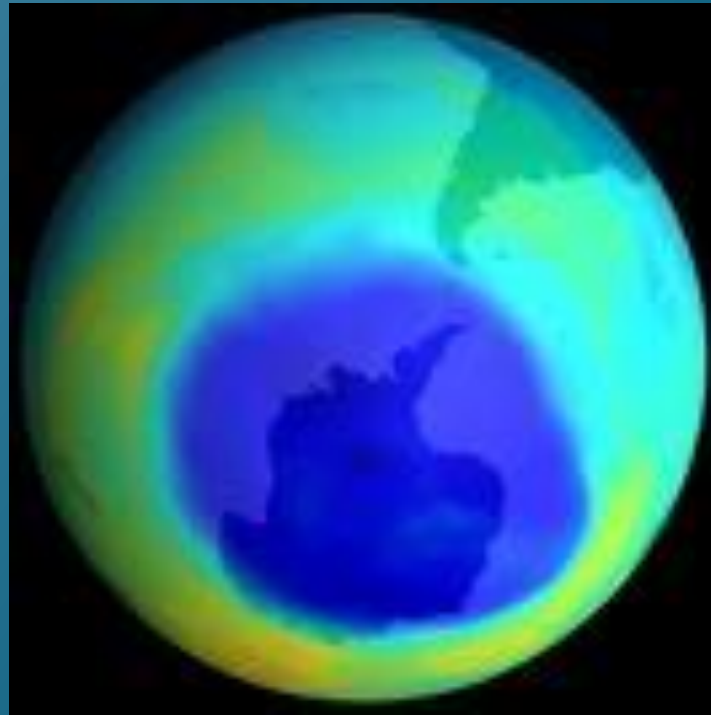


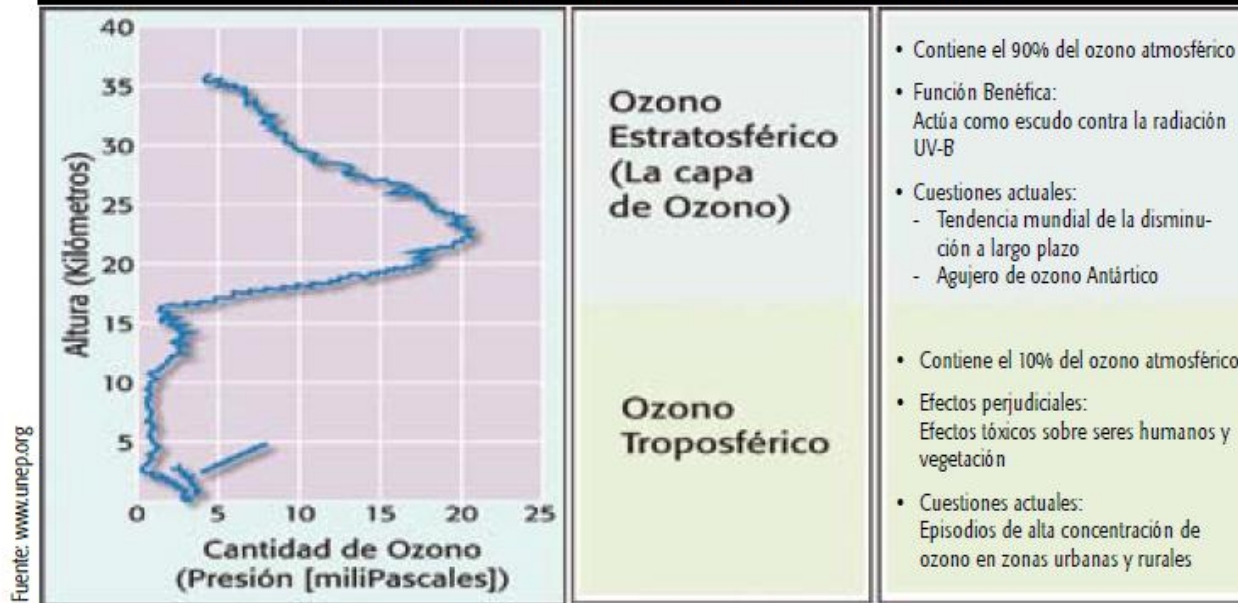
LA CAPA DE OZONO



¿Qué es la capa de ozono?

La capa de ozono

Figura 1. Distribución de ozono en la atmósfera



Ozono Estratosférico (La capa de Ozono)

- Contiene el 90% del ozono atmosférico
- Función Benéfica:
Actúa como escudo contra la radiación UV-B
- Cuestiones actuales:
 - Tendencia mundial de la disminución a largo plazo
 - Agujero de ozono Antártico

Ozono Troposférico

- Contiene el 10% del ozono atmosférico
- Efectos perjudiciales:
Efectos tóxicos sobre seres humanos y vegetación
- Cuestiones actuales:
Episodios de alta concentración de ozono en zonas urbanas y rurales

- El término sugiere que, a una cierta altura de la atmósfera, existe un nivel de ozono concentrado que cubre y protege la tierra, a modo de un cielo que estuviese encapotado por un estrato nuboso. Lo cierto es que el ozono no está concentrado en un estrato, ni tampoco por lo tanto, está situado a una altura específica, si no que es un gas escaso que está muy diluido en el aire y que, además, aparece desde el suelo hasta más allá de la estratosfera.
- La capa de ozono se encuentra en la estratosfera, aproximadamente de 15 a 50 Km. sobre la superficie del planeta.

¿Qué es el ozono?

- El ozono es un compuesto inestable de tres átomos de oxígeno, el cual actúa como un potente filtro solar evitando el paso de una pequeña parte de la radiación ultravioleta (UV) llamada B que se extiende desde los 280 hasta los 320 nanómetros (nm)



Radiación solar

Ozono Estratosferico

"Ozono necesario" - Protege la Tierra de la radiación solar 50 kilómetros

Estratosfera

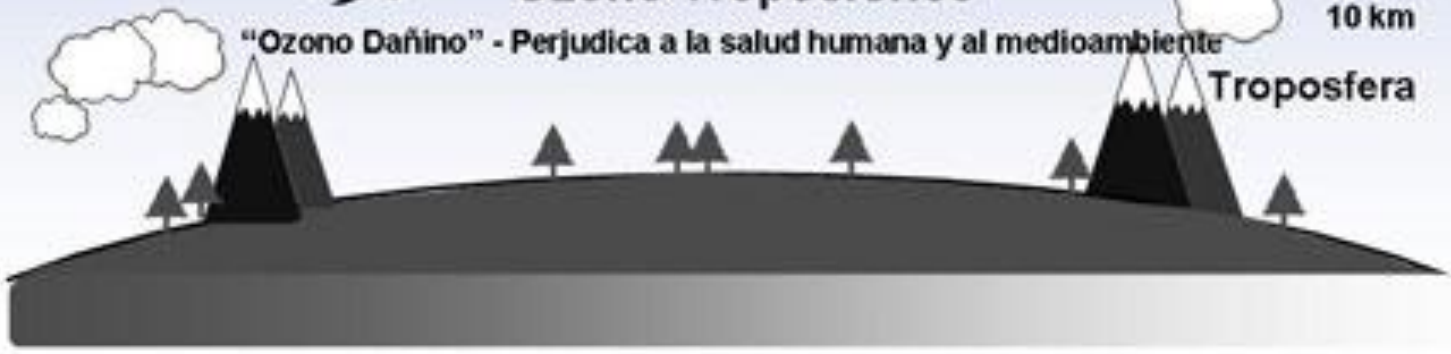


Ozono Troposferico

"Ozono Dañino" - Perjudica a la salud humana y al medioambiente

10 km

Troposfera



Radiación ultravioleta



- Llamamos radiaciones ultravioleta (UV) al conjunto de radiaciones del espectro electromagnético con longitudes de onda menores que la radiación visible (luz), desde los 400 hasta los 150 nm.
- Se suelen diferenciar tres bandas de radiación UV: **UV-A**, **UV-B** y **UV-C**.
- **UV-A**.- Banda de los 320 a los 400 nm. Es la más cercana al espectro visible y no es absorbida por el ozono.
- **UV-B**.- Banda de los 280 a los 320 nm. Es absorbida casi totalmente por el ozono, aunque algunos rayos de este tipo llegan a la superficie de la Tierra. Es un tipo de radiación dañina, especialmente para el ADN. Provoca melanoma y otros tipos de cáncer de piel. También puede estar relacionada, aunque esto no es tan seguro, con daños en algunos materiales, cosechas y formas de vida marinas.
- **UV-C**.- Banda de las radiaciones UV menores de 280 nm.. Este tipo de radiación es extremadamente peligroso, pero es absorbido completamente por el ozono y el oxígeno.

- El oxígeno y el ozono estratosféricos absorben entre el 97% y el 99% de la radiaciones UV de entre 150 y 300 nm, procedentes del sol.
- La cantidad de radiación UV-B recibida en la superficie depende mucho de la latitud y la altura sobre el nivel del mar del lugar.
- Cerca de las zonas polares, el sol, está siempre bajo en el horizonte y los rayos solares atraviesan capas más espesas de atmósfera por lo que la exposición a UV-B es, de media, unas mil veces menor en las zonas polares que en el ecuador.
- También influye la cubierta de nubes que protege más, cuanto más gruesa es y la proximidad a las zonas industriales porque la contaminación con ozono troposférico típica del smog fotoquímico filtra estas radiaciones

- La radiación UV-B puede producir daño en los seres vivos, dependiendo de su intensidad y tiempo de exposición; estos daños pueden abarcar desde irritación a la piel, conjuntivitis y deterioro en el sistema de defensas, hasta llegar a afectar el crecimiento de las plantas y dañando el fitoplancton, con las posteriores consecuencias que esto ocasiona para el normal desarrollo de la fauna marina.
-
- El ozono es un gas tan escaso que, si en un momento lo separásemos del resto del aire y que lo atrajésemos al ras de tierra, tendría solamente **3mm de espesor**.
-
- El ozono está en todas partes y a cualquier altura. Incluso en los niveles estratosféricos de máxima concentración relativa es un componente minoritario de la mezcla de gases que componen el aire. **En ninguna altura , llega a representar ni el 0,001% del volumen total de aire**

¿Cómo se mide el ozono?

- El contenido total de ozono en la atmósfera se define a partir de la cantidad de ese gas, contenida en una columna vertical de 1 cm² de base, a valores de presión y temperatura "standard".
- Puede ser expresada en unidades de presión y un valor típico de esa cantidad es del 0,3 atmósfera-centímetros.
- Un valor más frecuente es el que se expresa en miliatmosferas/centímetros, lo que define a la **UNIDAD DOBSON** (UD), Una UD corresponde, en promedio, a una concentración aproximada a una parte por billón en volumen.
- Los valores usuales observados en la atmósfera oscilan entre los 230 y 500 UD.

La unidad Dobson



La unidad Dobson (DU) es la medida estándar para expresar la cantidad de ozono en la atmósfera, más concretamente en la estratosfera. Una unidad Dobson equivale a 2.69×10^{15} moléculas de ozono por centímetro cuadrado, también puede referirse como una

capa de ozono de aproximadamente 10 micras bajo las condiciones estándar de presión y temperatura (1 atmósfera y 0° C). Por ejemplo, 300 unidades Dobson a las condiciones estándar de presión y temperatura corresponderían a una capa de sólo 3 milímetros de espesor.

- A su vez, su distribución no es absolutamente uniforme en toda la vertical, calculándose que cerca del 90% de su concentración se encuentra en la baja estratosfera, con un máximo entre 19 y 23 km. de altura en promedio.

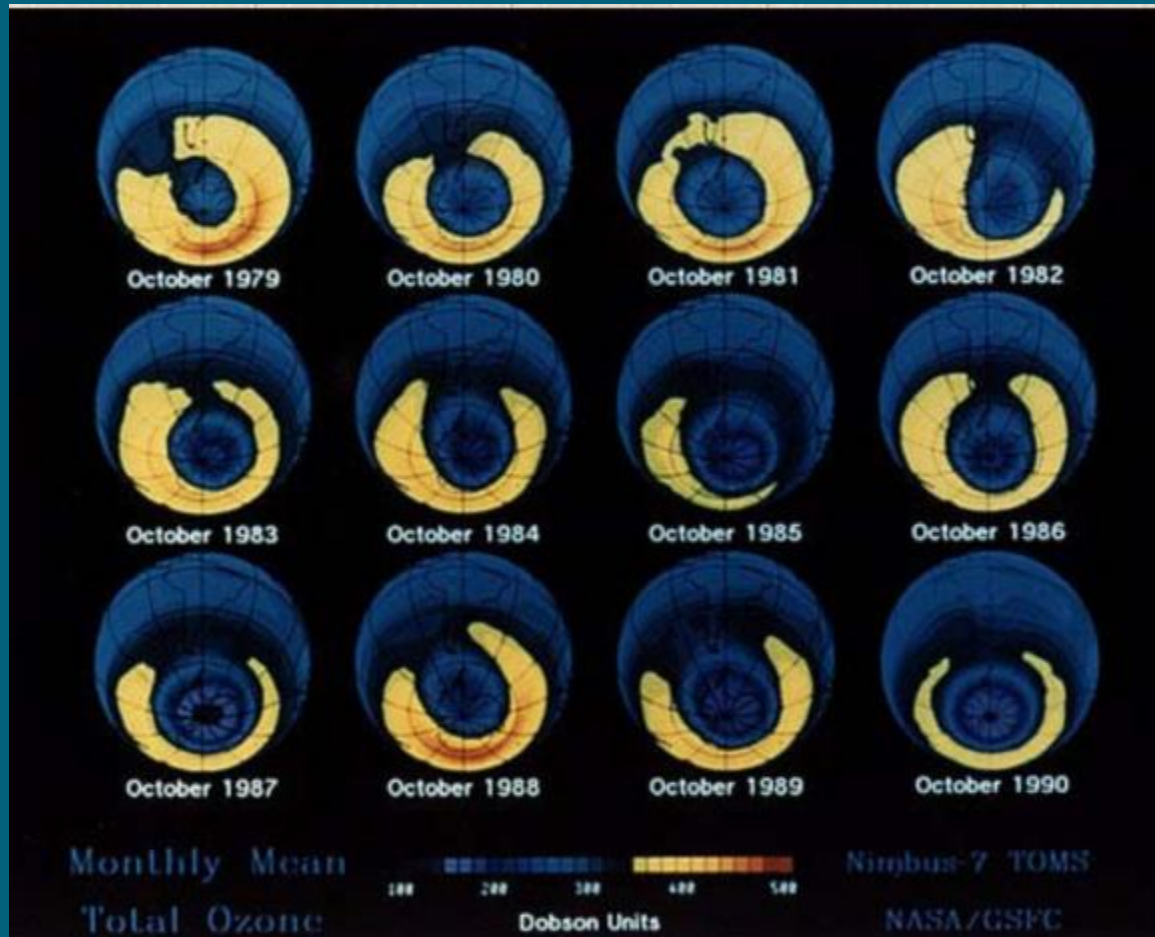
El agujero de ozono antártico

- En forma estacional, entre los meses de agosto y noviembre, se viene observando, desde mediados de los 70' una región con valores relativamente bajos, con una zona estrecha que lo delimita, con fuertes gradientes separando estos bajos valores, de un entorno con alta concentración del gas.
- Se habla de agujero cuando hay menos de 220 DU de ozono entre la superficie y el espacio

- ⦿ Los sistemas de mapeo satelital del ozono, muestran su configuración circular u ovoidal, donde surgió la asociación con un agujero a través del cual incide, con menor acentuación la radiación ultravioleta en las bandas que filtra el ozono.
- ⦿ La mayor radiación ultravioleta que llega hasta la sup. Terrestre debido a la disminución en las concentraciones de ozono, tiene una especial incidencia sobre el fitoplancton..
- ⦿ Los modelos más recientes que describen su formación periódica del agujero de ozono coinciden a atribuir su presencia a la acción conjunta de dos aspectos fundamentales:
 - ⦿ La circulación y dinámica atmosféricas
 - ⦿ El daño provocado por el hombre

Circulación y la dinámica atmosférica

- Las corrientes de circulación del aire en la estratosfera baja y media, favorecen especialmente en el verano del Hemisferio Norte, el ascenso de masas de aire ricas en contaminantes y su transporte de norte a sur.
- A su vez, durante el invierno austral se observa la formación de un “embudo”, que aísla el aire de su interior e impide su mezcla con aire de su entorno.
- Este “embudo” se genera a partir de los 4.500 m. de altura y se extiende hasta la baja estratosfera, con su centro coincidiendo, en promedio con el polo sur.
- Dentro del vórtice, y con la llegada de la luz solar durante la primavera, es donde tienen lugar los procesos fotoquímicos que determinan la disminución del ozono.



El agujero debe su formación, al vórtice estratosférico polar y su movimiento oscilante y casi circumpolar obedece a los desplazamientos del mismo.

Sin embargo, en los últimos años se ha observado que su ubicación más frecuente concuerda con una proyección con la península antártica, y durante el mes de mayor intensidad del fenómeno (octubre), una oscilación este-oeste alrededor de ese eje natural.

Daños provocados por el hombre

- ◉ Los principales agentes de destrucción del ozono estratosférico, son mayormente el cloro y el bromo libres, que reaccionan negativamente con ese gas.
- ◉ Las concentraciones de cloro y bromo naturalmente presentes en la atmósfera, son escasas especialmente en la estratosfera y por consiguiente, pobres en la generación del agujero de ozono, en cuanto a su extensión y los valores recientemente observados.
- ◉ El cloro, en las proporciones existentes, debe su presencia en la atmósfera a causas antropogénicas, especialmente desde la aparición de los clorofluorocarbonos (CFC) sintetizados por el hombre para diversas aplicaciones industriales.
- ◉ La forma por la cual se destruye el ozono es bastante sencilla. La radiación UV arranca el cloro de una molécula de clorofluorocarbono (CFC). Este átomo de cloro, al combinarse con una molécula de ozono la destruye, para luego combinarse con otras moléculas de ozono y eliminarlas.
- ◉ El proceso es muy dañino, ya que en promedio un átomo de cloro es capaz de destruir hasta 100.000 moléculas de ozono. Este proceso se detiene finalmente cuando este átomo de cloro se mezcla con algún compuesto químico que lo neutraliza.

SAO

Tabla 6. Potenciales de agotamiento de ozono de algunas SAO

Sustancia	PAO
CFC-11	1,0
CFC-12	1,0
HALON 1301	10,0
Tetracloruro de Carbono	1,1
Metilcloroformo	0,1
HCFC-22	0,055
Bromoclorometano	0,12
Bromuro de Metilo	0,6

Fuente: www.unep.org

CFC 12

- 1930; excelentes propiedades refrigerantes:
- No es explosivo
- Ni inflamable ni tóxico
- No se degradaba fácilmente
- Uso:
- Refrigerantes neveras y aire acondicionado
- Uso del frío doméstico e industrial resolvió muchos problemas

Otros

- CFC11:

Agente para la formación de espumas,
basadas en polímeros

- Halones

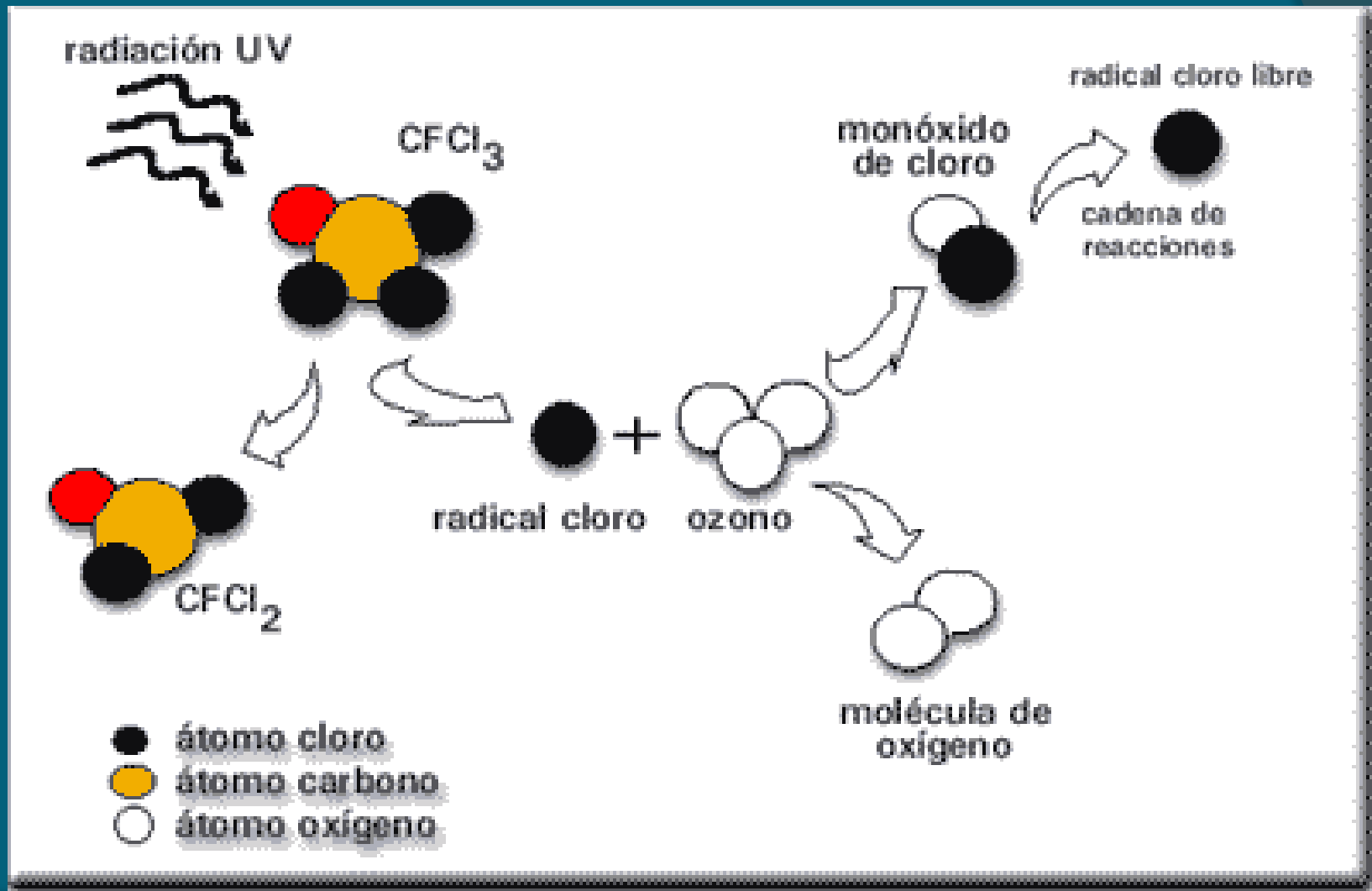
Extinción de incendios

- Bromuro de metilo: Fumigante del suelo

LOS CFC

- Los CFC son una familia de gases que se emplean en múltiples aplicaciones, siendo las principales la industria de la refrigeración y de propelentes de aerosoles. Están también presentes en aislantes térmicos.
- Los CFC poseen una capacidad de supervivencia en la atmósfera, de 50 a 100 años. Con el correr de los años alcanzan la estratosfera donde son disociados por la radiación ultravioleta, liberando el cloro de su composición y dando comienzo al proceso de destrucción del ozono.
- Hoy se ha demostrado que la aparición del agujero de ozono, a comienzos de la primavera austral, sobre la Antártida está relacionado con la fotoquímica de los **Clorofluorocarbonos (CFCs)**, componentes químicos presentes en diversos productos comerciales como el freón, aerosoles, pinturas, etc.

Reacción del Ozono con CFC



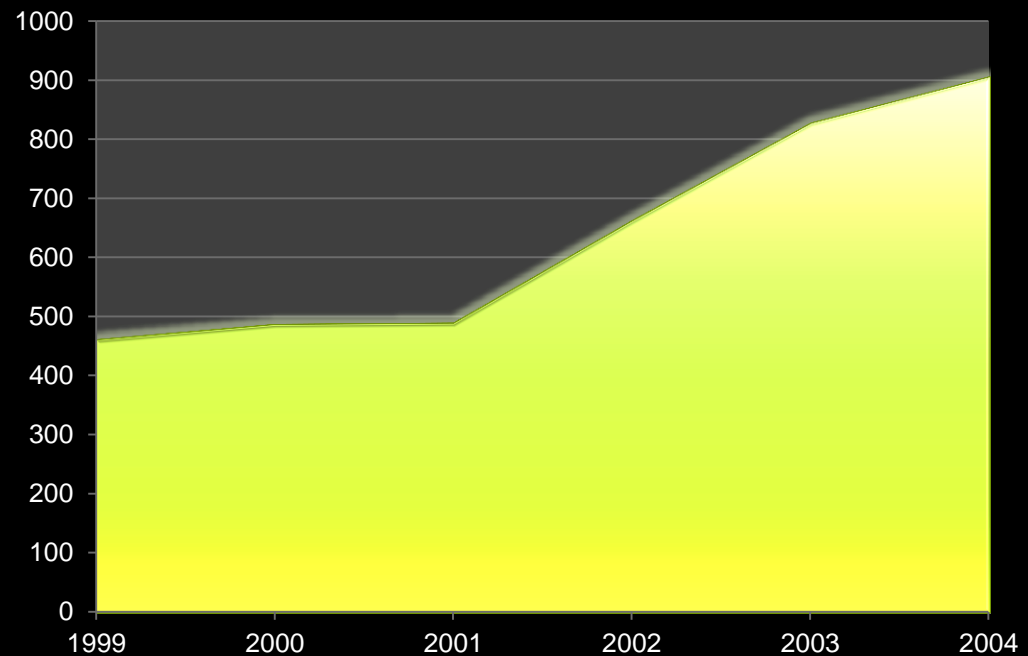
Efectos en la salud..

Tabla 5. Registro Institucional de Cáncer: Casos nuevos de cáncer de piel

Año	No. Casos nuevos
1999	462
2000	488
2001	490
2002	663
2003	828
2004	906

Fuente: www.incancerologia.gov.co/revista

No Nuevos casos



Año	No Nuevos casos	% de incremento
1999	462	
2000	488	5,63%
2001	490	0,41%
2002	663	35,31%
2003	828	24,89%
2004	906	9,42%

Efectos en la salud...

- **El incremento de la radiación UV-B:**
- Inicia y promueve el cáncer a la piel maligno y no maligno.
- El 90% de los cánceres de piel se atribuyen a los rayos UV-B y se supone que una disminución en la capa de ozono de un 1% podría incidir en aumentos de un 4 a un 6% de distintos tipos de cáncer de piel, aunque esto no está tan claro en el más maligno de todos: el melanoma, cuya relación con exposiciones cortas pero intensas a los rayos UV parece notoria, aunque poco comprendida y puede llegar a manifestarse hasta ¡20 años después de la sobre exposición al sol!.
- Daña el sistema inmunológico, exponiendo a la persona a la acción de varias bacterias y virus.

Efectos en la salud...

- Provoca daño a los ojos, incluyendo cataratas.
- La exposición a dosis altas de rayos UV puede dañar los ojos, especialmente la córnea que absorbe muy fácil estas radiaciones. A veces se producen cegueras temporales y la exposición crónica se asocia con mayor facilidad de desarrollar cataratas.
- Hace más severas las quemaduras del sol y avejentan la piel.
- Aumenta el riesgo de dermatitis alérgica y tóxica.
- Activa ciertas enfermedades por bacterias y virus.
- Aumentan los costos de salud.
- Reduce el rendimiento de las cosechas.
- Reduce el rendimiento de la industria pesquera.
- Daña materiales y equipamiento que están al aire libre.

Efectos en los ecosistemas



- ⦿ Afecta la fotosíntesis, y reproducción del fitoplancton, reduciendo la producción pesquera mundial.
- ⦿ En la troposfera es contaminante y causa irritación en los ojos y vías respiratorias

En los materiales..

- Degrada materiales utilizados en la construcción como pinturas, gomas, madera, plásticos y envases, influye en la pérdida de color hasta la pérdida de calidad y fuerza mecánica, limita la duración de los materiales



Sustancias alternativas

HFC

- El HFC, no contiene cloro, no es inflamable ni tóxico. No destruye la capa de ozono si accidentalmente se libera a la atmósfera.
- La eficiencia frigorífica de los HFC, es igual o superior que la de los HCFC.
- El uso del HFC se va imponiendo. Es ya muy usado en Japón, Estados Unidos y, aunque en menor medida, en Europa.

Sustancias alternativas

- *El R22*: era hasta hace poco el gas refrigerante más utilizado en el sector del aire acondicionado, tanto para instalaciones de tipo industrial como domésticas, aunque está prohibido su distribución por ser altamente perjudicial para la capa de ozono. Actualmente ha sido sustituido por el *R407C* o más modernamente por el *R410A*.

Sustancias alternativas

- Los sustitutos del R22 cumplen ciertas características:
- No dañan la capa de ozono
- Tienen bajo efecto invernadero
- No son tóxicos ni inflamables
- Son estables en condiciones normales de presión y temperatura
- Son eficientes energéticamente

Protección a la capa de ozono

Qué medidas para la protección del medio ambiente se han tomado con respecto a los aparatos de R22 ya vendidos?

- Es necesario, para tener en cuenta la protección de la capa de ozono, recoger el refrigerante para su reutilización o destrucción, cuando se realiza una reparación o una sustitución de equipos de aire acondicionado.

¿Qué esfuerzos debemos realizar con respecto a los refrigerantes?

- Debemos intentar utilizar equipos con HFC.
- Con respecto a la urgencia de proteger la capa de ozono, debemos concentrarnos en recoger todo el HCFC para su reutilización o destrucción.
- Si usamos cada vez más HFC en nuestras tareas de instalación reparación, conseguiremos que, aunque no inmediatamente, tengamos un alto grado de utilización del HFC a medida que los equipos antiguos vayan terminando su vida útil.

¿Están regulados los HCFC internacionalmente?

- Según el protocolo de Montreal: Con respecto a la cantidad total existente en 1996 se reducirá al 65% en el 2004, al 35% en el 2010 y quedará totalmente prohibido en el 2020.

Normatividad Internacional

Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono

Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono

Conferencia de las Partes en el Convenio de Viena

Reuniones de las Partes en el Protocolo de Montreal

1972	Informe del Club de Roma y MIT: "Los límites del crecimiento"
1972	Declaración sobre medio humano (presencia de 113 países) aprobada en la conferencia de Estocolmo de la ONU (Resolución 2398 - XXIII)
1972	Creación del PNUMA (programa de las naciones unidas para el medio ambiente) con sede en Gigiri, Kenia. Resolución 2997 - XXVII
1982	Primer programa de la ONU sobre el ambiente - Carta mundial de la naturaleza - Resolución 37/7, proclamada el 28 de octubre de 1982 como instrumento ambiental jurídicamente no obligatorio.
1	Se reúne la Comisión Mundial sobre el medio ambiente y desarrollo
1987	Informe de la Comisión Mundial sobre el medio ambiente y desarrollo "Nuestro futuro común" (informe Brundtland)
1988	Se establece el Panel intergubernamental en cambio climático (IPCC)
1989	Resolución ONU 44/228 convocando a la Conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo a realizarse en Río de Janeiro

1992	<p>La conferencia de Río generó los siguientes acuerdos:</p> <p>Declaración de Río Declaración de principios de florestas Convenio marco sobre cambio climático (UNFCCC) Convenio sobre biodiversidad Agenda 21</p>
	Declaración de RIO 92 (presencia de 178 países)
	Agenda 21
1995	Cumbre de Copenhague
1997	<p>Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible conocida como RIO+5. Considerada un fracaso por la ausencia de los principales países en desarrollo.</p>
2001	<p>Plataforma de acción - Río de Janeiro. Elaborada por la Conferencia Regional de América Latina y el Caribe preparatoria de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Johannesburgo, Sudáfrica, 2002)</p>
2002	<p>Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible Johannesburgo conocida como RIO+10</p>