



Física y Tecnología Energética

10 - Inconvenientes del uso de combustibles fósiles.



Inconvenientes de los combustibles fósiles

Carbón

- Extracción
 - Accidentes, derrumbamientos, explosiones
 - En España 10-12 muertos al año, en China 3000-5000

Muertes / Mton.año

Australia, USA	0,1
España	0,5
China	5,2
Turquía	11,9

- Enfermedades: Neumoconiosis, silicosis
- Gran alteración del terreno. Escorias
- Uso
 - Contaminación del aire, azufre, humos
 - Contaminación de las aguas, calor, residuos
 - Cenizas

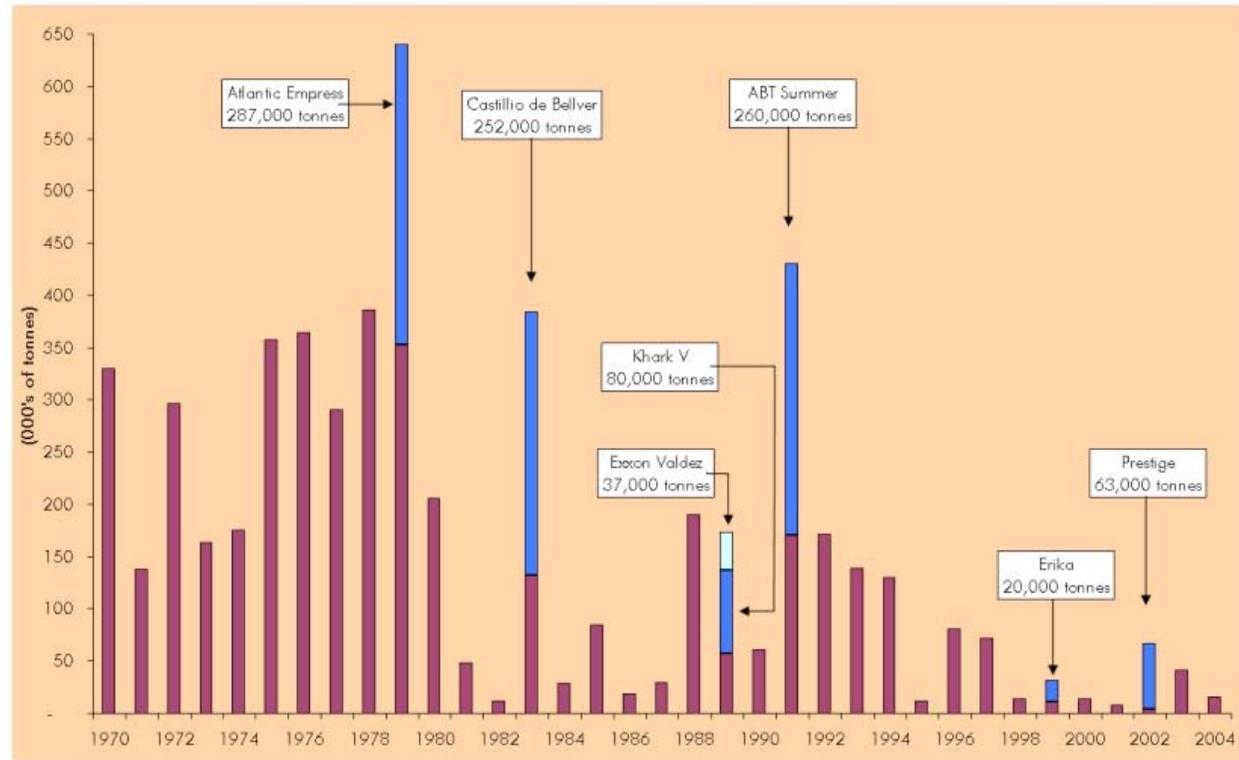
Gas Natural

- Extracción y uso
 - Explosión (mezcla al 20% con aire)

Inconvenientes de los combustibles fósiles

Petróleo

- Extracción y transporte
 - Derrames y vertidos.
 - Mareas negras.
 - Alteración del terreno.
- Hundimientos
- Uso y refinado
 - Contaminación del aire, y las aguas
 - Residuos no degradables
 - Mortalidad en la circulación (5% defunciones, 46% en menores de 30 años)

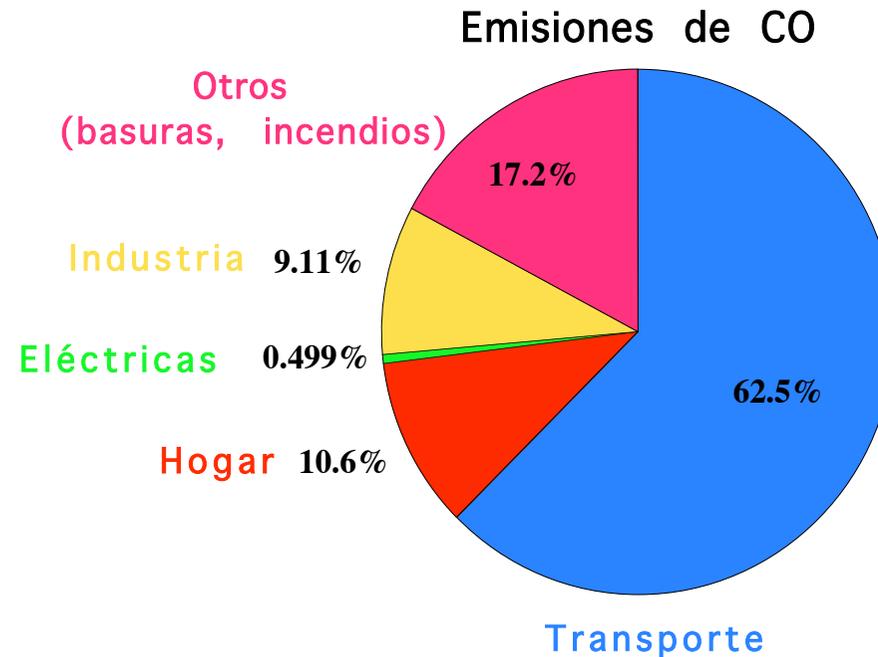


Combustión y contaminantes

- Combustión ideal $C_xH_{4y} + (x+y)O_2 \rightarrow xCO_2 + 2yH_2O$
- Combustión real $C_xH_y + aO_2 + bN_2 + cX \rightarrow dCO_2 + eH_2O +$
 $+ \underbrace{fCO + gNO_x + hXO_y + iC_{x'}H_{y'}O_{z'} + jX}_{\text{contaminantes}}$
- Al quemar los combustibles fósiles es casi imposible no generar contaminación atmosférica
 - Falta de Oxígeno CO
 - Combustión incompleta $C_xH_yO_z$
 - Alta temperatura NO_x
 - Impurezas, S, SO_x, Pb
 - Cenizas volantes y humos
- Al quemar los combustibles fósiles es imposible no generar CO_2
 - Calentamiento global

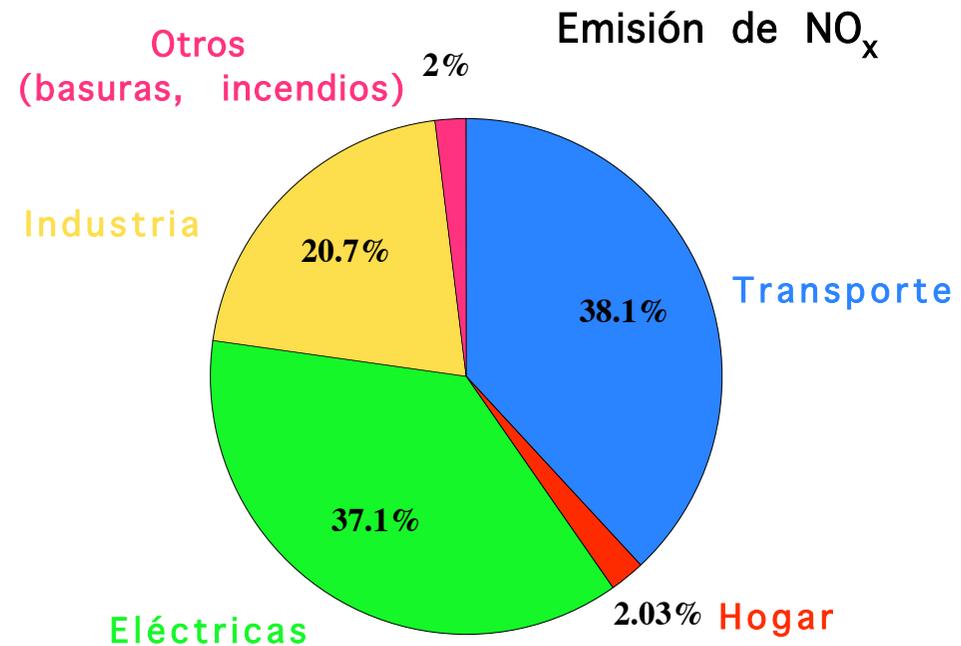
Monóxido de Carbono CO

- Se produce siempre que la combustión se realiza con escasez de oxígeno
 $2C + O_2 \rightarrow 2CO$
- Incoloro, inodoro pero tóxico
- Se une a la hemoglobina, reduciendo el aporte de Oxígeno al resto del cuerpo
 - 100 partes por millón produce dolores de cabeza
 - 300 ppm náuseas y pérdida de conciencia
 - 1000 ppm muerte en 4 horas
- Fundamentalmente se produce en el motor de explosión cuando está frío, al arrancar, en los acelerones
- Permanece unos 2 meses en la atmósfera antes de convertirse en CO₂



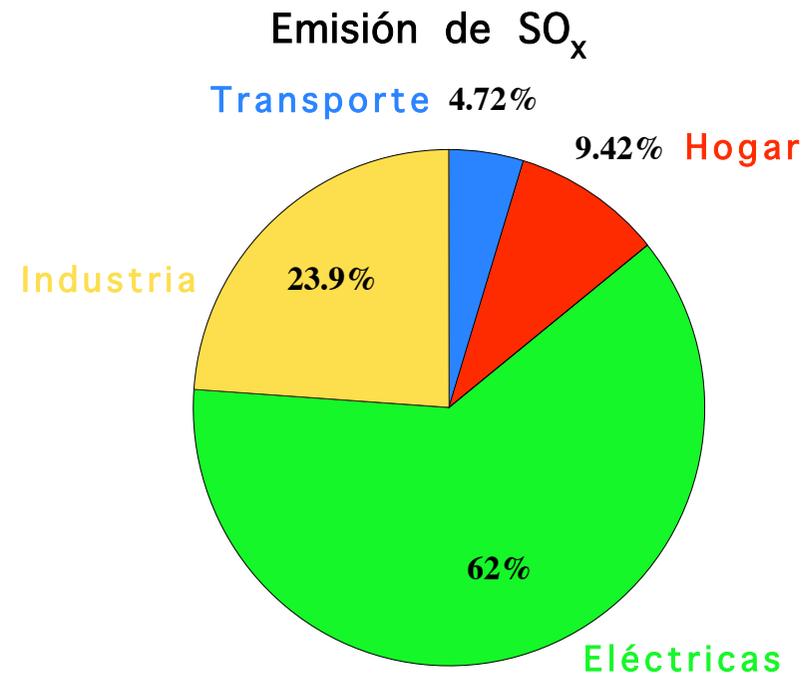
Óxidos de Nitrógeno NO_x

- Se forman a temperaturas superiores a los 1100°C
- El NO₂ huele por encima de 0,5 ppm , es de color marrón rojizo e irrita los ojos
- Ataca los pulmones y el sistema respiratorio
 - Daños serios por encima de 150 ppm durante más de 3 horas
 - Daños crónicos con concentraciones permanentes de 5 ppm
- En presencia de luz visible reacciona produciendo Ozono
 - $\text{NO}_2 + \text{luz solar} \rightarrow \text{NO} + \text{O}$
 - $\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$
 - El Ozono es muy oxidante y también ataca las vías respiratorias
- Genera lluvia ácida



Óxidos de Azufre SO_x

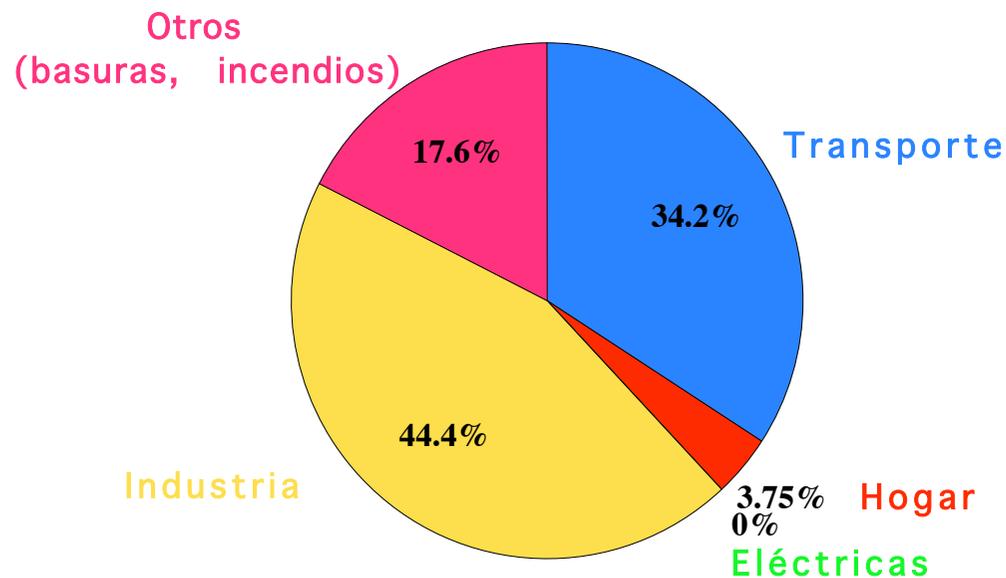
- Se produce cuando el combustible contiene S
 - Muy frecuente en el carbón, algo en el petróleo
- Con la humedad forma ácidos fácilmente
 - $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4\text{H}_2$
- Ataca al sistema respiratorio
 - La mortalidad por bronquitis y cáncer de pulmón aumenta por encima de 0.04 ppm
- Ataca a los materiales de construcción
 - Marmol, caliza, morteros, hormigón. Convierte los carbonatos en sulfatos. Ennegrecimiento de las paredes
- Ataca a las plantas y a los metales
- Genera lluvia ácida



Compuestos orgánicos volátiles

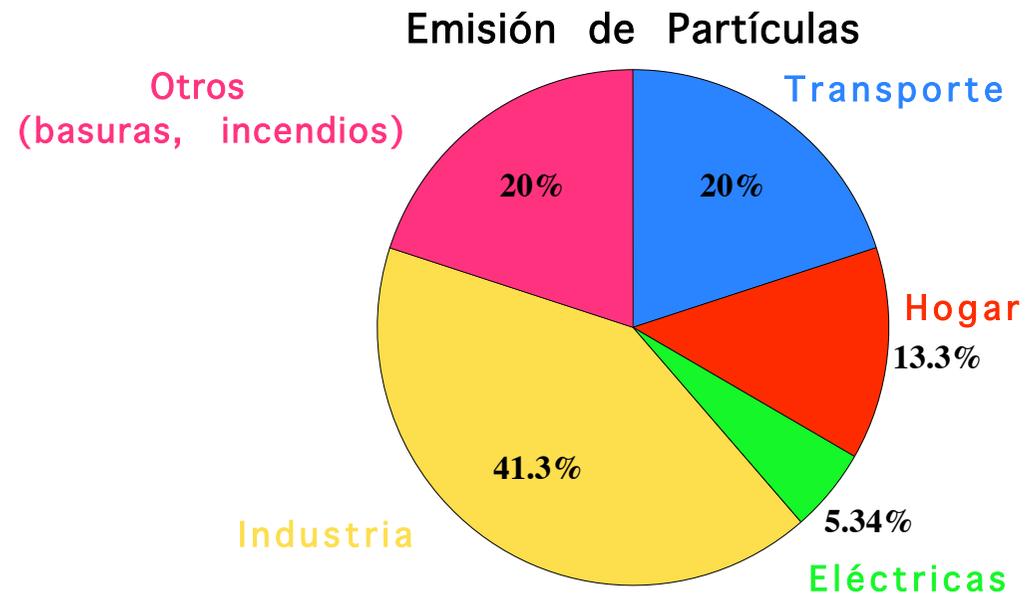
- Se producen por evaporación de combustible y por combustión incompleta de los hidrocarburos
- Reaccionan con los óxidos de nitrógeno y con la luz generando las nieblas fotoquímicas
 - Genera PAN peroxyacilnitratos, muy oxidantes
 - Genera Ozono
 - Irritación de ojos, enfermedades respiratorias
 - Ataca gomas, pinturas
- El benceno ,y derivados, es tóxico para los seres vivos (1 - 2 % en la gasolina)

Emisión de compuestos orgánicos volátiles



Partículas materiales

- Partículas sólidas de menos de $10\ \mu\text{m}$. Flotan en el aire y pueden respirarse
- Tiene muchos orígenes
 - Naturales (tormentas de arena, erupciones)
 - Combustión (cenizas)
 - Reacciones de SO_x y NO_x formando aglomerados de sulfatos y nitratos.
- Ensucia los pulmones
 - Cáncer y deterioro general de la salud por encima de $80\ \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Reduce la visibilidad



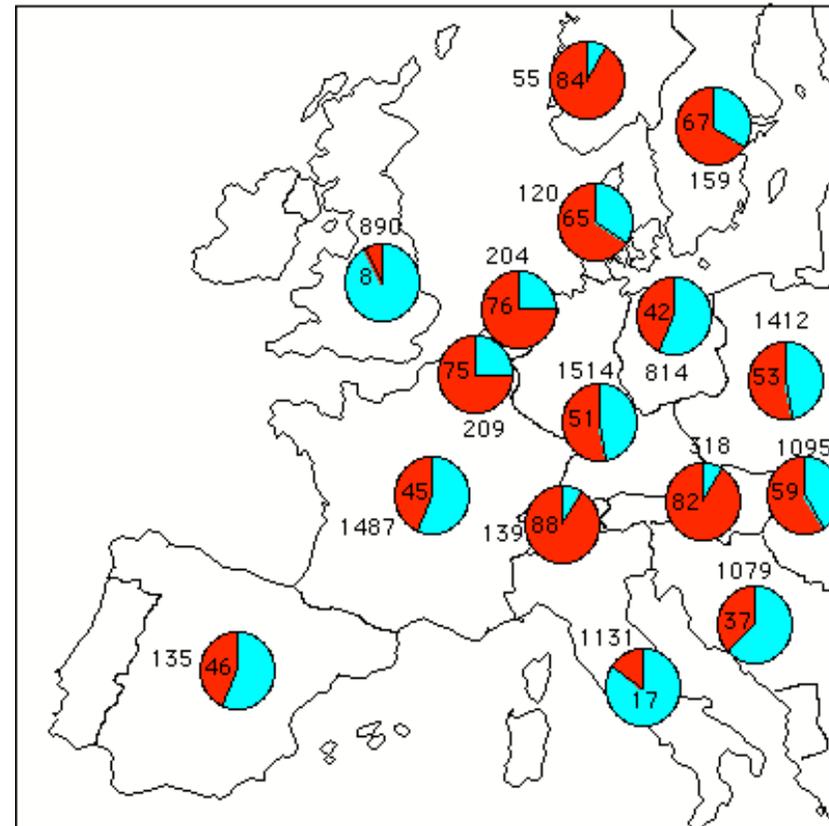
Lluvia ácida

- Las emisiones de NO_x y SO_x viajan por la atmósfera hasta lugares alejados del centro de emisión.

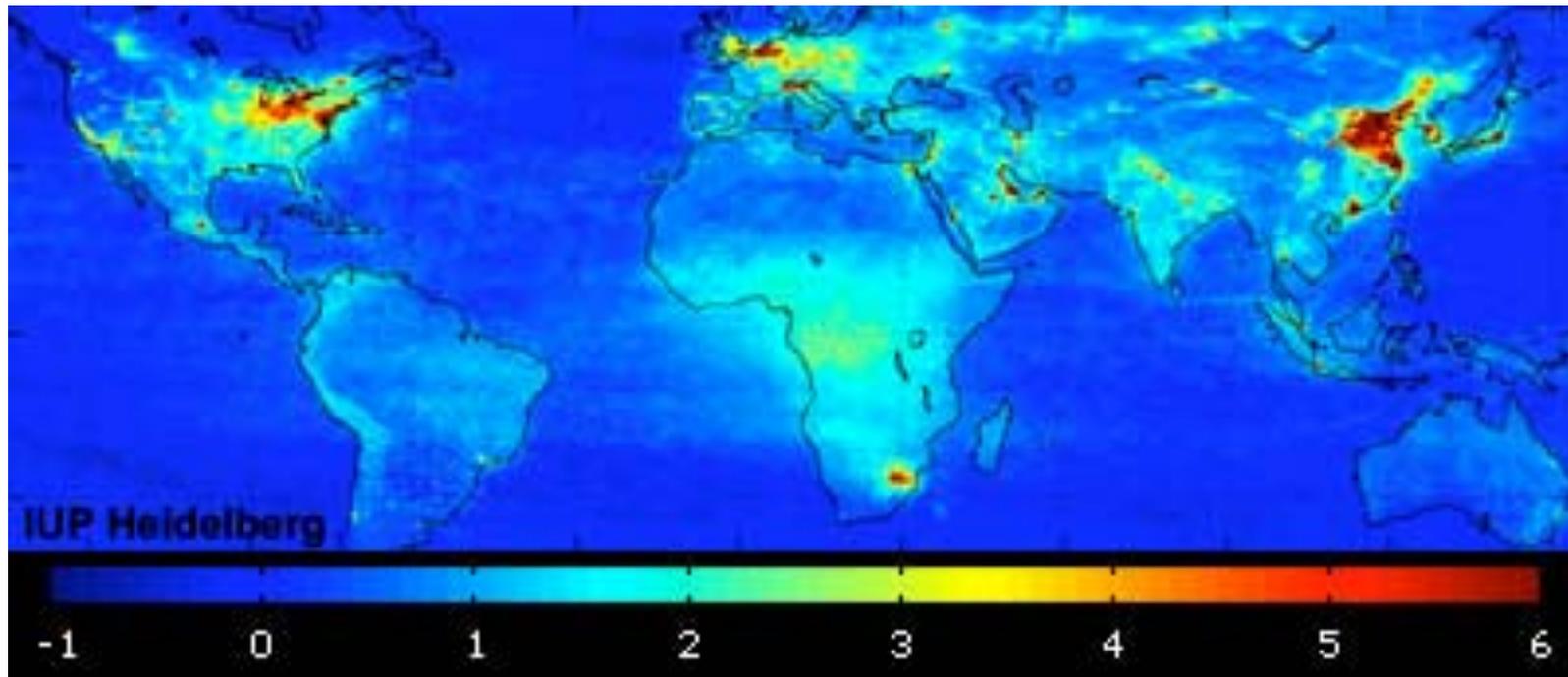
No hay fronteras

- Al llover, o nevar, se forman ácidos nítrico y sulfúrico, aumentando la acidez natural de la lluvia (ácido carbónico)
También hay deposición seca, sólo con la humedad, sin necesidad de la lluvia
- Acidifica las aguas de ríos y lagos
 - Mortalidad de peces y seres acuáticos
- Ataca a las plantas
 - En Alemania y centroeuropa más del 50% de los árboles están enfermos

LLuvia ácida en 1978.
kt de S depositado y % que procede del exterior



Contaminación atmosférica (NO_x)



Motores de explosión

- Un automóvil normal emite a la atmósfera.
 - 20,3 gr de CO por kilómetro recorrido
 - 2,0 gr de NO_x por kilómetro recorrido
 - 0.2 gr de Pb por litro de gasolina

Si circula a una velocidad de 130 km/h emite el doble que a 90 km/h

- Las emisiones de plomo Pb están desapareciendo
 - Desde 1925 se añadía tetraetilo de plomo para mejorar el octanaje de forma barata. Desde 1980 se vá prohibiendo en todos los países.
 - El plomo afecta a las funciones del cuerpo y se va acumulando en los huesos a lo largo de toda la vida
- La buena regulación del motor y los catalizadores en la salida de gases reducen las emisiones de CO y NO_x
- La inspección periódica de vehículos reduce las emisiones
 - Un 10% de los vehículos generan el 60% de la contaminación por CO
- La contaminación generada por los automóviles es hoy la mitad que en 1985, aunque ha aumentado su número.

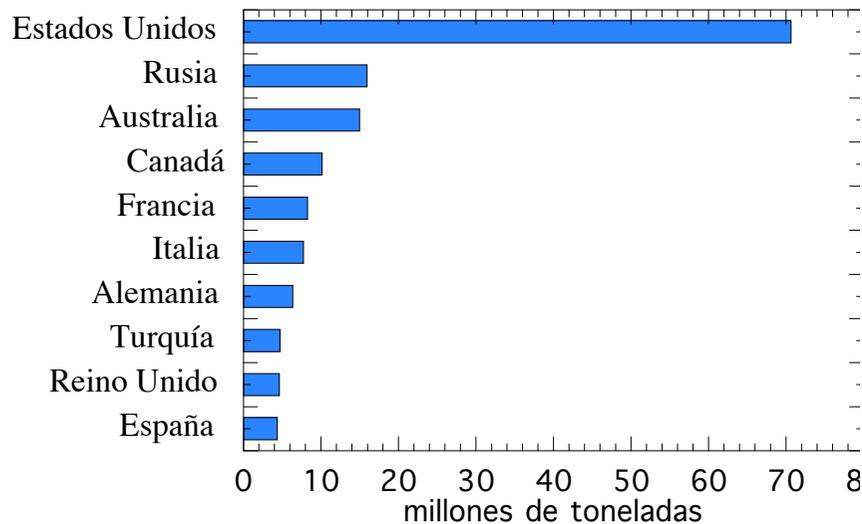
Centrales térmicas

CENTRALES ELÉCTRICAS	eficiencia (%)	Emisiones en gramos/kWh		
		NOx	SO ₂	CO ₂
Carbón pulverizado (sin descontaminar S)	36	1.29	17.2	884
Carbón pulverizado (con descontaminación S)	36	1.29	0,86	884
Carbón en lecho fluidificado	37	0.42	0,84	861
Ciclo combinado de carbón gasificado	42	0.11	0.3	758
Turbina de gas	39	0.23	0	470
Ciclo combinado de turbina de gas	53	0.1	0	345

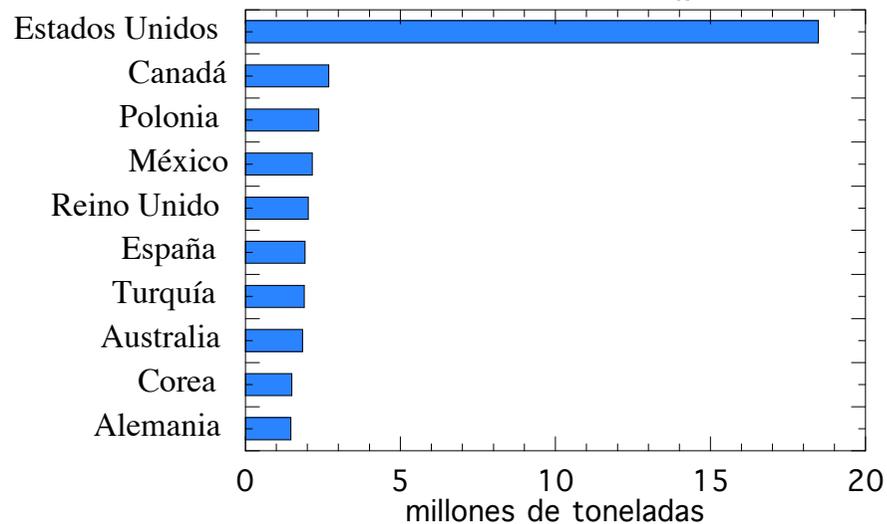
- El azufre se puede eliminar del carbón con baños químicos
- El lecho fluidizado es carbón triturado sometido a la acción de un chorro de aire.
 - Se mejora la combustión al mejorar la mezcla con oxígeno
 - Añadiendo caliza se eliminan las emisiones de SO al formarse sulfatos que quedan en el horno de combustión
- Aún quedan muchas centrales antiguas de carbón en operación, sin ningún tipo de medidas para disminuir las emisiones

Emisiones totales

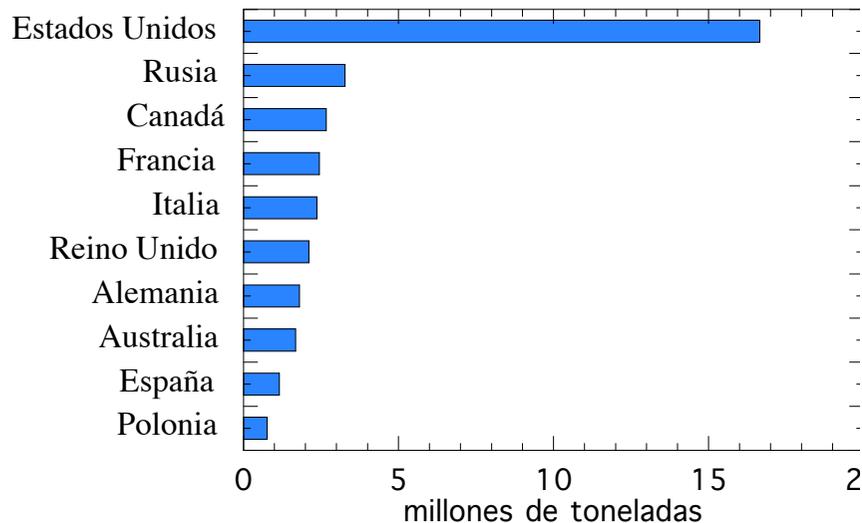
Emisiones de CO



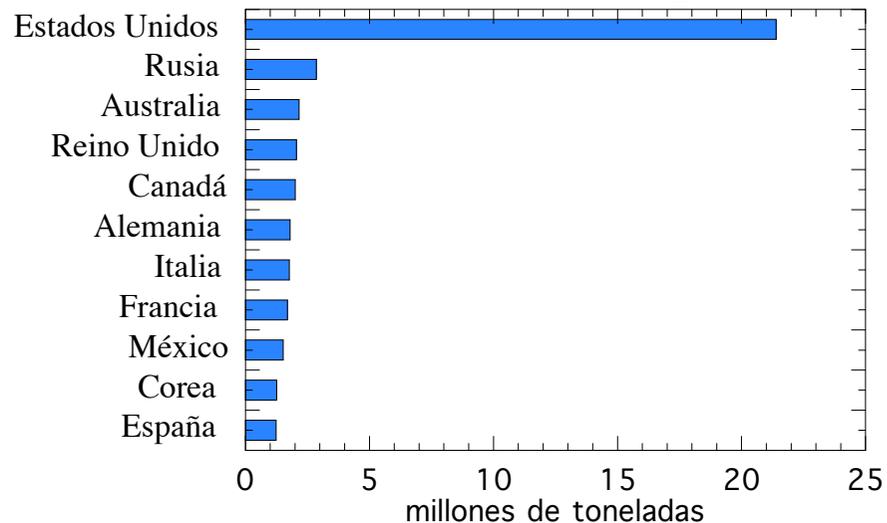
Emisiones de SO_x



Emisiones de compuestos orgánicos volátiles

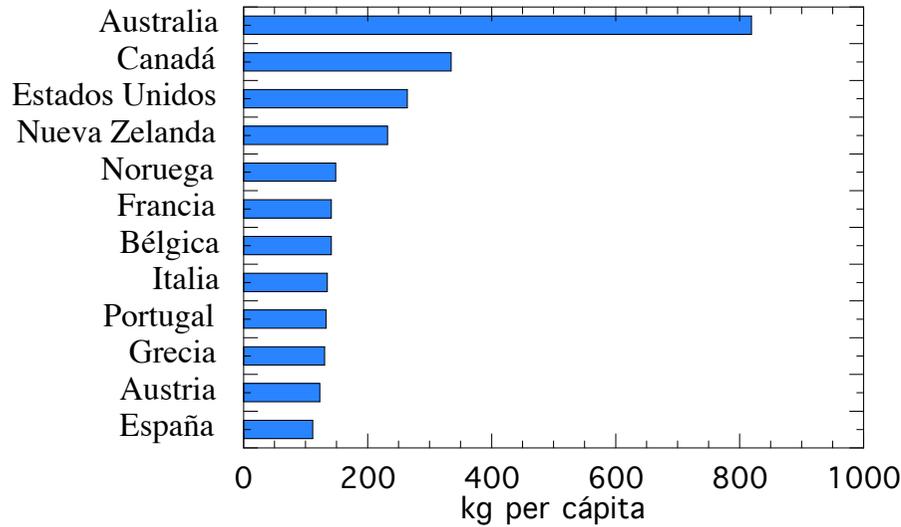


Emisiones de NO_x

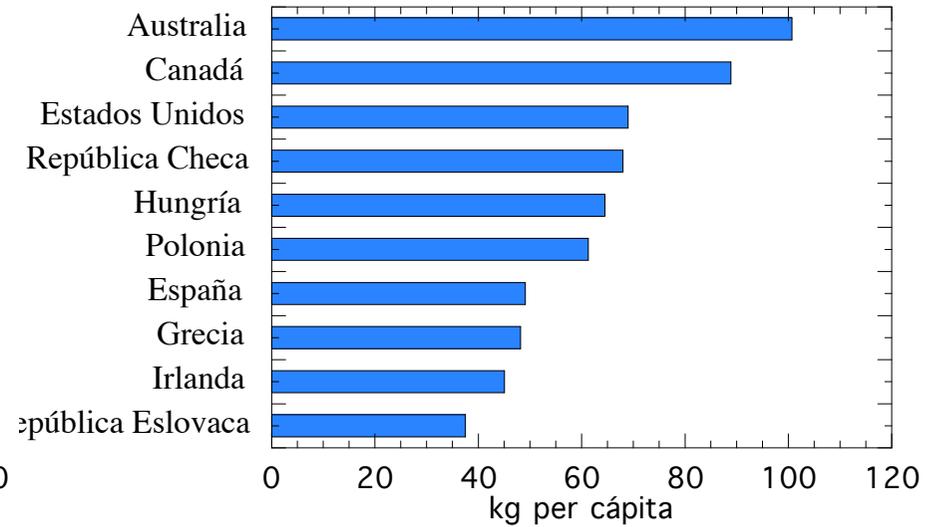


Emisiones per cápita

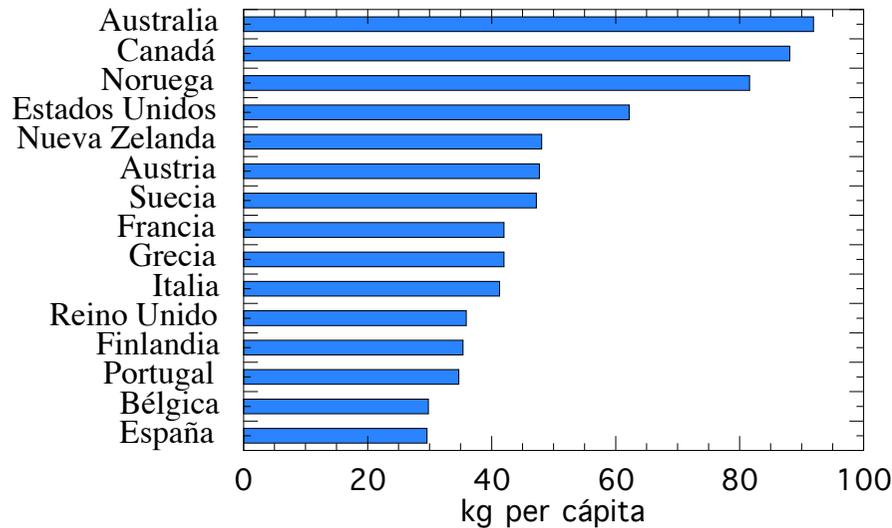
Emisiones de CO



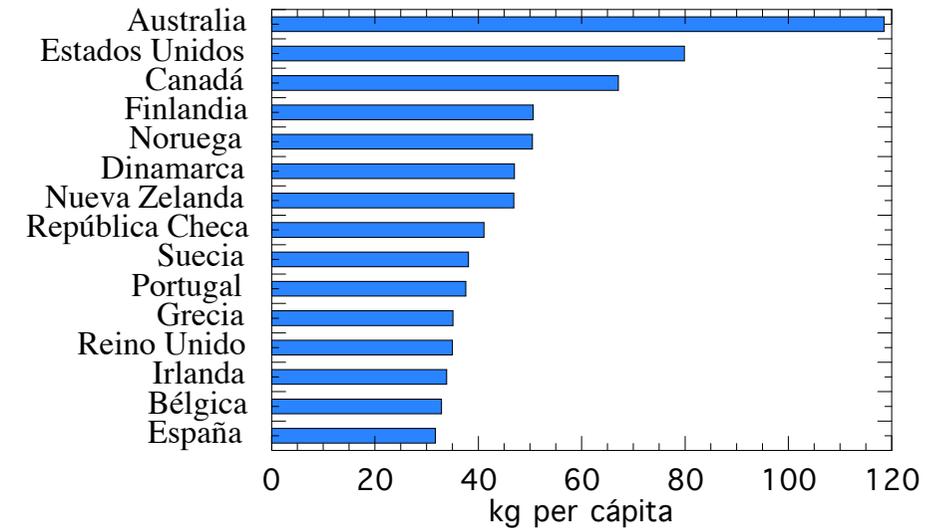
Emisiones de SO_x



Emisiones de compuestos orgánicos volátiles

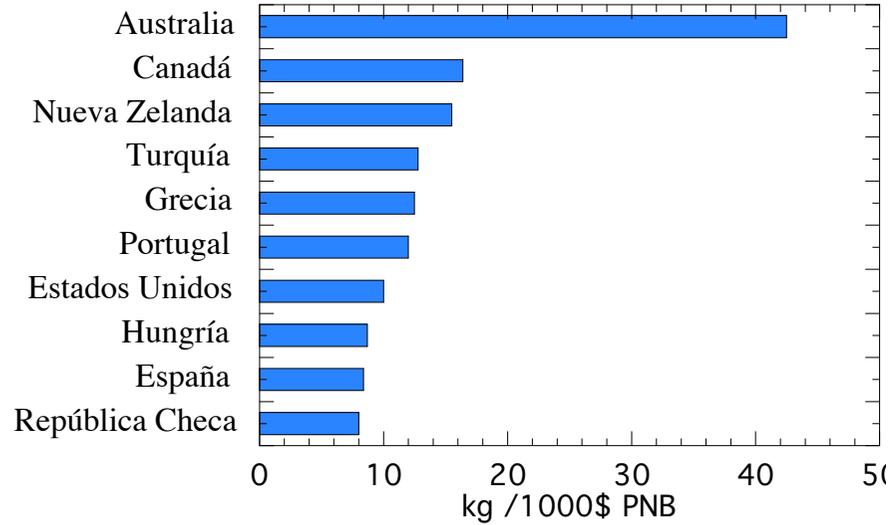


Emisiones de NO_x

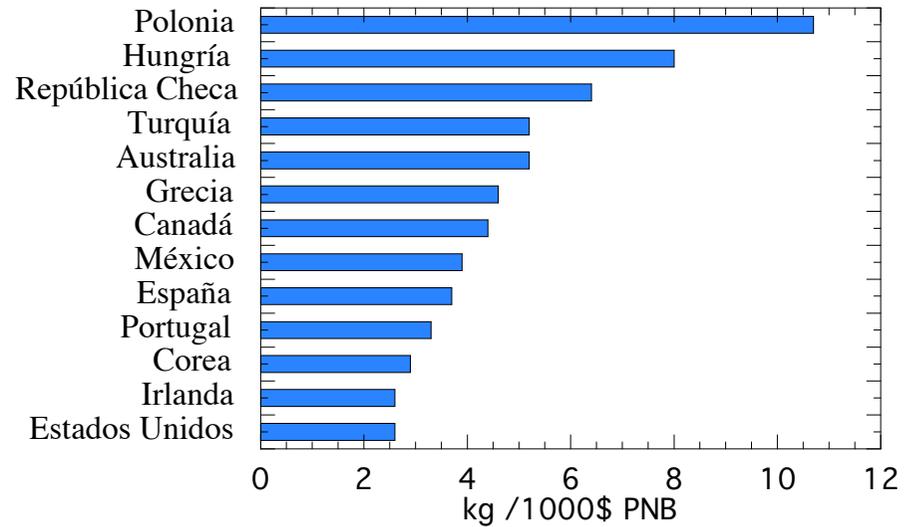


Emisiones por cada 1000 \$ del PNB

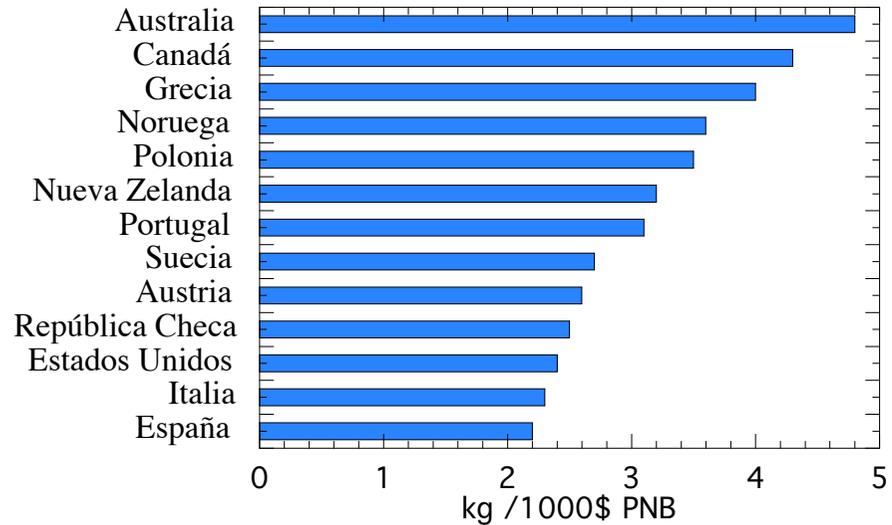
Emisiones de CO



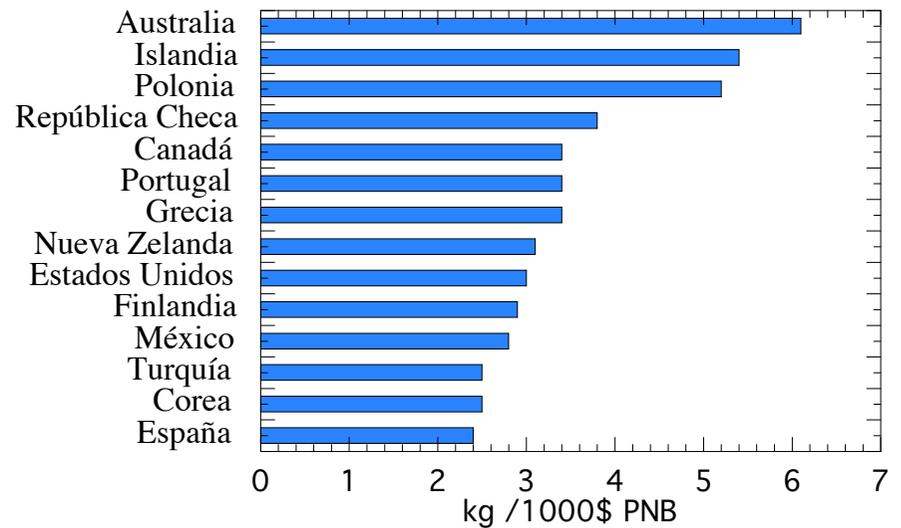
Emisiones de SO_x



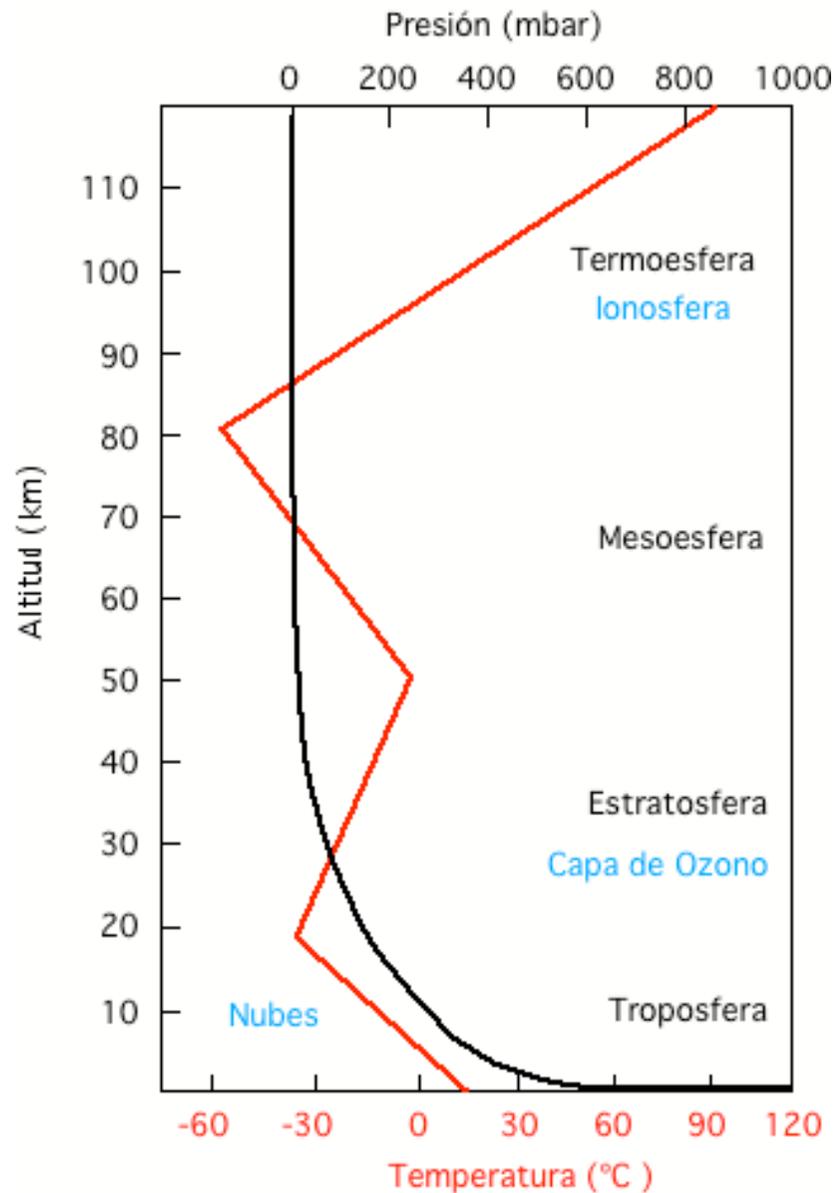
Emisiones de compuestos orgánicos volátiles



Emisiones de NO_x



Atmósfera. 78% N₂ 21% O₂



El sol envía luz visible, ultravioleta y partículas



A la troposfera solo llega la luz visible

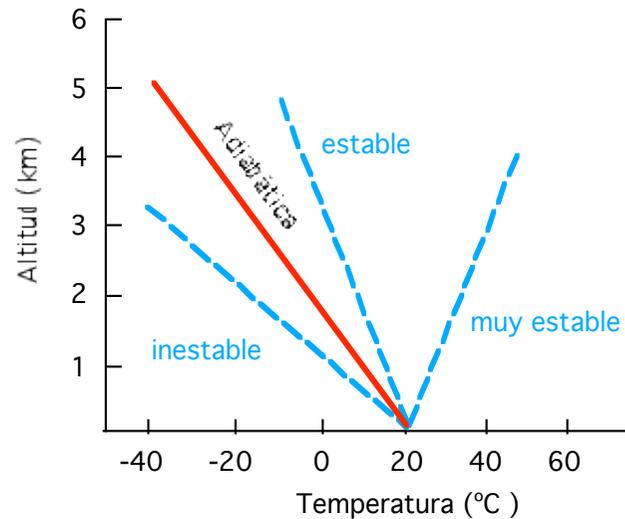


A causa de las emisiones la troposfera cambia.

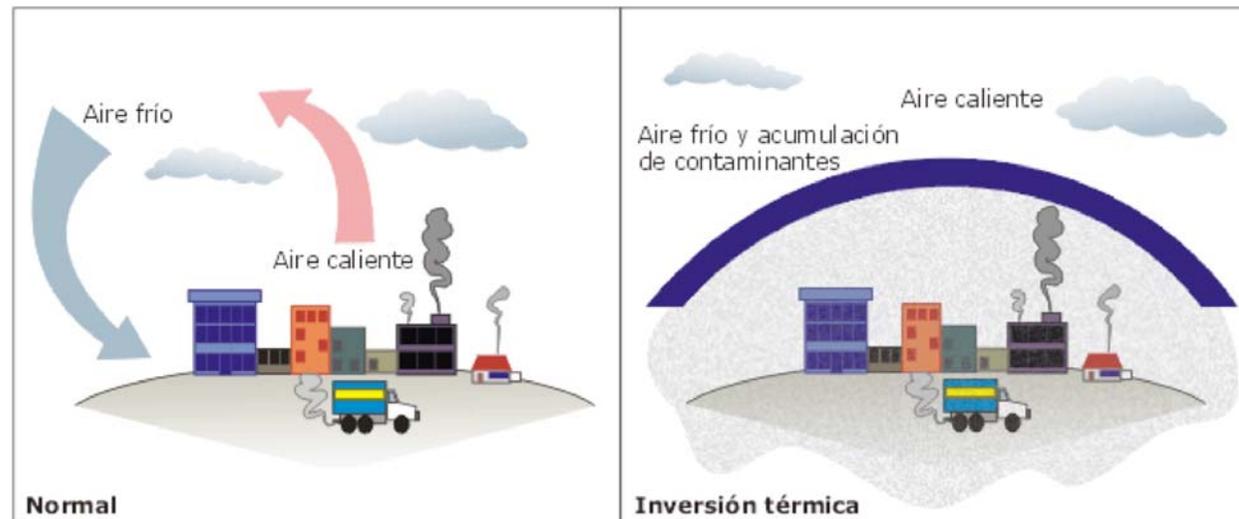
Ambiente urbano comparado con el rural

- Temperatura 1 °C mayor
- Humedad 6% menor
- Partículas de polvo 10 veces mas
- Nubes 5% mas
- Neblinas 100% más
- Vientos 20% menos
- Lluvia 5% mas

Inversión térmica y contaminación

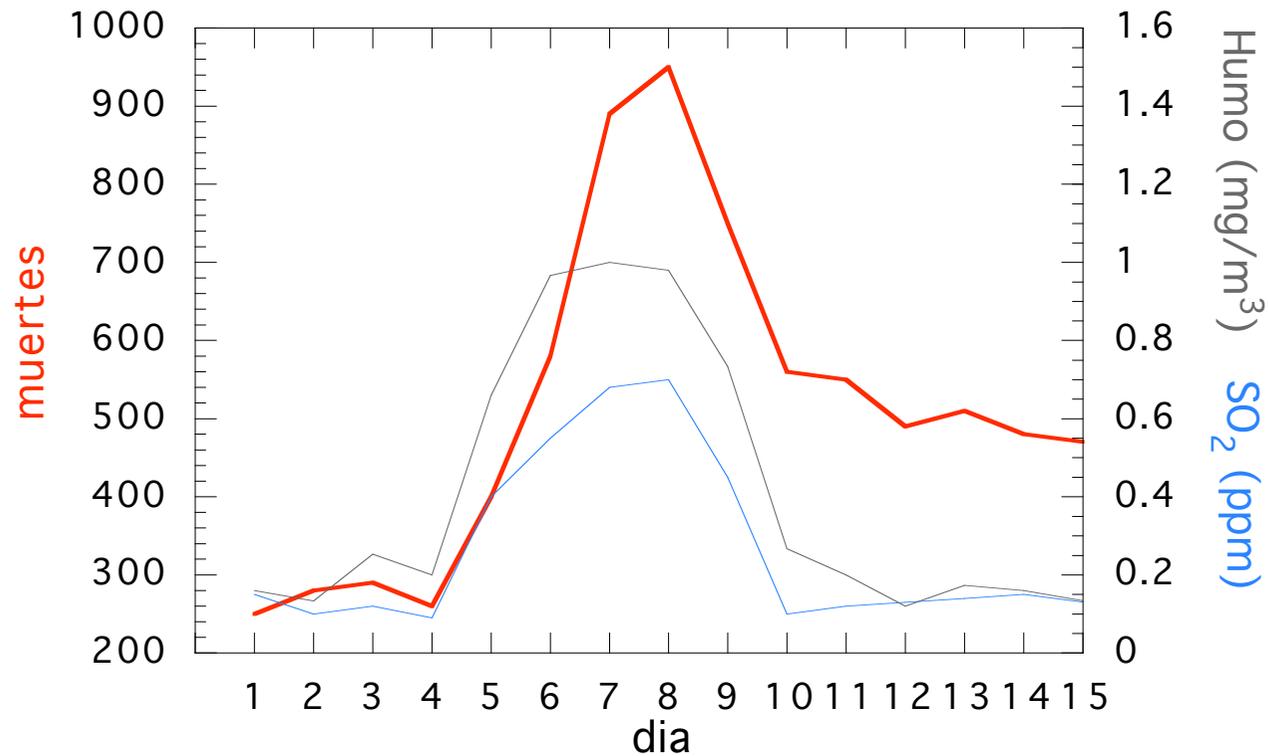


- Los gases calientes, menos densos, ascienden
- Al ascender se enfrían por expansión adiabática
- Si este enfriamiento es más intenso que el de la atmósfera circundante, o hay inversión térmica no pueden ascender. Entonces la contaminación no se difunde en la atmósfera



Inversión térmica, contaminación y salud

Mortalidad causada por la contaminación en Londres, diciembre de 1952



La contaminación

- La contaminación se genera principalmente en los países industrializados
- La mayor parte se debe al empleo de combustibles fósiles como principal fuente de energía
- La emisión de contaminantes va reduciéndose poco a poco en los países desarrollados
 - Tecnologías más limpias
 - Sustitución del carbón por gas
 - Menor intensidad energética
 - Promoción de energías renovables
- Los países en vías de desarrollo aumentan sus emisiones de contaminantes
 - Las tecnologías más limpias son más caras
- El problema es internacional
 - La atmósfera no tiene fronteras