

Contaminación Atmosférica (2008/09)

Profesores:

- Bruno Martínez Haya Despacho 10, tercera planta, edificio 22.
Tutorías, Lunes a Miércoles: 12:30-13:30, Jueves: 10:00 a 13:00
- Patrick J. Merklng. Despacho 11, tercera planta, edificio 22.
Tutorías, Lunes, Martes: 12:30-14:30, Jueves: 17:00 a 19:00

PÁGINA WEB:

http://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/prog_CA.html

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Programa de Teoría

- Tema 1 Introducción a la Contaminación Atmosférica
- Tema 2 Modelos de concentración de contaminantes atmosféricos
- Tema 3 Fundamentos de Fotoquímica atmosférica: ozono estratosférico
- Tema 4 Contaminación Troposférica I: fotoquímica, ozono urbano, partículas
- Tema 5 Contaminación Troposférica II: lluvia ácida, efecto invernadero
- Tema 6 Contaminación en Espacios Cerrados
- Tema 7 Medida de la Contaminación Atmosférica I
- Tema 8 Medida de la Contaminación Atmosférica II
- Tema 9 Métodos de Control de Emisiones I
- Tema 10 Métodos de Control de Emisiones II

Método de trabajo:

- Reparto de diapositivas (página web, copistería)
- Explicación razonada en clase de cada uno de los conceptos teóricos
- Propuesta y resolución en clase de problemas prácticos

Sugerencias de estudio:

- Asistir a clase y TOMAR APUNTES
- Preguntar en clase (las interrupciones son bienvenidas)
- Intentar resolver los problemas propuestos: AL MENOS UNO DE LOS PROBLEMAS DE EXAMEN SERÁ IGUAL O MUY SIMILAR A LOS DE LAS HOJAS DE PROBLEMAS
- Asistir a tutorías

Programa de Prácticas

- 1-Modelo gaussiano de dispersión de contaminantes (3-5 Marzo, QF)
- 2- Determinación de contaminantes por espectroscopia infrarroja (31 marzo-2 abril, QF)
- 3-Absorción de efluentes gaseosos
- 4-Simulación de un ciclón
- 5-Determinación de oxidantes totales en aire (19-21 mayo, QF)

Uso obligatorio de la bata

Método de trabajo:

- Reparto de un guión de prácticas (Web, copistería)
- Trabajo individual o por parejas en el aula de informática y en el laboratorio conforme al guión de la práctica

Realización de informes individuales de cada práctica

Sugerencias de estudio:

- Realizar todas las tareas requeridas en el guión
- Anotar los resultados (cuaderno de prácticas)
- Anotar conclusiones principales (cuaderno de prácticas)
- Asistir a tutorías

¡ Para aprobar la asignatura !

- 1- Examen de teoría:
preguntas tipo test + pregunta teórica corta + 2 problemas
- 2- Para aprobar las prácticas:
 - Asistencia y realización obligatoria de todas las prácticas.
 - Examen de prácticas, con la ayuda del cuaderno de prácticas (se podrá requerir el cuaderno en caso de duda acerca de la calificación)
- 3- Nota final = $0.67 \times \text{teoría} + 0.33 \times \text{prácticas}$
- 4- Nota mínima de compensación: 4.5* tanto en teoría como en prácticas

*Existe la posibilidad de realizar un trabajo antes del examen. A elegir entre varias opciones. Estará disponible en breve. Fecha de entrega de los trabajos: antes del 18 de Mayo.

Bibliografía

Manuales de Química y Contaminación Atmosférica

- FIGUERUELO, J. E.; DÁVILA, M. M.: *Química Física del Medio Ambiente*, ed. Reverté, 2001.
- CONNELL, Des W., *Basic Concepts of Environmental Chemistry*, CRC Press, 1997.
- BRASSEUR, G.P., ORLANDO, J.J., Y TYNDALL, G.S., (ed.) *Atmospheric Chemistry and Global Change*. Oxford University Press. New York 1999.
- BAIRD C., *Environmental Chemistry*. W.H. Freeman and Co. 1ª edición, 4ª reimpresión. New York 1998. (Manual soluciones: *Environmental chemistry: solutions manual*, 1999). Traducción: *Química Ambiental*, ed. Reverté, 2001

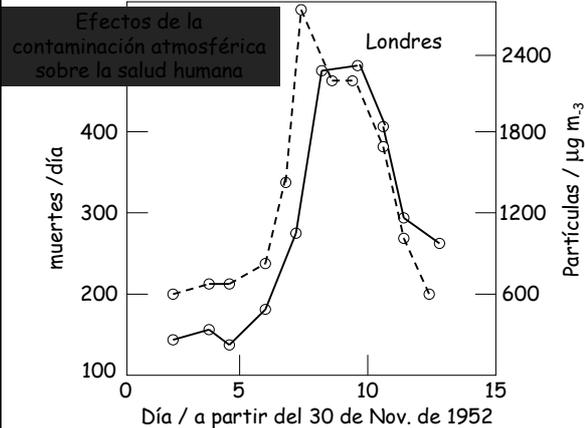
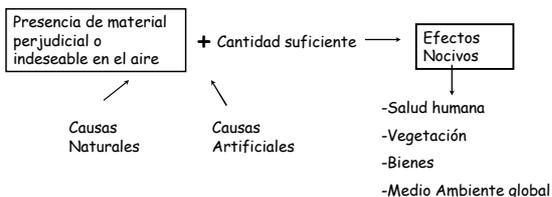
Manuales de Análisis y Control de contaminantes Atmosféricos

- de NEVERS, N., *Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire*, McGraw-Hill, México, 1998
- HEINSOHN, R. J. y KABEL, R., L., *Sources and Control of Air Pollution*, Prentice Hall, 1999
- RUBINSON, K.A., RUBINSON, J.F., *Análisis Instrumental*. Prentice Hall, Madrid 2001
- KEBBEKUS, B. B. Y MITRA, S., *Environmental Chemical Analysis*, Blackie Academic&Profesional, 1998

Tema 1: Introducción a la Contaminación Atmosférica

¿Qué se entiende por contaminación atmosférica?

Contaminación Atmosférica =



LA CALIDAD DEL AIRE URBANO

La contaminación atmosférica causa en Europa 350.000 muertes prematuras al año. De ellas, 16.000 corresponden a España.*

* Programa CAFÉ: "Clean Air for Europe"; <http://ec.europa.eu/environment/air/cafes/index.htm>

EL PROYECTO EMECAS: PROTOCOLO DEL ESTUDIO MULTICÉNTRICO EN ESPAÑA DE LOS EFECTOS A CORTO PLAZO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE LA SALUD

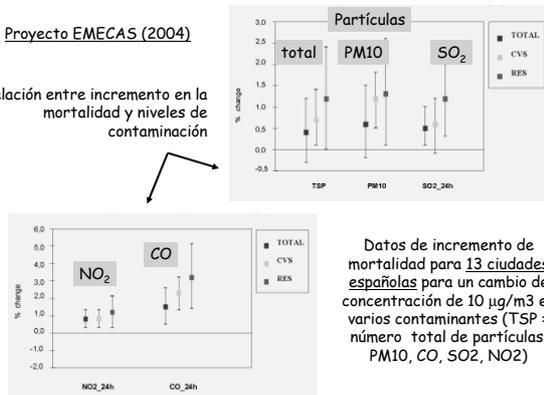
Proyecto EMECAS (2004)

Ferrán Ballester (1), Marc Saez (2), Antonio Daponte (3), Jose María Ordóñez (4), Margarita Taracido (5), Koldo Cambra (6), Federico Arribas (7), Juan B Bellido (8), Jesús J Guillén (9), Inés Aguinaga (10), Alvaro Cañada (11), Elena López (12), Carmen Higuera (1), Paz Rodríguez (1), Santiago Pérez-Hoyos (1), María Antonia Barceló (2), Ricardo Ocasía (3) y Emiliano Arriaguz (4) en nombre del grupo EMECAS.

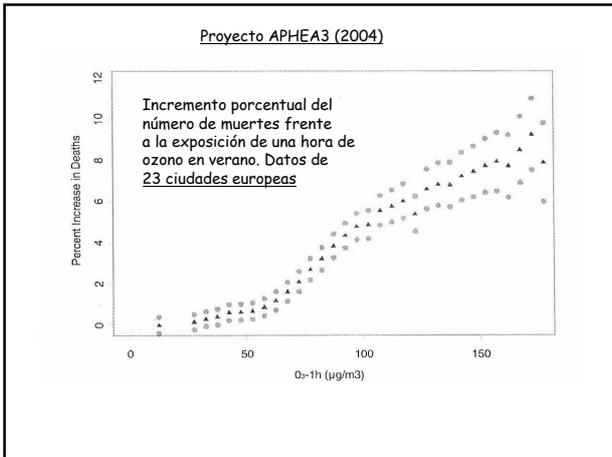
- (1) Escuela Valenciana de Estudios para la Salud (EVES). Consejería de Sanidad. Generalitat Valenciana
- (2) Grup de Recerca en Epidemiologia, Ecologia Aplicada i Salut (GRECS), Universitat de Girona
- (3) Escuela Andaluza de Salud Pública (EASAP), Granada
- (4) Dirección General de Salud Pública, Comunidad de Madrid
- (5) Departamento de Medicina Preventiva, Universidad de Santiago de Compostela
- (6) Dirección General de Sanidad del Gobierno Vasco, Vitoria
- (7) Departamento de Sanidad, Bienestar y Trabajo, Diputación General de Aragón, Zaragoza
- (8) Centro de Salud Pública de Castellón, Generalitat Valenciana
- (9) Centro de Área de Salud Pública de Cartagena, Gobierno Autónomo, Comunidad de Murcia
- (10) Servicio de Epidemiología, Ayuntamiento de Pamplona.
- (11) Dirección General de Salud Pública Gobierno Autónomo, Asturias
- (12) Dirección General de Salud Pública, Consejería de Sanidad de Canarias

Proyecto EMECAS (2004)

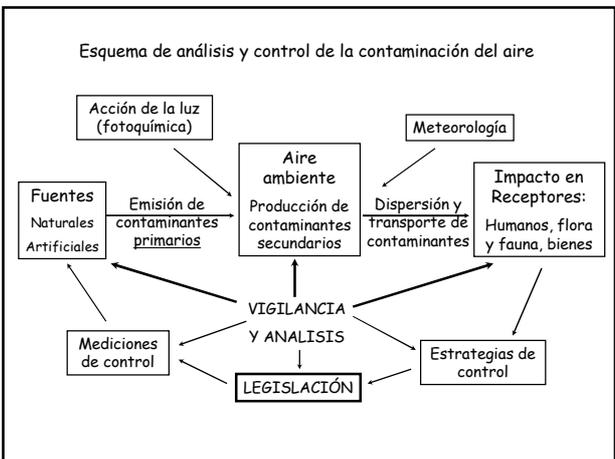
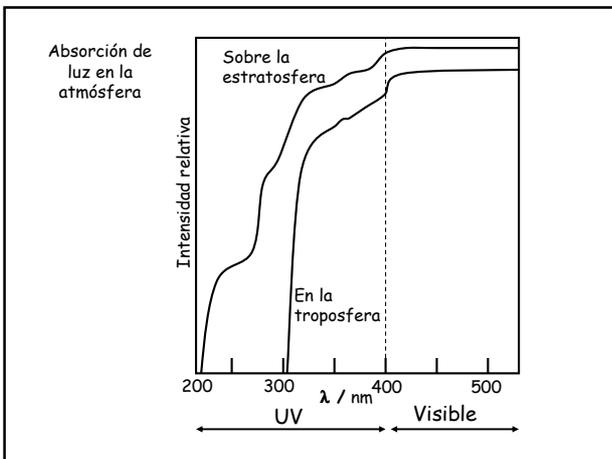
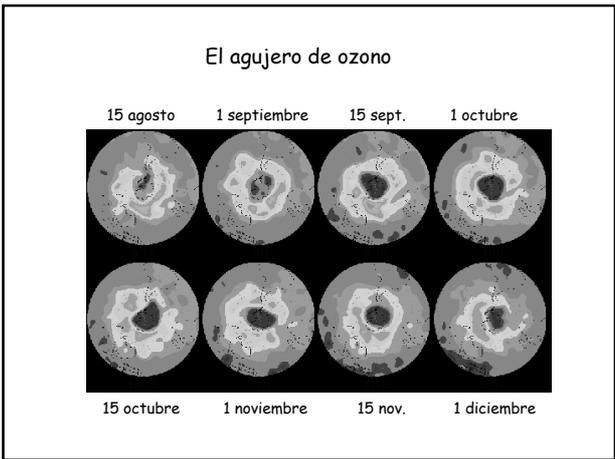
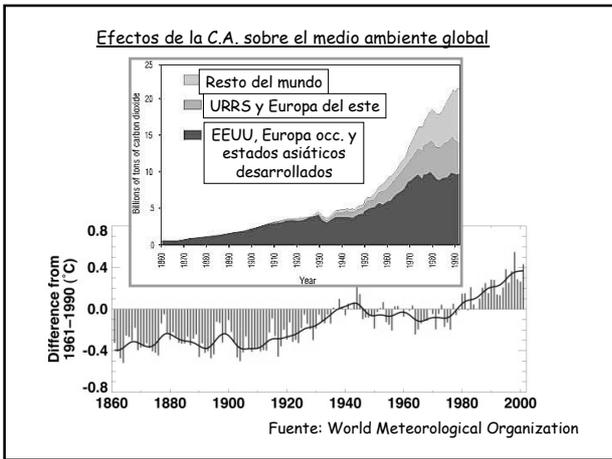
Relación entre incremento en la mortalidad y niveles de contaminación



Datos de incremento de mortalidad para 13 ciudades españolas para un cambio de concentración de 10 µg/m³ en varios contaminantes (TSP = número total de partículas, PM10, CO, SO2, NO2)



- Problemas principales.**
- Incremento de la concentración de oxidantes troposféricos (ozono principalmente) y su efecto sobre la salud humana
 - Degradación general de la calidad del aire (partículas, compuestos orgánicos volátiles, etc...)
 - Cambio climático (calentamiento global) resultado del incremento en las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero
 - Lluvia ácida y su efecto sobre la vegetación
 - Reducción de los niveles de ozono estratosférico, con el consiguiente incremento de la radiación ultravioleta que llega a la superficie.
 - Otros efectos "menores" de la contaminación urbana/industrial: efecto sobre el patrimonio, sobre la visibilidad durante el día, etc...



Atmósfera y principales sustancias contaminantes

Composición y estructura de la atmósfera

| Componente | % en Volumen |
|-----------------|---------------------------------|
| N ₂ | 78.085 |
| O ₂ | 20.946 |
| Ar | 0.934 + vapor de agua (0.01-5%) |
| CO ₂ | 0.0314 |
| Ne | 0.00182 |
| He | 0.00052 |

Otros:

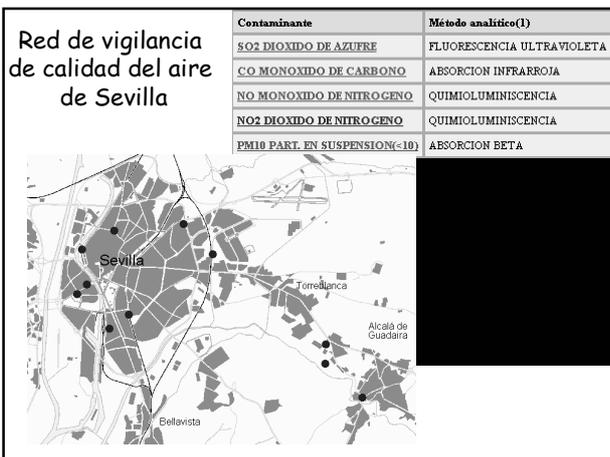
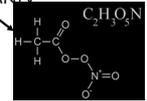
CH₄, Kr, H₂, CO, Xe, O₃, NH₃, NO₂

Contaminantes primarios y secundarios

1. **Primarios**: se vierten directamente
2. **Secundarios**: se forman a partir de los primarios por procesos químicos y fotoquímicos atmosféricos

| PRIMARIOS | SECUNDARIOS |
|-----------|-------------|
|-----------|-------------|

| | |
|--|--|
| SO ₂ | Ácidos sulfúrico y nítrico |
| CO | peroxiacetilnitrato (PAN) y relacionados |
| COVs | Ozono |
| NO _x | Partículas secundarias |
| NH ₃ | |
| Partículas | |
| Otros: CFCs, metales pesados (Hg, Pb, Cd), CO ₂ | |



SO₂

- > Es un gas fácil de licuar (P. E. -10°C), polar y soluble en agua.
- > Irritante de las vías respiratorias. Precursor en la formación de partículas secundarias (sulfatos) y de lluvia ácida (ácido sulfúrico)

FUENTES NATURALES (~60%): volcanes, descomposición biológica

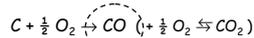
- FUENTES ARTIFICIALES:
1. Combustión de combustibles fósiles
 2. Industrias: fundiciones, refinerías, etc

UMBRAL DE ALERTA: 500 µg / m³

CO

- > Es un gas incoloro e inodoro de bajo punto de ebullición (-109°C)
- > Es muy tóxico. Se combina con la hemoglobina de la sangre formando carboxihemoglobina, lo cual impide la formación de oxihemoglobina, y por tanto el transporte de oxígeno por la sangre.

FUENTE PRINCIPAL: combustión incompleta del carbono:

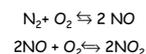


UMBRAL DE ALERTA: 45000 µg / m³

NO_x

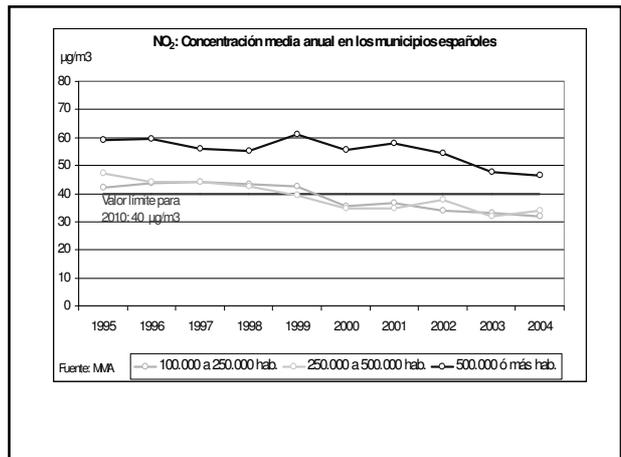
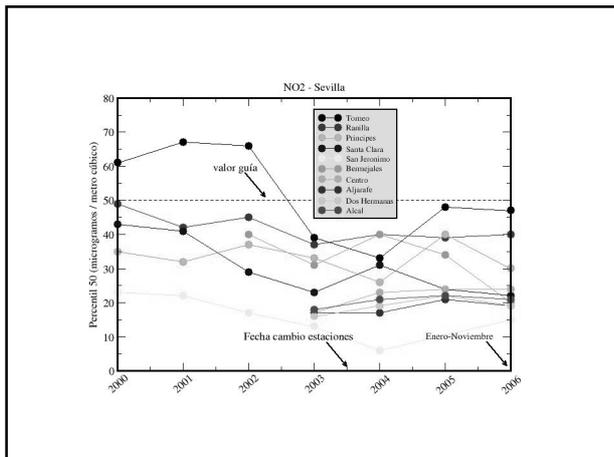
- > Son el NO y NO₂ (monóxido y dióxido de nitrógeno). El NO es un gas incoloro, de bajo punto de ebullición (-163°C), incoloro y poco soluble en agua. El NO₂ es un gas de color rojo pardo intenso.
- > El NO es inocuo pero el NO₂ es un irritante de las vías respiratorias.
- > Los NO_x son precursores de la formación de ozono en ambiente urbano. También son precursores de la formación de PAN, partículas secundarias y lluvia ácida (ácido nítrico)

FUENTE: combustión a alta temperatura en presencia de aire (N₂)



UMBRAL DE ALERTA: 400 µg / m³

Valor límite de la media anual: 40 µg / m³ (2010)



COV y metano

$\text{H}-\text{C}=\text{O}$
 R

$\text{R}_1-\text{C}=\text{O}$ R_2 $\text{H}-\text{C}-\text{H}$
 H O H

> **Compuestos Orgánicos Volátiles:** hidrocarburos (alcanos, alquenos, aromáticos), aldehídos, cetonas, ácidos, etc... de punto de ebullición menor de 100°C.

> Son precursores de la formación de ozono troposférico. Los compuestos aromáticos, sobre todo los policíclicos, son cancerígenos.

FUENTES NATURALES: plantas (isoprenos), microorganismos, insectos (metano)

FUENTES ARTIFICIALES:

1. Combustión incompleta (vehículos, calefacciones, etc...)
2. Evaporación combustibles
3. Evaporación disolventes
4. Ganadería extensiva (metano)

UMBRAL DE ALERTA: 140000 µg / m³

Ozono

> Forma alotrópica del oxígeno: O₃. Gas de bajo punto de fusión (-112°C), de color azulado y olor característico (tormenta).

> Es un poderoso irritante de las vías respiratorias, principal causante de asma en ambiente urbano, incluso en pequeñas concentraciones.

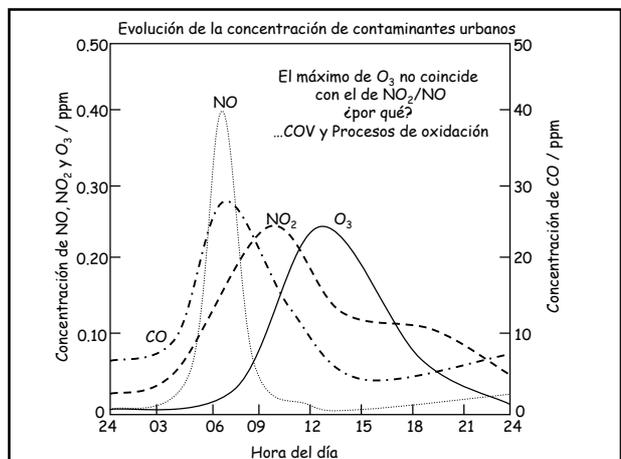
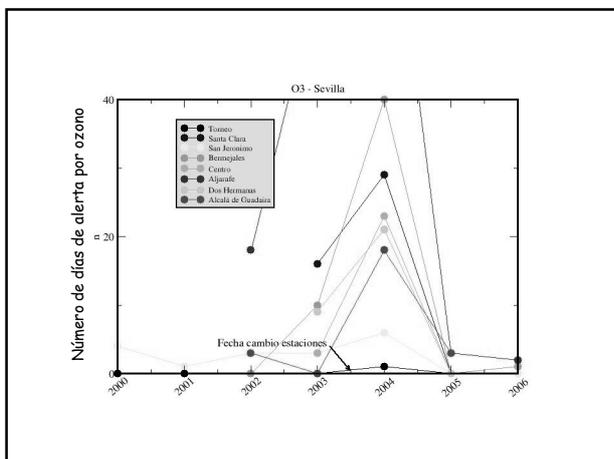
FUENTE NATURAL: fotólisis del O₂ por radiación ultravioleta

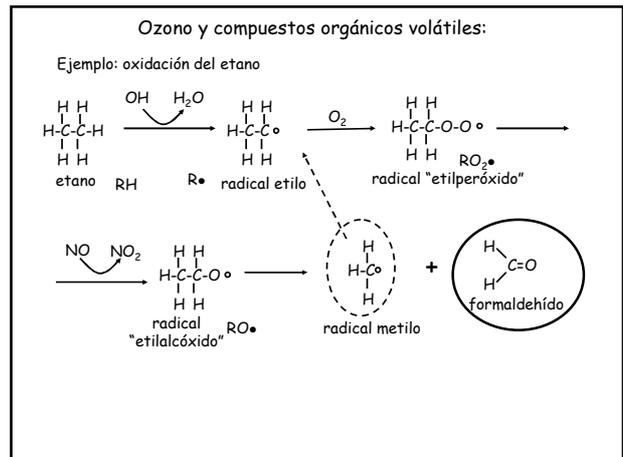
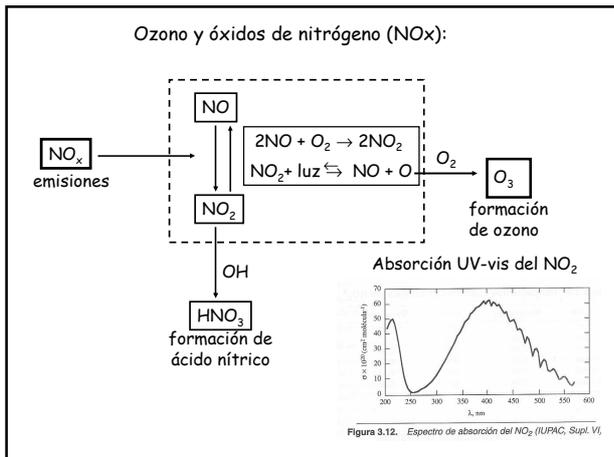
FUENTE ARTIFICIAL: descomposición fotoquímica del NO₂ (ambiente contaminado urbano)

$\text{NO}_2 + \text{luz} \rightarrow \text{NO} + \text{O}$

UMBRAL DE ALERTA: 240 µg / m³

UMBRAL DE INFORMACIÓN: 180 µg / m³





Ozono y compuestos orgánicos volátiles:

La oxidación del COV en presencia de NO produce formaldehído

$$\text{COV} + \text{OH} + \text{NO} \rightarrow \text{H}_2\text{CO} \text{ (formaldehído)}$$

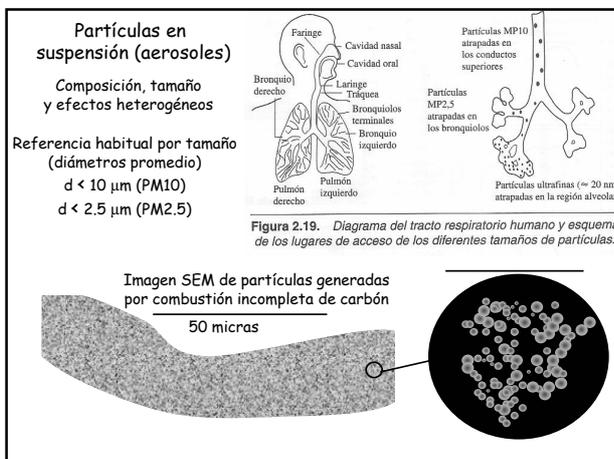
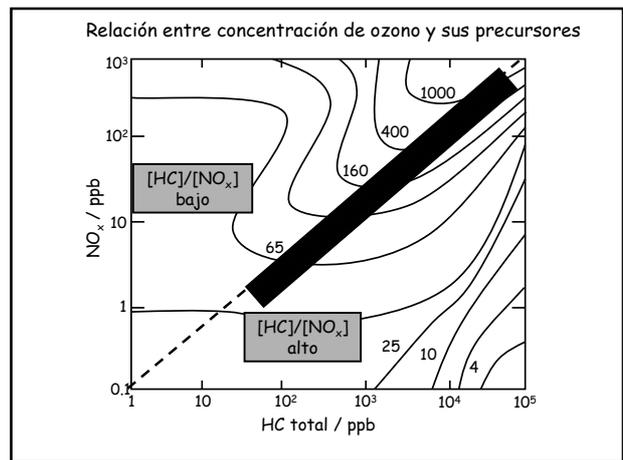
En abundancia de NO, el formaldehído PRODUCE O_3

$$(1) \text{H}_2\text{CO} + 2\text{NO} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2 \rightarrow \text{O}_3$$

En abundancia de COV, el formaldehído DESTRUYE O_3

$$(2) \text{H}_2\text{CO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{O}_2$$

Tanto (1) como (2) son el resultado de una serie de reacciones de oxidación secuenciales $\text{H}_2\text{CO} \rightarrow \text{HCO} \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$, en las que intervienen el OH y el HO_2



Partículas

Partículas en la troposfera

- Partículas primarias: se forman directamente a partir de emisiones naturales o artificiales
- Partículas secundarias: se forman en la atmósfera a partir de contaminantes gaseosos

FUENTES NATURALES: polvo del suelo, espumas marinas, pólenes, etc...

FUENTES ARTIFICIALES: humos de combustión (carbón, petróleo), emisiones industriales (humos, cenizas, canteras). Reacciones atmosféricas.

UMBRAL DE ALERTA: $150 \mu\text{g} / \text{m}^3$

Valor límite de la media anual: $40 \mu\text{g} / \text{m}^3$ (2005)

