la atmósfera, sino también a través de contaminación "física"

Islas de calor

Fenómeno que describe el aumento de las temperatura en zonas urbanas y suburbanas respecto a zonas rurales.

Materiales de construcción como el ladrillo y el concreto absorben y retienen el calor de manera más eficiente que el suelo y la vegetación de las áreas rurales, produciendo un rápido aumento de la temperatura del aire desde la periferia de la ciudad hacia el centro urbano, durante el día

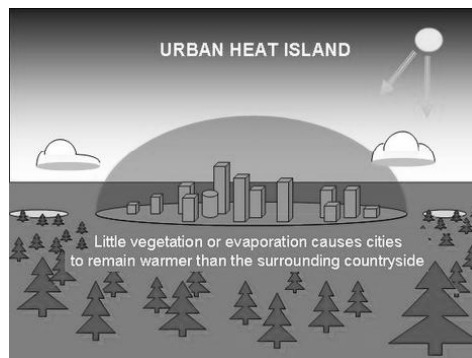
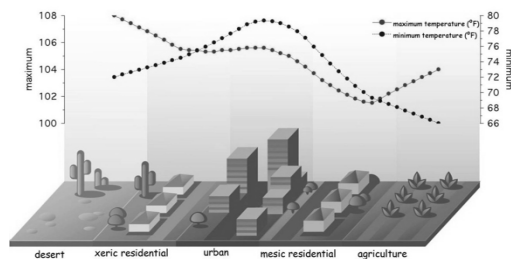


Cuando el sol se pone, el área urbana continúa irradiando calor desde los edificios.

La ciudad emite calor durante toda la noche. Cuando el área urbana empieza a enfriarse, sale el sol y empieza a calentar el complejo urbano nuevamente.

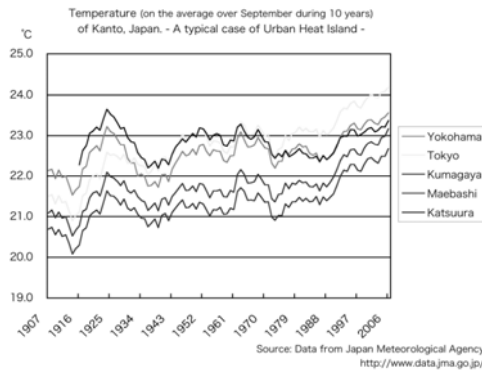
El aire cálido que asciende crea un domo sobre la ciudad. Aumento hasta de 6 grados.

Este fenómeno es llamado efecto de isla de calor y es facilitado por el grado de estabilidad atmosférica



Mecanismos asociados al fenómeno:

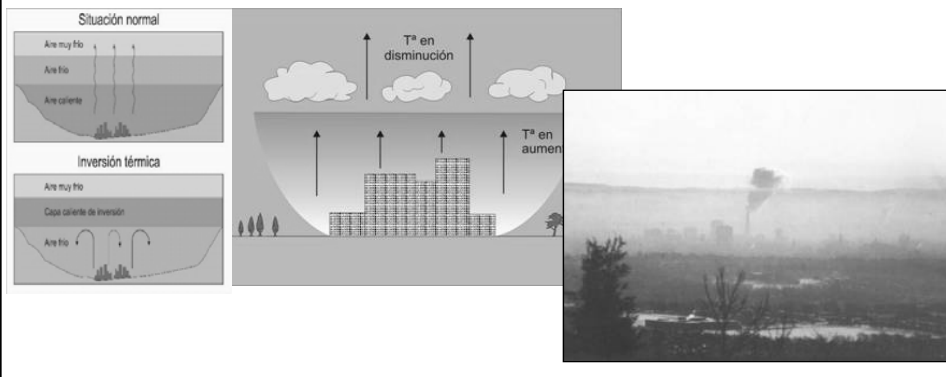
- Reducción de la capacidad de enfriamiento producto de la absorción de calor y ensombrecimiento.
- Alta tasa de evaporación desde el suelo y hojas (evapotranspiración).
- Reducción de la circulación dado que los edificios altos y las calles angostas atrapan aire caliente, pudiendo reducir el flujo de aire.



Variación de la temperatura en el tiempo por ciudad

Impactos de las islas de calor

Uno de los efectos principales, al igual que el fenómeno de inversión térmica, es la concentración de contaminantes sobre las ciudades, efecto especialmente notable sobre las de mayores dimensiones, con importante actividad industrial, y rodeadas de áreas montañosas, por ejemplo, Santiago de Chile.



Impactos de las islas de calor

- Amplifican los eventos climáticos de aumento de temperatura, causando “golpes” de calor que pueden causar un desbalance fisiológico, daño de órganos, e incluso la muerte en la población vulnerable.

-Acelera las reacciones químicas involucradas en la producción de ozono troposférico o smog, presentando una amenaza adicional para la salud y los ecosistemas dentro.

- Las construcciones absorben calor, aumentando la demanda en verano de energía. En ciudades con poblaciones sobre los 100.000 habitantes reducir 0.6°C implica un incremento de energía de 1.5-2.0%.



Efecto directo sobre la salud de alzas en la temperatura ambiental

Factores que contribuyen a las enfermedad y muerte relacionadas con calor en áreas urbanas corresponden a

- condiciones pre-existentes de salud, acceso a aire acondicionado, la edad demográfica,
- Variación de temperatura de estacional.



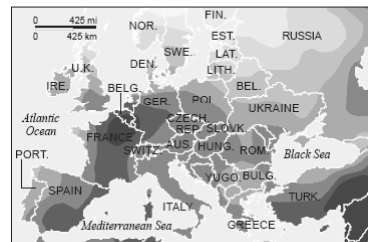
Ondas de calor

- Una onda de calor es un período prolongado de calor excesivo
- Las ondas de calor son responsables de más muertes anuales que huracanes, tornados, terremotos y maremotos combinados

Oppressive heat across Europe

Officials throughout Europe warned people to stay out of the sun as many countries face temperatures approaching 100 degrees.

Temperature, 65 F 75 85 95 105
Wednesday, 12 p.m. GMT 18 C 24 29 35 41



SOURCE: Weather Underground

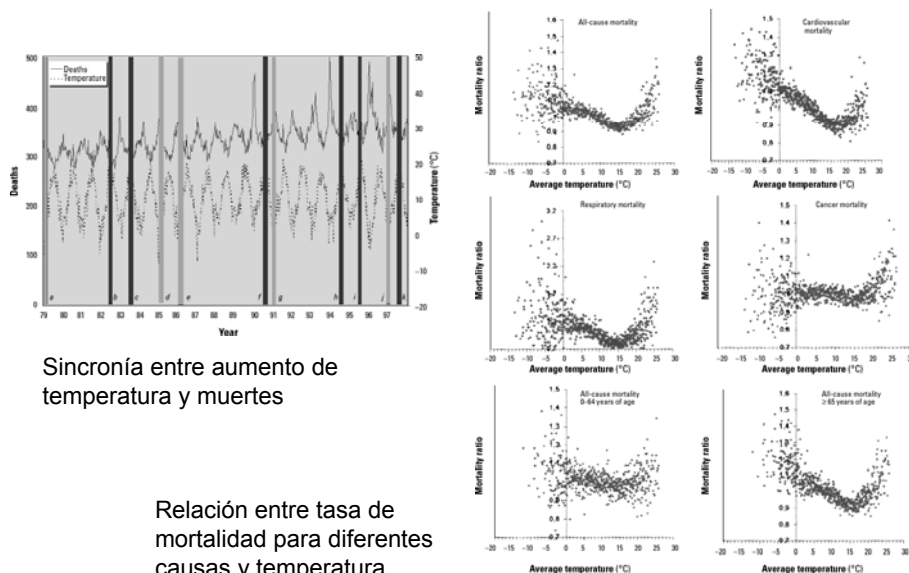
AP

Cambio en la temperatura en Europa entre junio y agosto del 2003 (35 a 50 mil muertos)

The Impact of Heat Waves and Cold Spells on Mortality Rates in the Dutch Population

Maud M.T.E. Hayen,¹ Pin Martens,¹ Dineke Schram,¹ Matty P. Weijnen,² and Anton E. Kunst³

¹International Centre for Integrative Studies, and ²Department of Epidemiology, Maastricht University, Maastricht, The Netherlands; ³Department of Public Health, Erasmus University Rotterdam, Rotterdam, The Netherlands



Sincronía entre aumento de temperatura y muertes

Relación entre tasa de mortalidad para diferentes causas y temperatura

Table 2: Mortality attributable to selected heat-waves in Europe, 1976–1995

Heat-wave	Attributable mortality
1976, United Kingdom	9.7% increase for England and Wales and 15.4% increase for Greater London. Almost two-fold increase in mortality rate in geriatric hospital inpatients (but not other inpatients)
1981, Portugal	1906 excess deaths (all causes, all ages) in Portugal, 406 in Lisbon in July, including 63 deaths from heatstroke
1983, Italy	65 deaths from heatstroke during heat-wave in Latio region. In Rome 35% increase in deaths in July compared to July 1982 in those aged ≥65
1987, Greece	2690 heat-related hospital admissions with 926 deaths; estimated excess mortality >2000
1995, United Kingdom	8.9% increase in all-cause mortality (768) in England and Wales, and 15.4% increase (184) in Greater London

Source: Kovats RS, Koppe C. Heatwaves: past and future impacts. In: Ebi K, Burton I, Smith J, eds. *Integration of public health with adaptation to climate change: lessons learned and new directions*. Lisse, Swets & Zeitlinger, 2003.

Muertes asociadas a ondas de calor en 2006, NY

- La mayor parte de las personas que fallecieron (53%) eran mayores de 65 años
- Presentaban condiciones médicas múltiples (dos o más afecciones).
- principalmente eran personas afectadas por enfermedades cardiovasculares (68%), mientras que un 28% estaba afectada por desórdenes psicológicos y 23% por diabetes.
- Más de la mitad de las personas estaban con alguien en el momento de la muerte (53%)
- Solo 2 de las 40 personas fallecidas tenían encendido el aire acondicionado.

Characteristic	N (%) ^a
Age	
<50	8 (20%)
50-64	11 (28%)
65-79	9 (23%)
≥ 80	12 (30%)
Number of Medical Conditions	
None	1 (3%)
One	8 (20%)
Two or More	27 (68%)
Unknown	4 (10%)
Type of Medical Condition[†]	
Cardiovascular	27 (68%)
Psychiatric/Cognitive	11 (28%)
Diabetes Mellitus	9 (23%)
Respiratory	5 (13%)
Other	23 (58%)
Living Alone	
Yes	9 (23%)
No/Family Member on Property	21 (53%)
Unknown	10 (25%)
Air Conditioner in Dwelling	
Yes	2 (5%)
No	14 (35%)
Unknown	24 (60%)

^a Percentages may not sum to 100% due to rounding
[†] More than one medical condition could be reported for each decedent

Consecuencias indirectas sobre la salud humana de las ondas de calor

En Suiza, el calor registrado en el 2003 derretió glaciares en los Alpes causando Inundaciones repentinas, y temperaturas sin precedente de 41°C
Berna, Suiza



En los ríos Danubio y Elber se registraron fuertes descensos en sus caudales impidiendo su navegación



En Portugal incendios forestales y zonas rurales consumieron 4000 Km cuadrados. Cerca del 15% de la superficie del país. Un importante aumento en la contaminación atmosférica

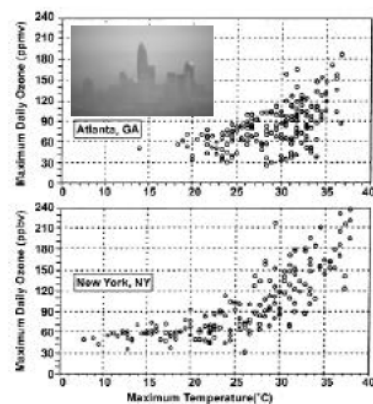


Campos de toda Europa murieron por la sequía. Ucrania y Moldova sufrieron una pérdida de trigo sin precedente, casi 80 % de su producción anual.



Aumento en la temperatura se asocia con un aumento en los niveles de contaminantes

Maximum Daily Ozone Concentrations versus Maximum Daily Temperature in Atlanta and New York.

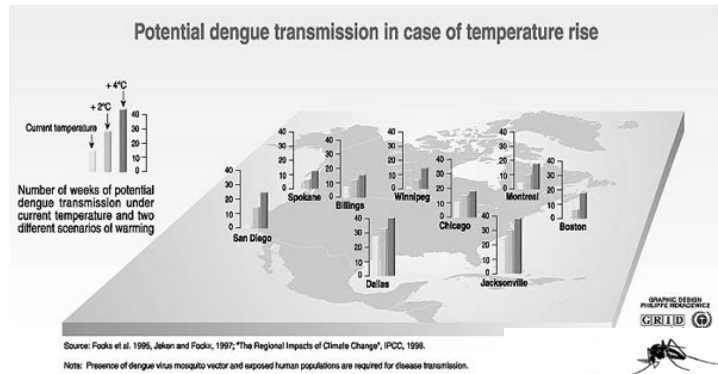


Higher surface temperatures are conducive to the formation of ground-level ozone, particularly in urban areas such as Atlanta and New York City. Ground-level ozone can intensify respiratory diseases and cause short-term reduction in lung function. (Maximum daily ozone chart provided by U.S. EPA).

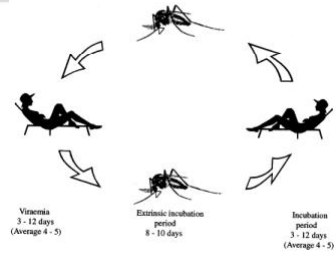
Incrementos en la concentración de ozono intensifican las enfermedades respiratorias por daño de tejido pulmonar, reducción función pulmonar, y sensibilización del tracto respiratorio a otros irritantes.

El uso del aire acondicionado puede causar un incremento potencial en la liberación de partículas relacionadas con el agravamiento de enfermedades respiratorias crónicas, cardiovasculares, defensa inmune, y posiblemente contribuyen al desarrollo de cáncer.

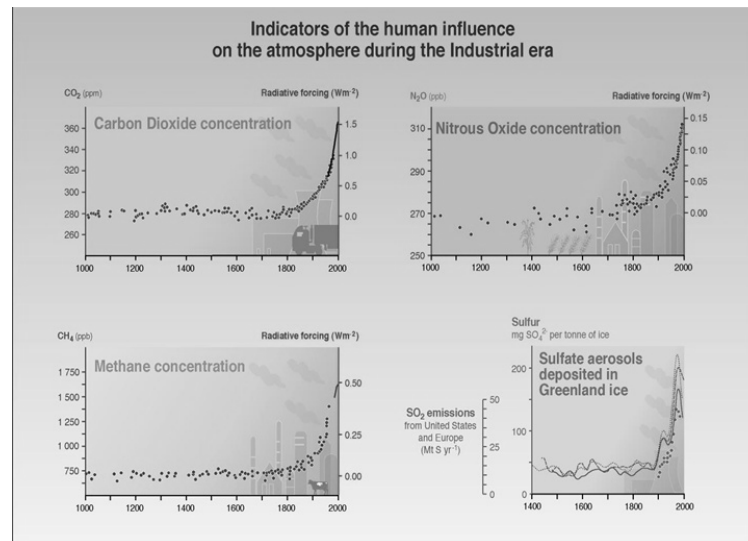
Aumento de temperatura y transmisión de enfermedades



Temperaturas cálidas permiten la sobrevivencia de insectos portadores de enfermedades, animales y microbios que bajo otras circunstancias no lo harían.



La contribución de la humanidad al aumento de la temperatura es más evidente a través de las modificaciones en los componentes atmosféricos. CONTAMINACIÓN QUÍMICA.



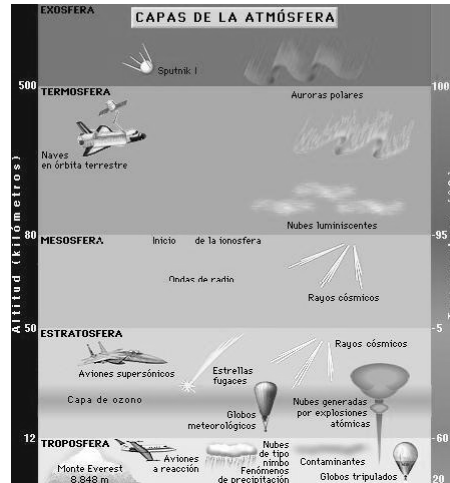
Otros efectos de la actividad humana con impacto indirecto sobre el clima

Capa de ozono

Recordemos que el Ozono

estratosférico se forma por acción de la radiación UV, que disocia las moléculas de oxígeno molecular (O_2) en dos átomos, los cuales son altamente reactivos, pudiendo reaccionar estos con otra molécula de O_2 formándose el ozono.

El ozono se destruye por acción de la propia radiación UV. La radiación con longitud de onda menor de 290 nm hace que se desprenda un átomo de oxígeno de la molécula de ozono.



Efecto “Depleción del Ozono”

Describe dos distintos, pero relacionadas observaciones:

- Un lento y continuo descenso de cerca de un 4 % por década en la cantidad total de ozono en la estratósfera desde 1980;
- Un mucho mayor, pero estacional, descenso en la cantidad de ozono estratosférico en los polos durante el mismo período. Este último fenómeno llamado hoyo en la capa de ozono
- Adicionalmente, se incluye los eventos de descenso en el ozono troposférico, los que ocurren en las cercanías a la superficie en las regiones polares durante primavera.

Que ocurre en la estratósfera

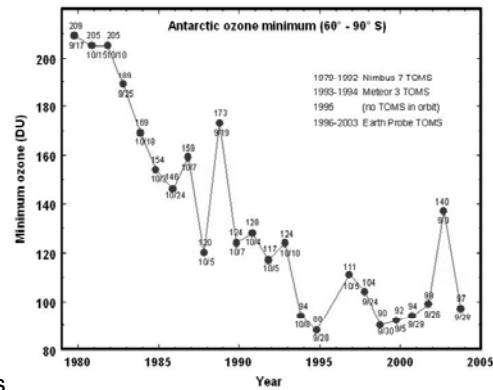
El descenso más pronunciado es observado en la estratósfera más baja.

Este descenso es medido en base a la amplitud de la columna sobre un punto de la tierra. Se expresa a través de unidades Dobson (UD)

Reducciones de sobre el 70% en las zonas australes en primavera fueron reportados en 1985.

Durante los 90s, la amplitud de la columna continuo siendo un 40–50% menor en estas zonas que en regiones mas ecuatoriales.

Los mayores descensos (sobre un 30%), ocurren en invierno primavera



Causas

Ozono puede ser destruido por catálisis con radicales libres, entre los que destacan los radicales hidroxilo (OH), el radical oxido nitrico (NO) y el cloro atómico (Cl) Bromo (Br).

Estos elementos tienen origen natural y antropogénico. En el presente, gran parte del OH y NO en la estratósfera son de origen natural. La actividad humana ha incrementado dramáticamente el CLORO y BROMO.

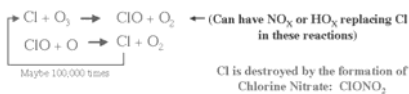
El Cl y Br, son encontrados en ciertos compuestos orgánicos estables, -CLOROFLUOROCARBONOS (CFCs) presentes en unidades de aire acondicionado y dispersores de aerosoles antes de 1980s, y en los procesos de limpieza de material electrónico.
- Desinfectantes de almacigos (Bromuro de metilo)

Stratospheric Chemistry

(super-simplified)

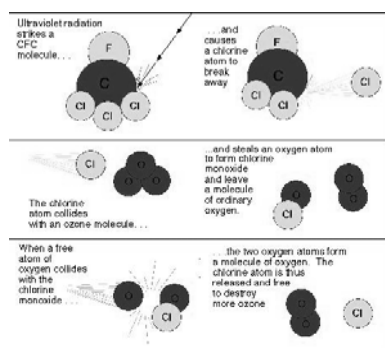
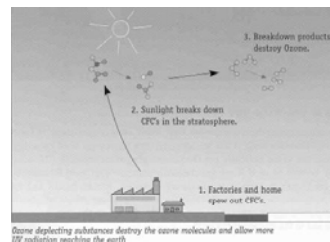
dichlorodifluoromethane CF_2Cl_2
trichlorofluoromethane CCl_3F
trichlorotrifluoroethane $\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$
chlorodifluoromethane CHClF_2

CFCs diffuse to the stratosphere (~20-40 km) where UV radiation releases chlorine. Then:



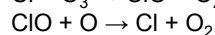
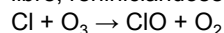
Como actúan

En la estratósfera, el Cl y Br son liberados desde los compuestos parentales por acción de la luz ultravioleta.



A través de ciclos catalíticos el Br y Cl actúan. Para el Cl, reacciona con una molécula de ozono, liberándose un átomo de oxígeno.

El átomo de oxígeno libre con el cloro forman monóxido de cloro (ClO), esta molécula se disocia por acción de oxígeno libre, reiniciándose el ciclo.

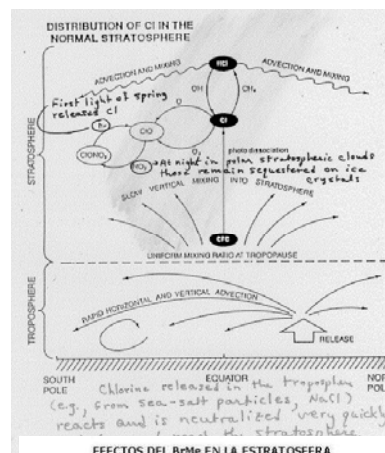


La reacción neta es por cada Cl, 2 moléculas de O_3 se destruyen

Cuando se detiene estas reacciones

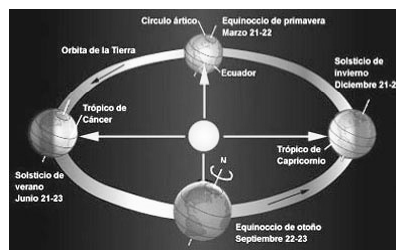
La persistencia del cloro en la atmósfera es de 2 años, a no ser que ocurran reacciones que saquen el cloro de este ciclo. Estas reacciones están basadas en la formación de compuestos como ácido clorídrico (HCl) y nitrato de cloro (ClONO_2). Este último actúa como una de las principales reservas de Cloro

El Bromo es más eficiente que el cloro en destruir el ozono, pero es menos abundante. Como resultado, ambos contribuyen al descenso de la columna de ozono



Por que en la estratosfera baja y sobre la Antártica son registrados los mayores descensos

Necesitamos entender un poco la meteorología y la química de la estratosfera en el Hemisferio Sur.



-En julio, el Polo Sur está en su noche polar, o invierno polar, esto implica que el sol permanece bajo el horizonte durante todo el día, y tanto la superficie terrestre como la parte baja de la atmósfera se tornan muy frías.

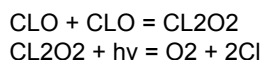
- Las temperaturas en la estratosfera llegan a bajar hasta -90 grados Celsius, y se empiezan a formar nubes de partículas de hielo (estratosféricas, NEP). Los cristales de hielo de estas partículas **proporcionan una superficie local que permite la ocurrencia de diversas reacciones químicas.**

Influencia de la formación de nubes estratosféricas en la depleción del ozono

- catalizan la reacción entre el ácido clorhídrico (HCl) y el nitrato de cloro (ClONO₂), para formar Cl₂ y NONO₂ (HNO₃) ácido nítrico. (ambos presentes en la atmósfera y no reactivos con el O₃)
- captura NO₂ que reacciona con el ClO para formar nitrato de cloro. Detienen la captura de cloro

En septiembre, cuando la luz solar regresa a la región antártica, el Cl₂ se fotodisocia en átomos de Cl, quedando en condiciones de reaccionar con el O₃ para formar ClO y O₂.

La baja presencia de NO₂ (asociado en los cristales de hielo) permite que el ClO continúe la reacción destruyendo ozono



Polar Stratospheric Meteorology

Polar night (winter):

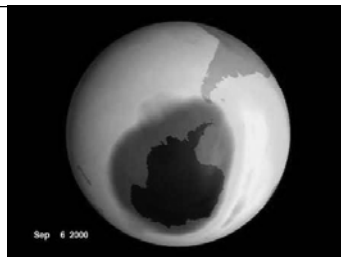
- T = -90°C
- stratospheric clouds form
- heterogeneous chemistry:

$$\text{HCl} + \text{ClONO}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{NONO}_2$$

$$\text{H}_2\text{O} + \text{ClONO}_2 \rightarrow \text{HOCl} + \text{NONO}_2$$

Polar morning (early spring):

- atomic chlorine released
- nitrogen oxides remain sequestered
- stratospheric ozone depletion proceeds uninhibited by conversion of Cl to ClONO₂



En esta forma, las NEP aumentan la disponibilidad de átomos de cloro libres para la destrucción del ozono; un solo átomo de cloro puede destruir miles de moléculas de ozono antes de ser desactivado por un hidrocarburo o por el NO₂.

Conforme la primavera antártica avanza hacia noviembre, la temperatura en aumento y las corrientes cambiantes de los vientos deshacen las NEP con lo que concluye el periodo de destrucción masiva del ozono.

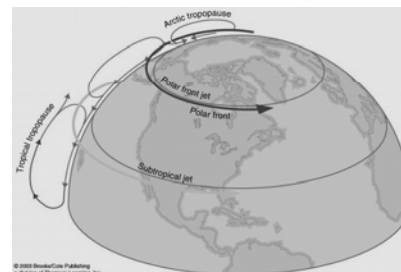
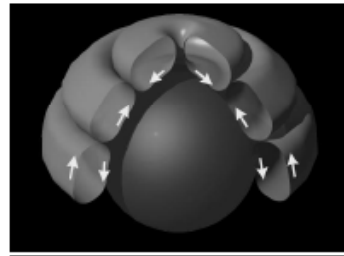


Cual es la relación de este proceso con la formación del agujero sobre la antártica especialmente

Circulación atmosférica en los polos:

En general las masas de aire se desplazan desde zonas de baja presión a zonas de alta presión (zonas cálidas a frías) (convección), formándose celdas de circulación

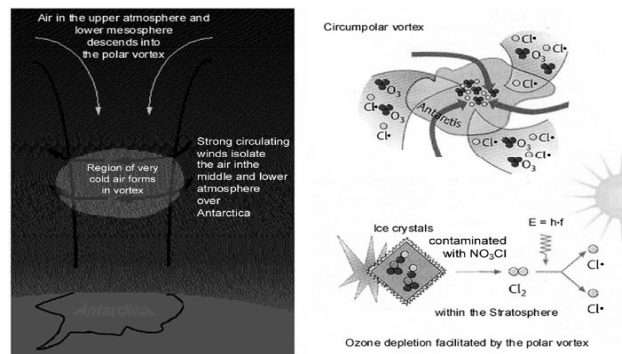
Por acción de la rotación de la tierra estas celdas en los polos forman vórtices o embudos (vórtice circumpolar), que aíslan el aire frío situado sobre los polos del resto del mundo.



Dentro del vórtice, y con la llegada de la luz solar durante la primavera, es donde tienen lugar los procesos fotoquímicos descritos que determinan la disminución del ozono

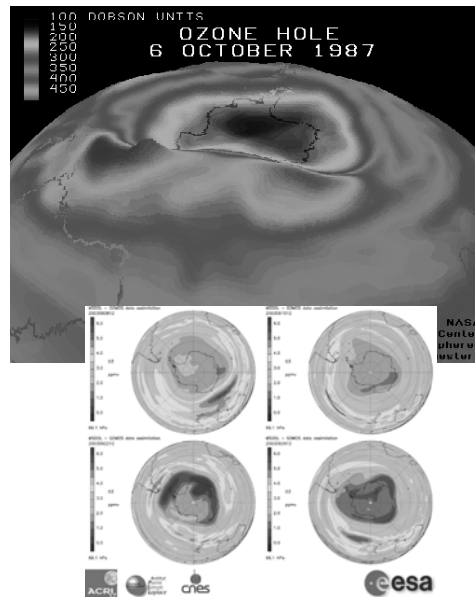
Estos procesos se prolongan en el tiempo debido a la baja temperatura dentro del vórtice.

Así se forma lo que se suele denominar el "agujero" de ozono.



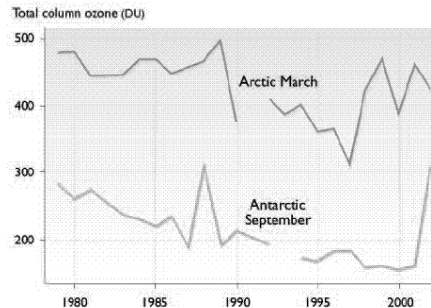
Cuando el vórtice circumpolar se debilita, el aire con muy poco ozono de la Antártida se mezcla con el aire de las zonas vecinas.

Esto provoca una importante disminución en la concentración de ozono en toda la zona de alrededor, y parte de América del Sur, Nueva Zelanda y Australia quedan bajo una atmósfera más pobre en ozono que lo normal.



Diferencias entre el Ártico y la Antártica

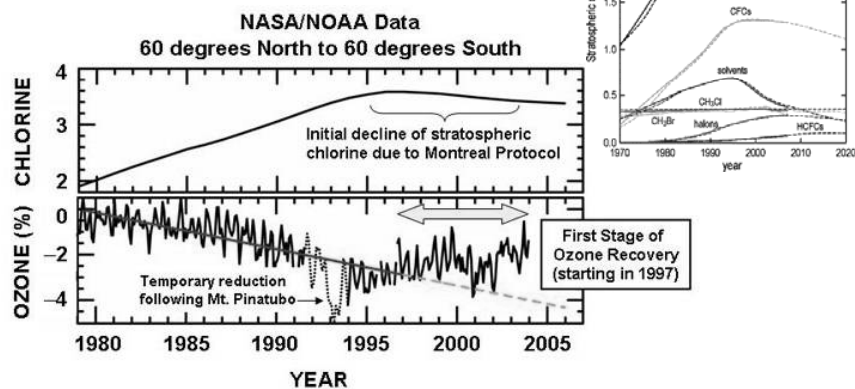
Sobre la Antártida la pérdida de ozono llega al 70%, mientras que sobre el Ártico llega al 30%



El ártico presenta una mayor complejidad topográfica, determinada por la presencia de una mayor masa de tierra, la que interactúa con las masas de agua, transformando al clima del ártico en un sistema inestable. Este grado de inestabilidad climática implica una baja estabilidad del vórtice circumpolar

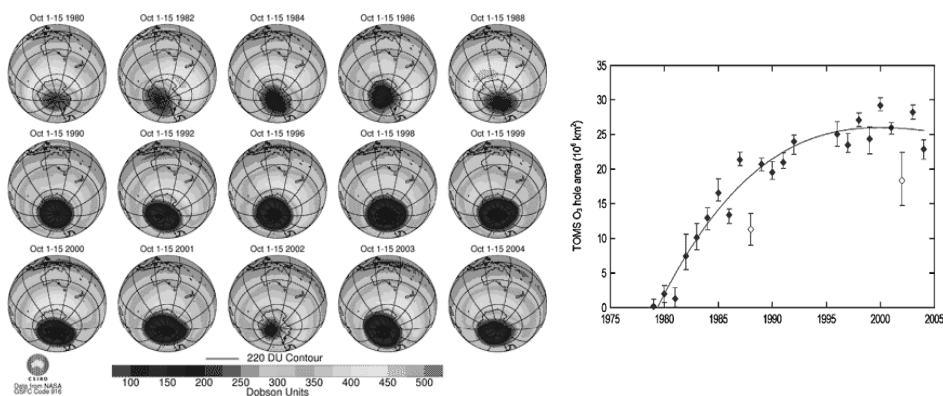
Protocolo de Montreal 1987

Prohibió el uso de CFC's.



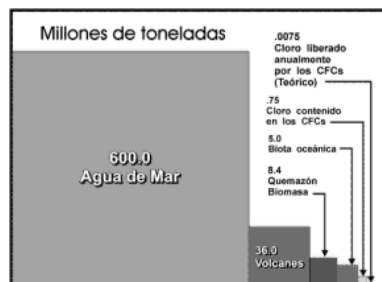
Se observa una recuperación de los niveles de ozono en las zonas polares luego de 20 años de aprobado el protocolo.

Aún se observa la formación del agujero en la región polar y en ocasiones con alta intensidad ¿?



Fuentes de cloro atmosférico

FUENTES DE CLORO ATMOSFÉRICO (millones de toneladas)



EMISIÓN DE CLORO DEL MT. EREBUS COMPARADA CON EL CLORO LIBERADO POR LA DISOCIACIÓN DE LOS CFC (toneladas)

