

10º Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 10)

Convención de técnicos de calidad del aire (ST-8)

Estrategias para la mejora de la calidad del aire en zonas urbanas

Querol X., A. Alastuey, F. Amato, T. Moreno, M. Viana, J. Pey, M. Pandolfi, M.C. Minguillon, N. Perez, J. de la Rosa, A. Sánchez de la Campa, A. González Ortiz, S. Jiménez, M. Pallarés.



Martes 23 de noviembre de 2010

Estrategias para la mejora de la calidad del aire en zonas urbanas

ÍNDICE

- Calidad del aire: Legislación y parámetros críticos
- El problema de NO₂
- El problema de PM
- Medidas tecnológicas y no-tecnológicas para la mejora de la calidad del aire
- Conclusiones

ENCOMIENDA DE GESTIÓN CALIDAD DEL AIRE EN ESPAÑA



LEGISLACIÓN EN CALIDAD DEL AIRE

Emisión

DIRECTIVA 2008/1/CE

◆ IPPC Integrated Prevention and Pollution Control

Aire ambiente

DIRECTIVA MADRE 96/62/CE

◆ Evaluation and Managing of air quality
Annex I: SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, TSP, Pb, O₃,
benzene, CO, PAH, Cd, As, Ni, Hg

Directive 1999/30/CE ◆ SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, Pb (PM_{2.5}??)

Directive 2000/69/CE ◆ benzene, CO

Directive 2002/03/CE ◆ O₃

Directive 2004/107/CE ◆ PAH, Cd, As, Ni, Hg

(PM_{2.5}) → Directive Clean Air for Europe and Air Quality, 2008/50/CE

Deadlines 2005-2010-2013-2015-2020

Estrategias para la mejora de la calidad del aire en zonas urbanas

02

293 °K , 101,3 kPa
except PM and metals, Evriron. Cond.

Directive 2008/50/CE

Hourly	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂	24 times per year
Daily	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂	3 times per year
Annual prot. ecos.	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO ₂	not exceeding annual and mean Oct- Mar
Hourly	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂	18 times per year from 2010
Annual	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO ₂	not exceeding from 2010
Annual prot. vegetation	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO _x	(reported as NO ₂) not exceeding, from 2010
Annual	30 (5) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Benzene	not exceeding from 2010
Mean 8-h max. in a day	10 mg/m ³ CO	not exceeding
Annual	500 ng/m ³ Pb	not exceeding
Annual	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	not exceeding
Daily	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM ₁₀	n<35 per year
Annual	(25 y 20 (18) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM _{2,5})	not exceeding
2010-2020	(reducing 20% PM _{2,5} triennial for mean of urban background)	

Directive 2004/107/CE

Annual	6 ng/m ³ As	not exceeding
Annual	20 ng/m ³ Ni	not exceeding
Annual	5 ng/m ³ Cd	not exceeding
Annual	1 ng/m ³ Benzo[α]pirene	not exceeding

Parámetros críticos

10º Congreso Nacional del Medio Ambiente



CONAMA10
CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

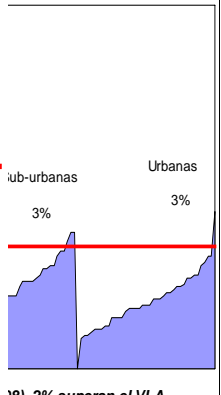
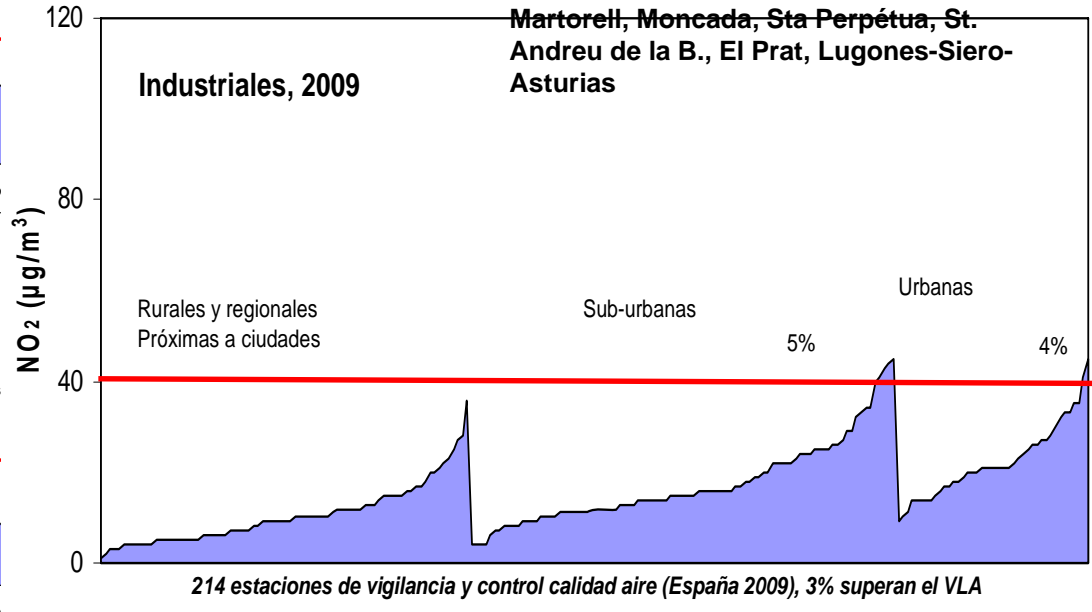
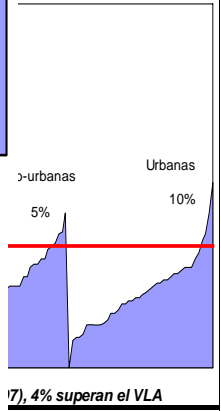
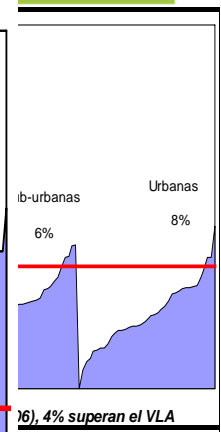
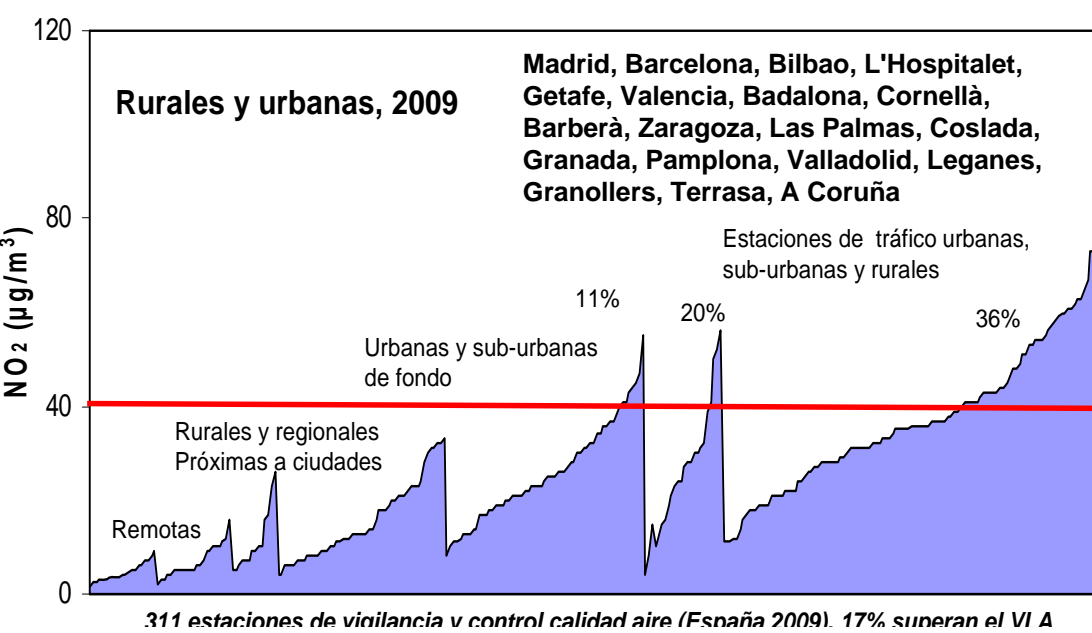
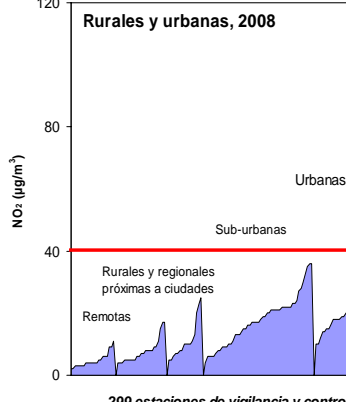
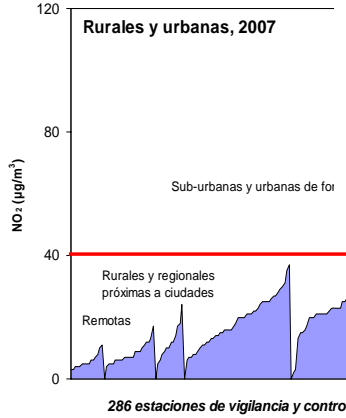
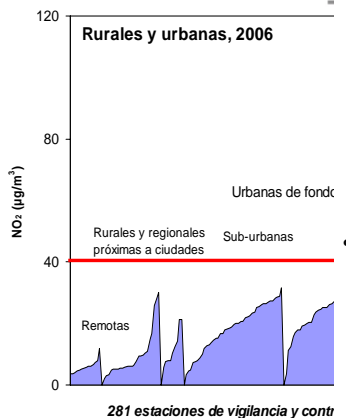
PLANES DE MEJORA DE CALIDAD DEL AIRE A APLICAR EN CASO DE SUPERACIONES: INFORMACIÓN REQUERIDA POR EL FUTURO REAL DECRETO

1. Localización de la superación: región, ciudad (mapa), estación de medición (mapa, coordenadas geográficas).
2. Información general: tipo de zona (ciudad, área industrial o rural), estimación de la superficie contaminada (km²) y de la población expuesta a la contaminación, datos climáticos útiles, datos topográficos pertinentes, información suficiente acerca del tipo de organismos receptores de la zona afectada que deben protegerse.
3. Autoridades responsables: nombres y direcciones de las personas responsables de la elaboración y ejecución de los planes de mejora.
4. **Naturaleza y evaluación de la contaminación:** concentraciones observadas durante los años anteriores (antes de la aplicación de las medidas de mejora), concentraciones medidas desde el comienzo del proyecto, técnicas de evaluación utilizadas.
5. **Origen de la contaminación: lista de las principales fuentes de emisión responsables de la contaminación (mapa), cantidad total de emisiones procedentes de esas fuentes (t/año),** información sobre la contaminación procedente de otras regiones, análisis de asignación de fuentes.
6. Análisis de la situación: **detalles de los factores responsables de la superación**, detalles de las posibles medidas de mejora de la calidad del aire.
7. Detalles de las medidas o proyectos de mejora que existían antes de la entrada en vigor de la presente norma, es decir: medidas locales, regionales, nacionales o internacionales y efectos observados de estas medidas.
8. **Información sobre las medidas o proyectos adoptados para reducir la contaminación tras la entrada en vigor de la nueva legislación: lista y descripción de todas las medidas previstas en el proyecto, calendario de aplicación, estimación de la mejora de la calidad del aire que se espera conseguir, evidencias epidemiológicas y perspectiva de protección de salud pública, y estimación del plazo previsto para alcanzar esos objetivos.**
9. Información sobre las medidas o proyectos a largo plazo previstos o considerados.
10. **Lista de las publicaciones, documentos, trabajos, etc., que completen la información solicitada .**
11. Procedimientos para el seguimiento de su cumplimiento y revisión.

NO₂ NIVELES ESPAÑA: 2006-2009

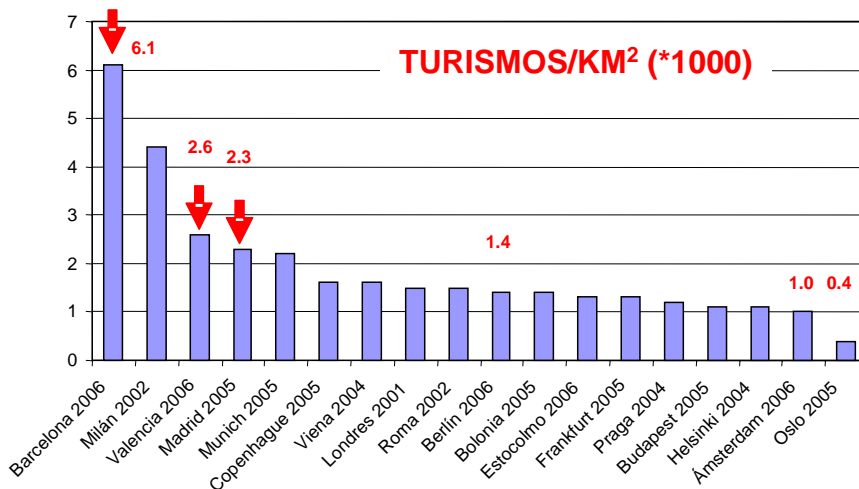
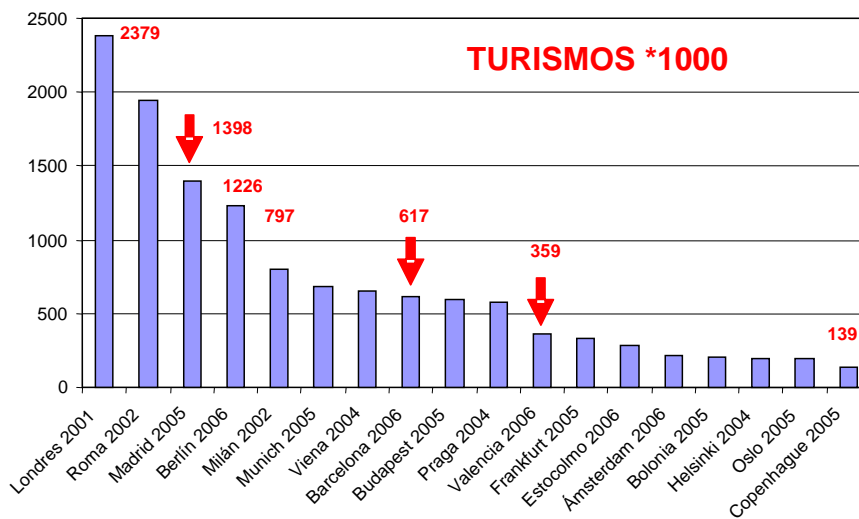


MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

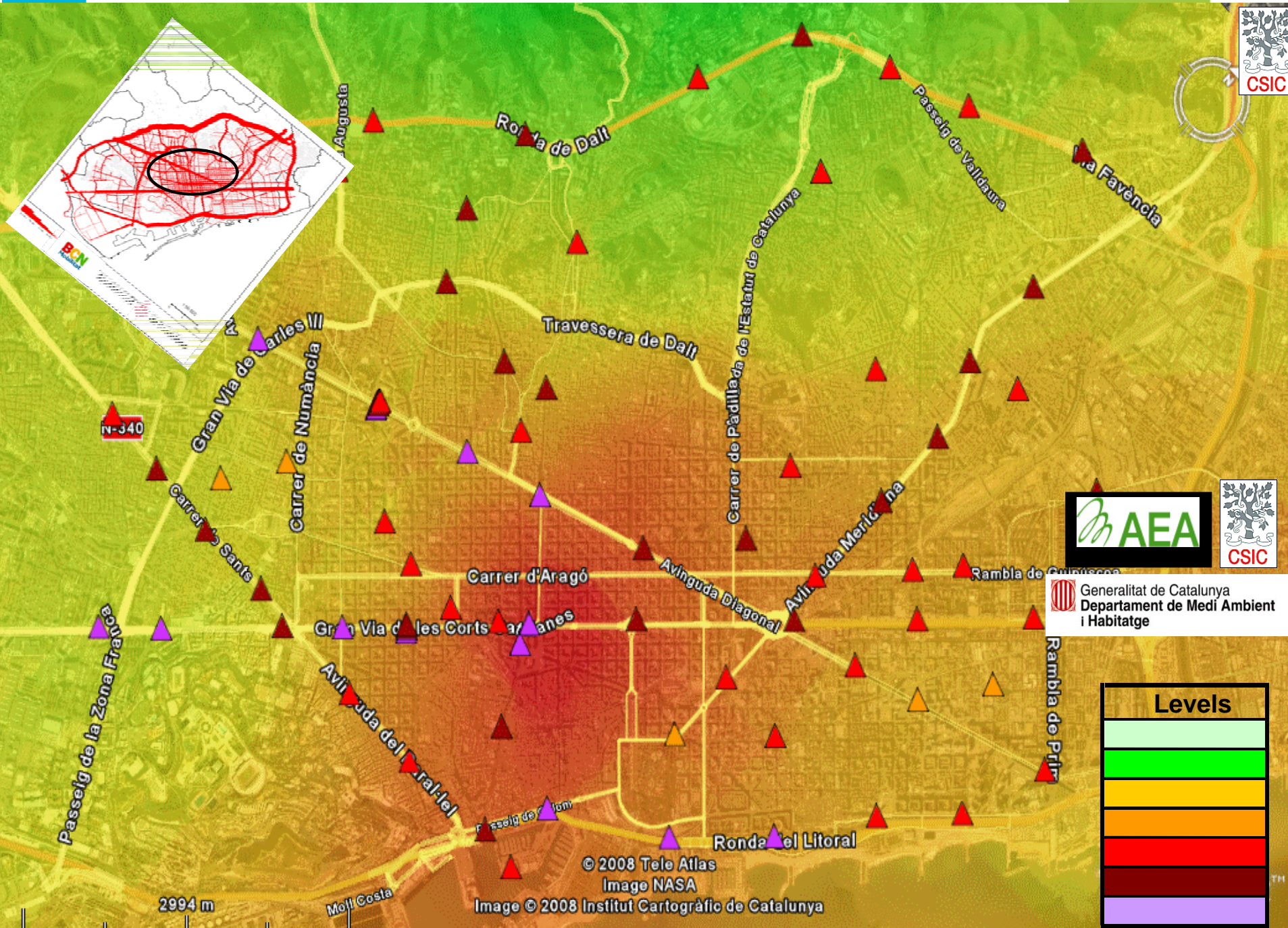


Estrategias para la mejora de la calidad del aire en zonas urbanas

<http://w3.bcn.es/fitxers/mobilitat/dadesbasiques2006.222.pdf>



NO₂ MAYO-JUNIO 2008 (120 DOSÍMETROS PASIVOS)



Generalitat de Catalunya
 Departament de Medi Ambient
 i Habitatge



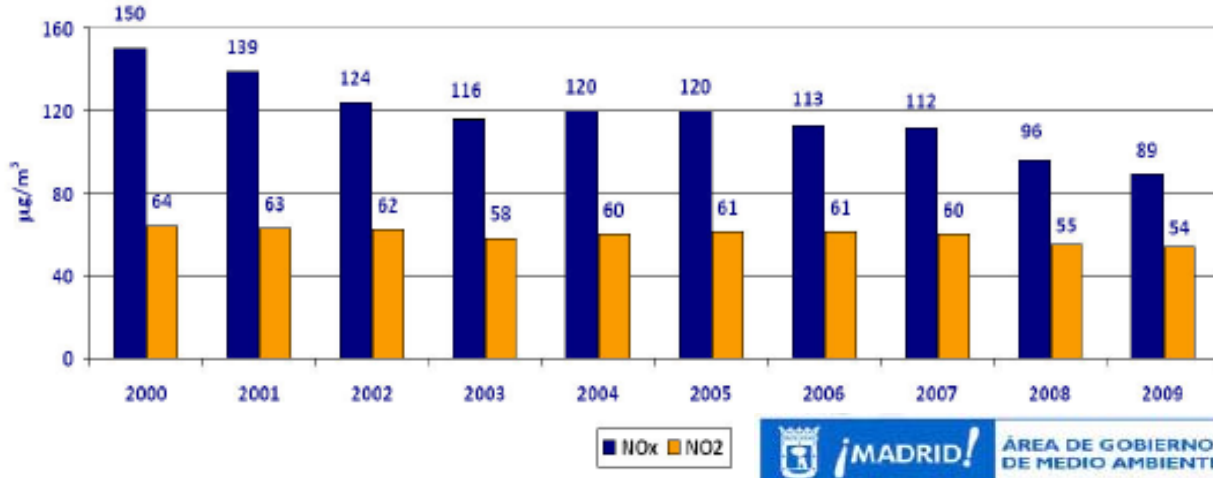
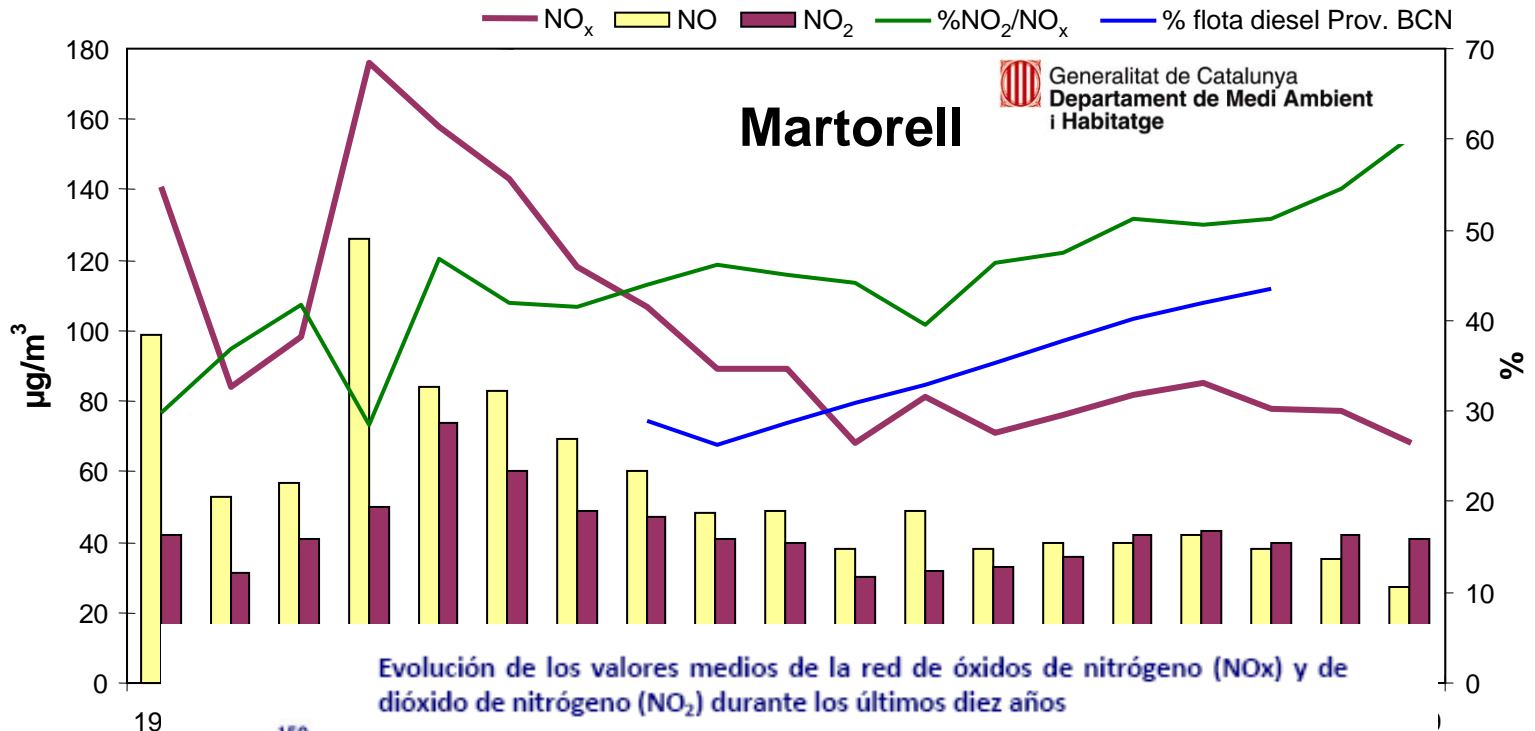
© 2008 Tele Atlas
 Image NASA
 Image © 2008 Institut Cartogràfic de Catalunya

2994 m

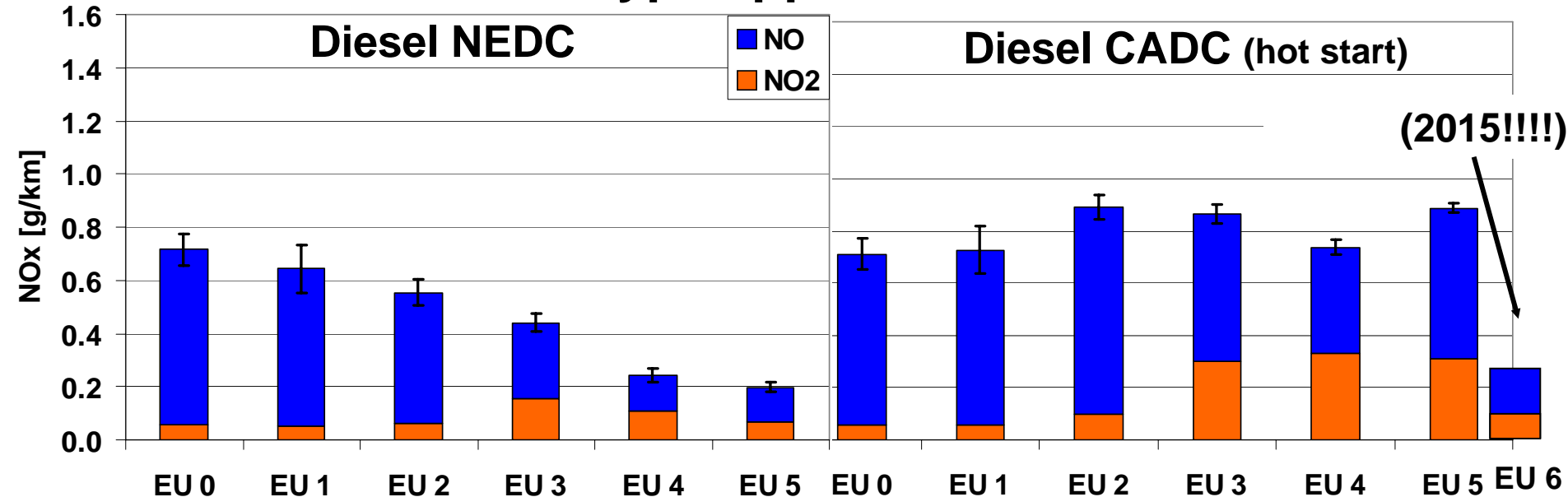
Estrategias para la mejora de la calidad del aire en zonas urbanas

NO & NO₂ TENDENCIAS 1990-2009

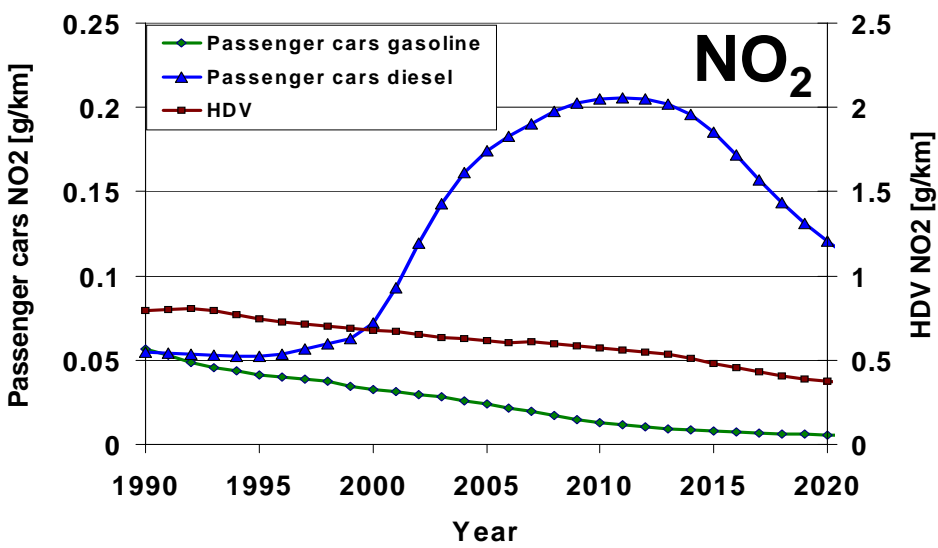
07



Emissiones reales: type approval vs. real world for PC



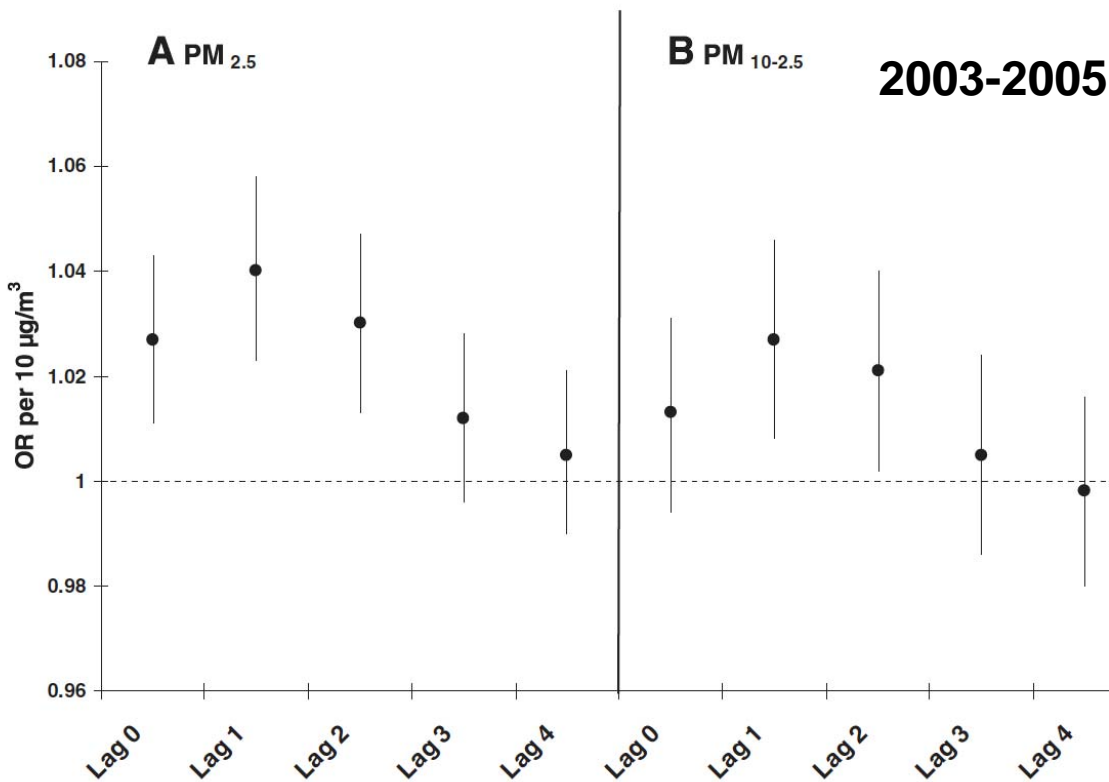
NO₂ fleet emission factors in urban traffic (share in mileage for AUT)



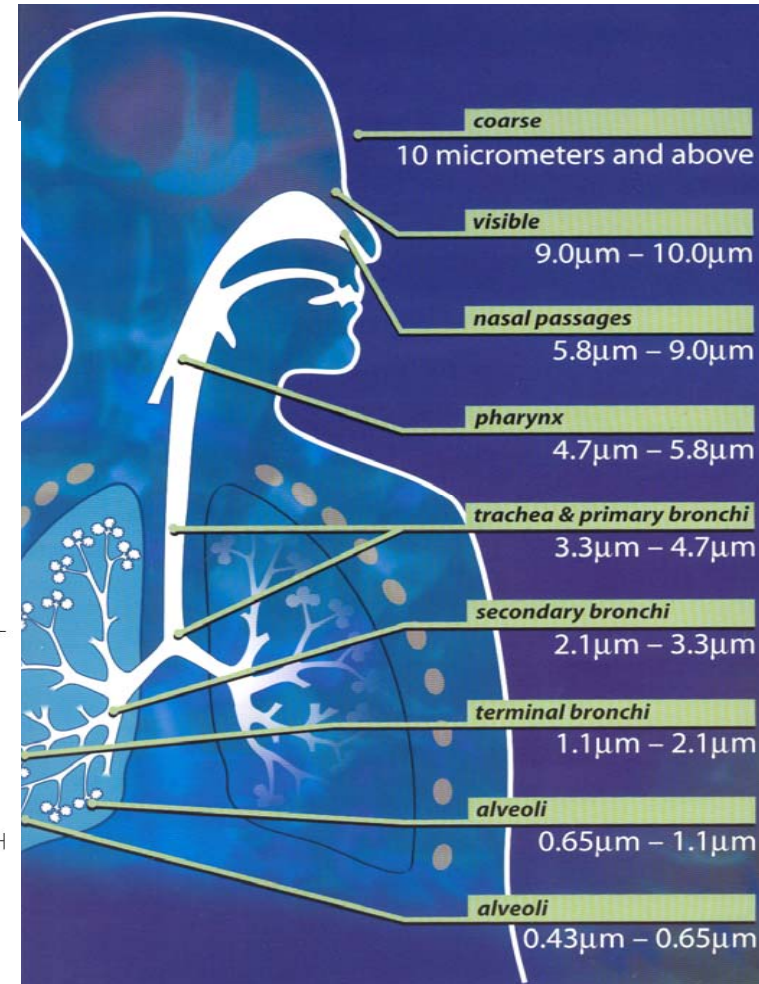
SE REQUIEREN URGENTEMENTE MEDIDAS NO TECNOLÓGICAS (REDUCCIÓN VEHÍCULOS)

PM: EFECTOS EN SALUD

INCREMENTO DE LA MORTALIDAD EN BARCELONA



Pérez et al. Epidemiology 2008;19:800-7



Fuentes de PM

Naturales:



Antropogénicos:

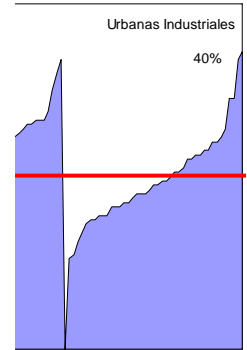
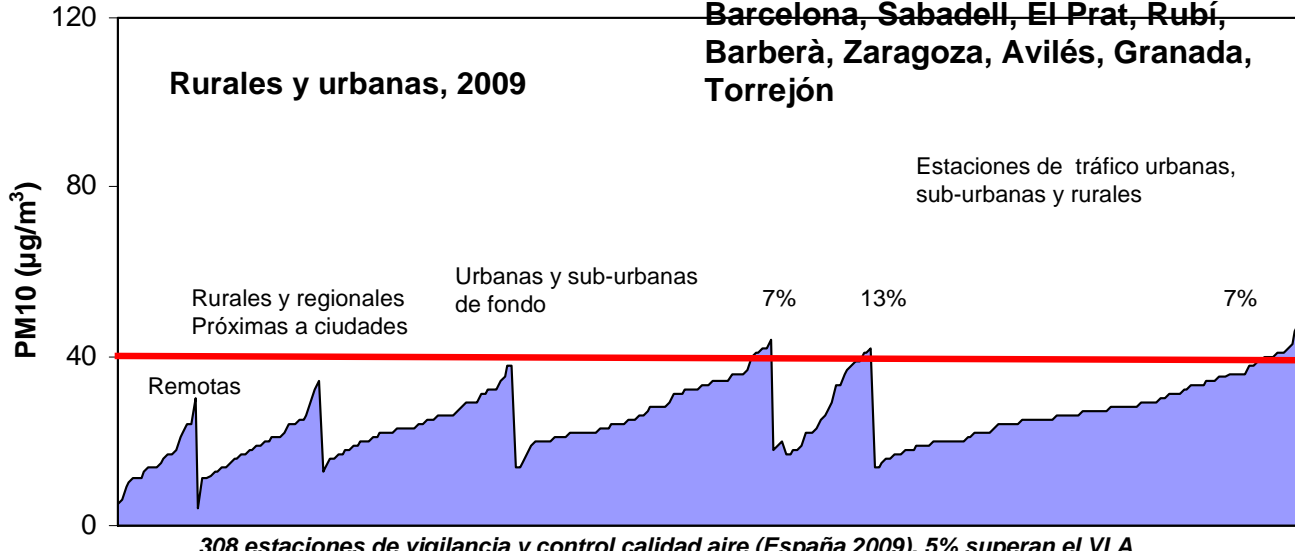
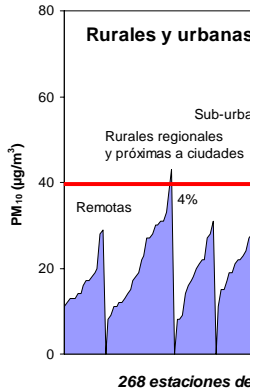
Combustión e industrial



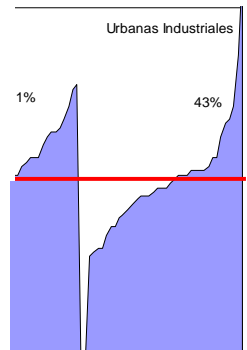
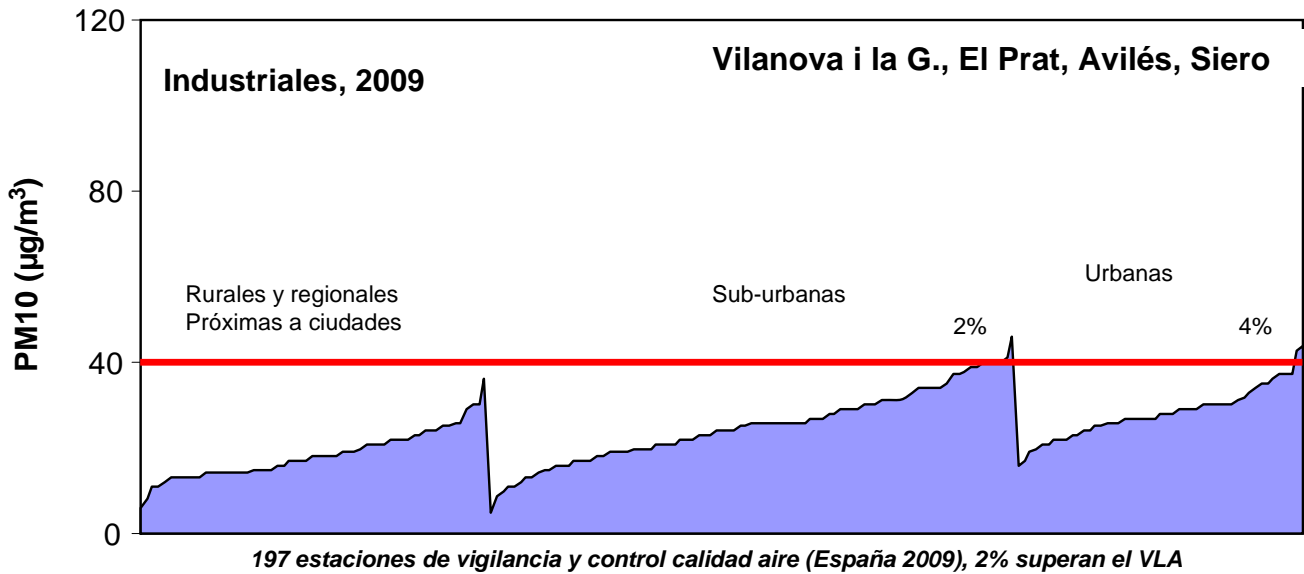
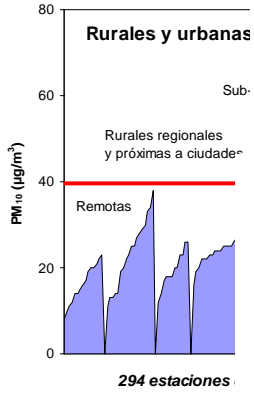
Procesos mecánicos



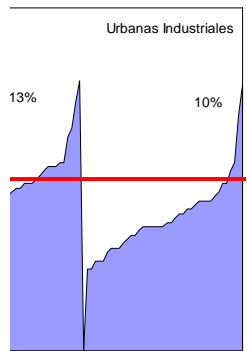
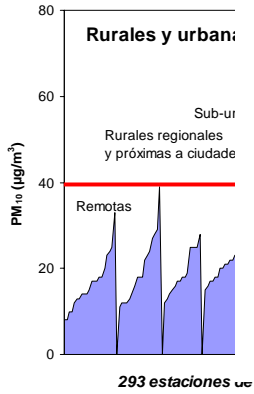
PM₁₀ NIVELES ESPAÑA: 2006-2009



6), 24% superan el VLA



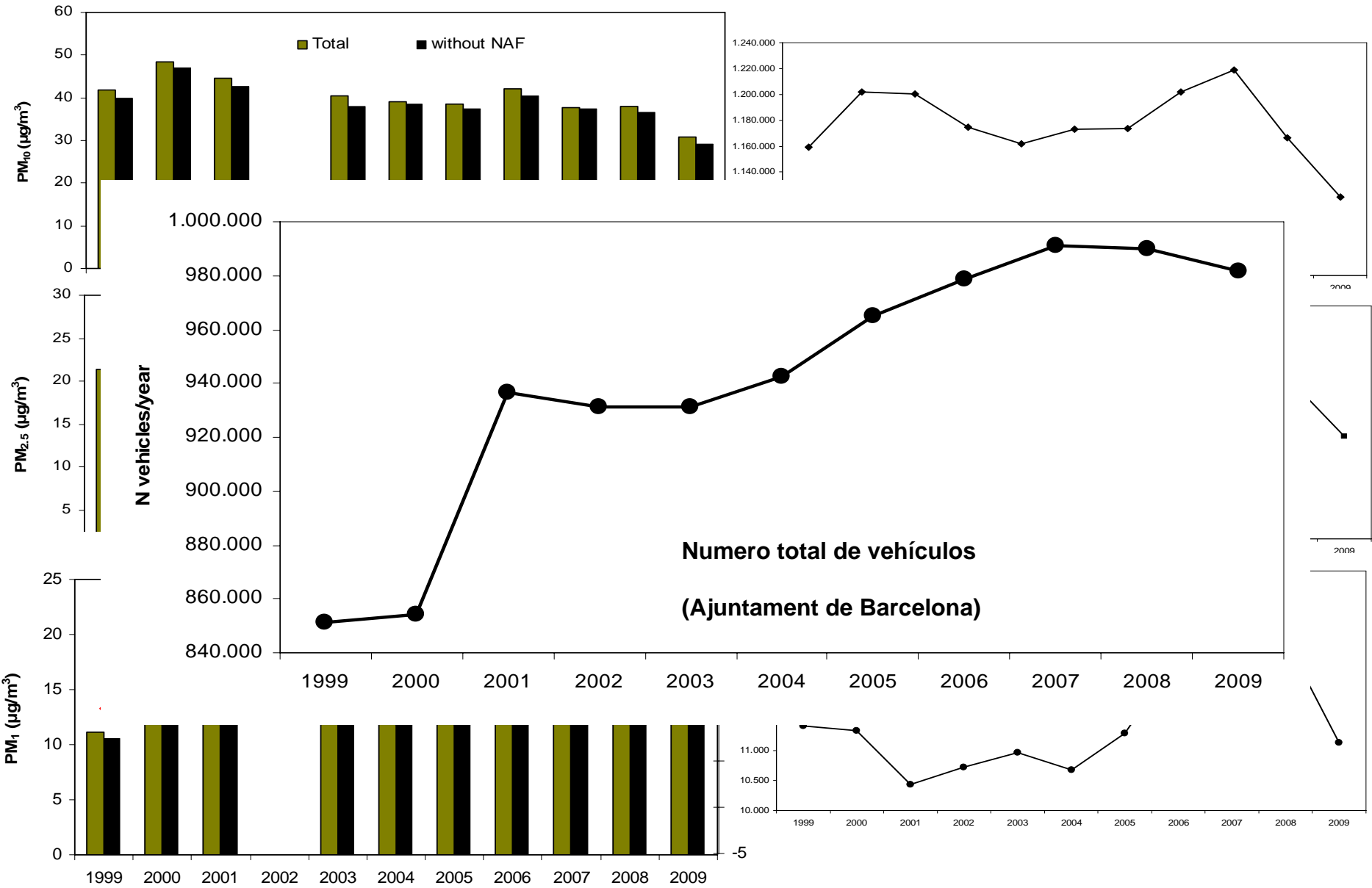
17), 19% superan el VLA



100 estaciones de vigilancia y control calidad del aire (España 2008), 10% superan el VLA

Estrategias para la mejora de la calidad del aire en zonas urbanas

BARCELONA: PM10, PM2.5 & PM1 TENDENCIAS



2007, Member States reporting
(‘The Questionnaire’)

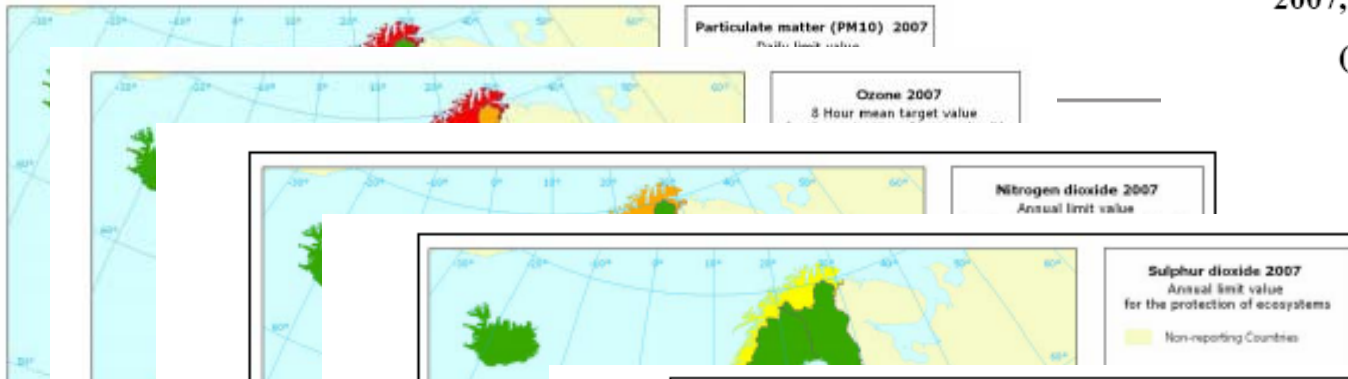


Figure 2

Figure 17: EU

Figure 15: EU27 zone exceedance Pb, 2007

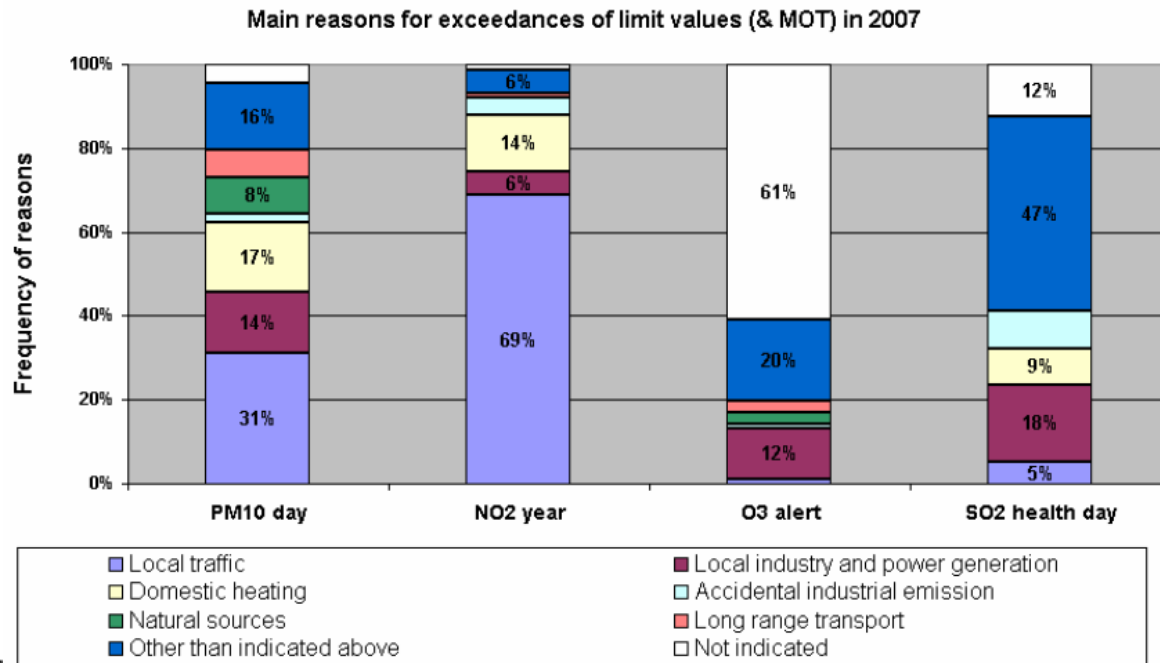
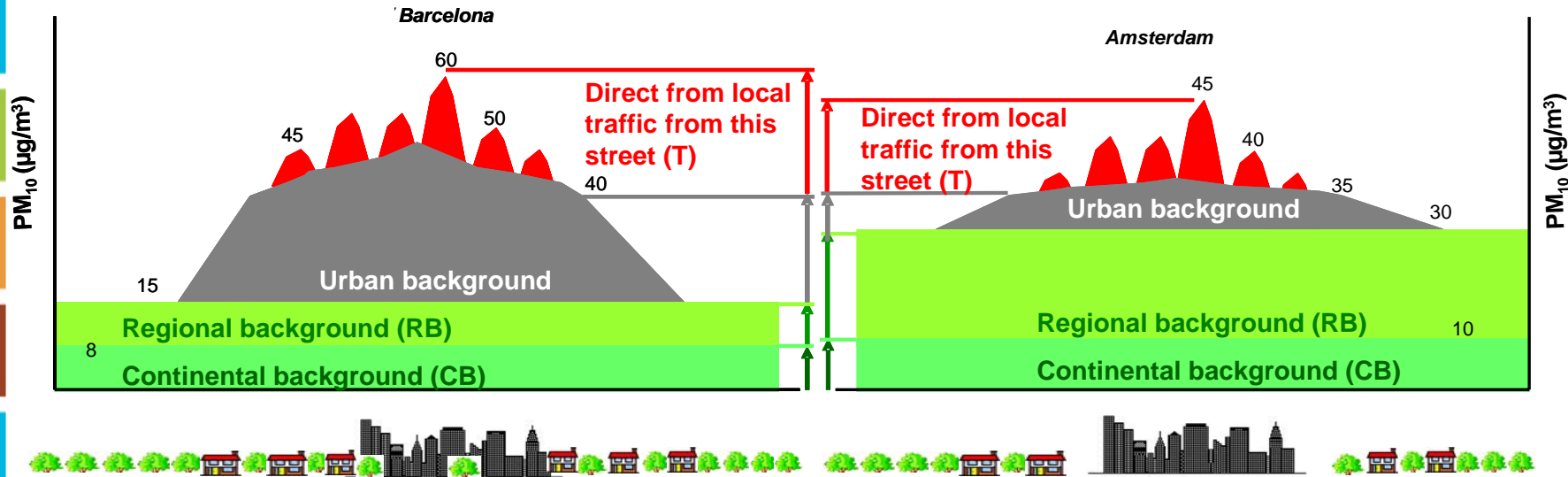


Figure 15: EU27 zone exceedance Pb, 2007

PM: ¿ES EL MISMO PROBLEMA EN TODAS LAS CIUDADES DE LA UE?



NaNO_3

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

NH_4NO_3

Major specie (excluding Canary Isl.)

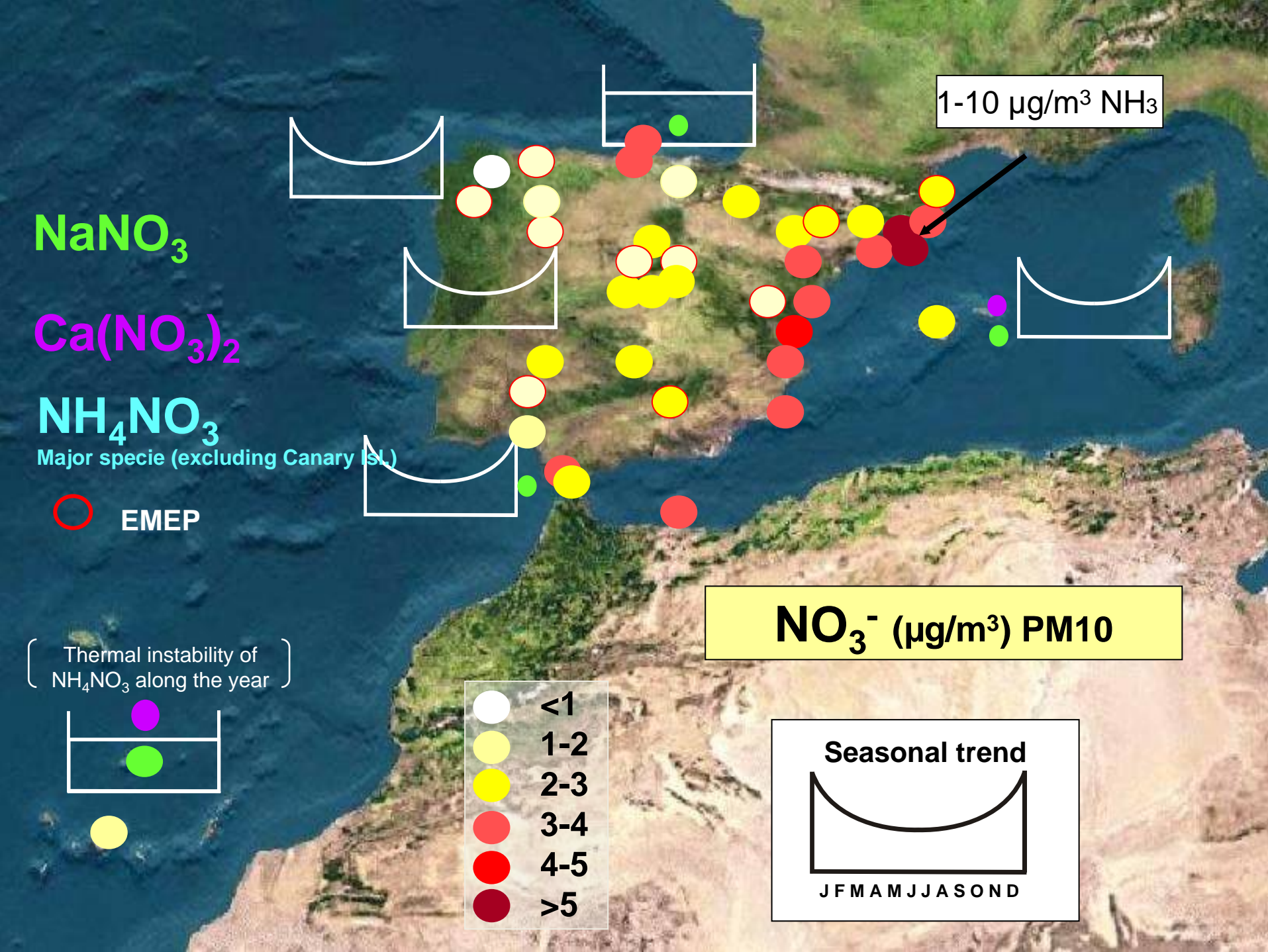
○ EMEP

1-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NH_3

NO_3^- ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM_{10}

Thermal instability of NH_4NO_3 along the year

- <1
- 1-2
- 2-3
- 3-4
- 4-5
- >5



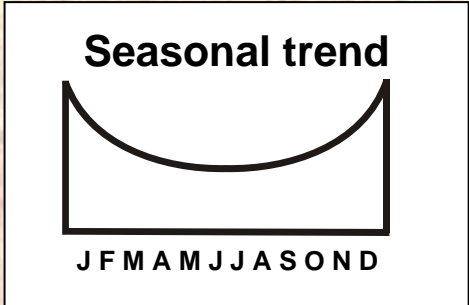


(No local C sources)

10-12 traffic and some industrial
5-10 urban background
3- 4 in rural, regional back.

(Maximal dispersion, Trade winds)

OM+EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10





[Low re-suspension]



[Influence from Traffic]



[Influence from Traffic]

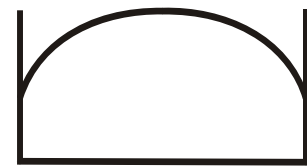


[African contribution]



Mineral matter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10

Seasonal trend



JFMAMJJASOND



□ unaccounted

■ metals

■ OC+EC

■ marine

■ mineral

■ NH4+

■ NO3-

■ nmSO42-

PM10/PM2.5

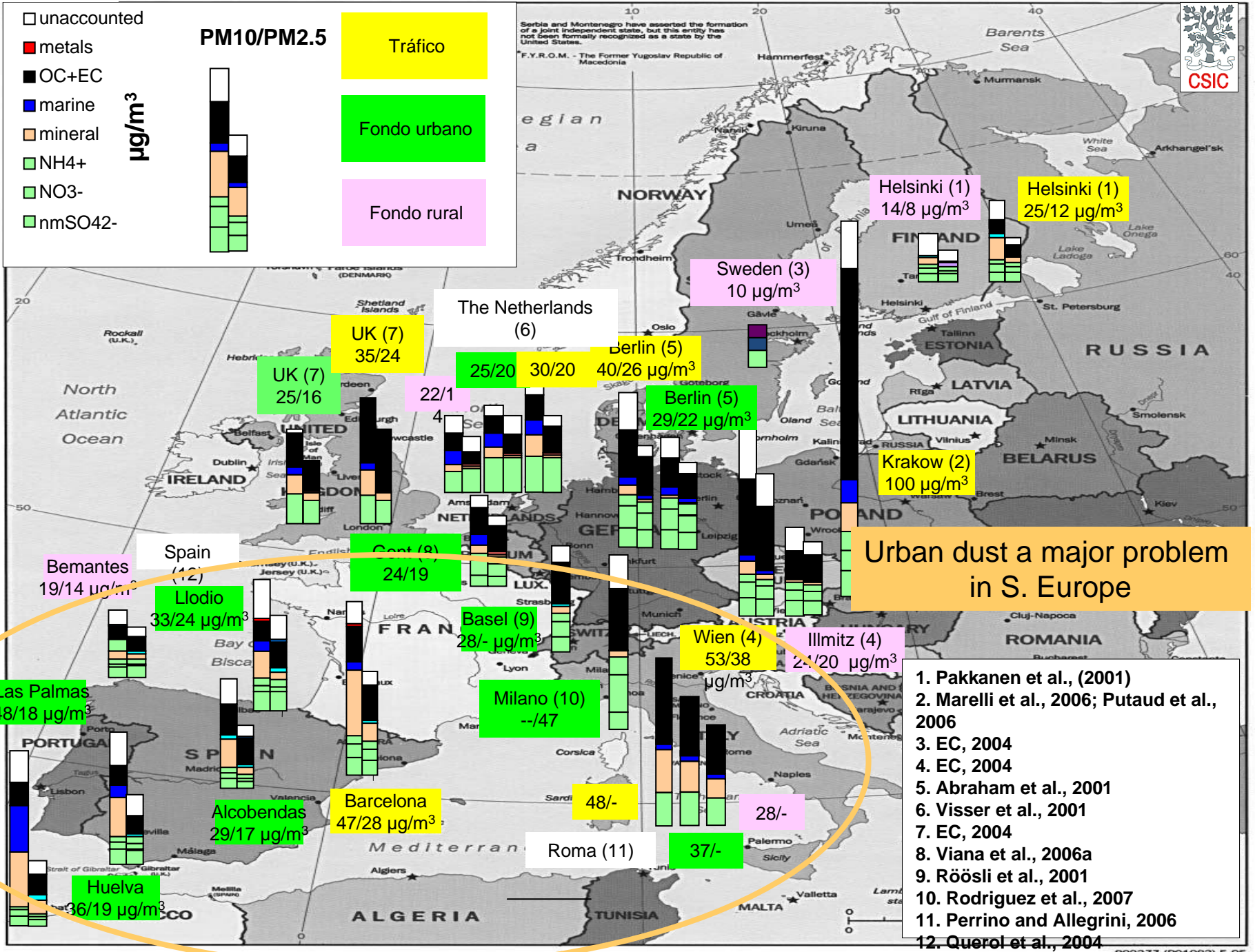
µg/m³



Tráfico

Fondo urbano

Fondo rural



Urban dust a major problem in S. Europe

1. Pakkanen et al., (2001)
2. Marelli et al., 2006; Putaud et al., 2006
3. EC, 2004
4. EC, 2004
5. Abraham et al., 2001
6. Visser et al., 2001
7. EC, 2004
8. Viana et al., 2006a
9. Rösli et al., 2001
10. Rodriguez et al., 2007
11. Perrino and Allegrini, 2006
12. Querol et al., 2004

	ng/m ³	Fondo rural	
		min	max
Li	0.1	0.3	
Be	0.01	0.02	
Sc	0.1	0.1	
Ti	7	22	
V	2	5	
Cr	1	2	
Mn	5	5	
Co	0.1	0.1	
Ni	2	3	
Cu	4	8	○
Zn	16	30	○
Ga	0.1	0.2	
Ge	0.1	0.3	
As	0.3	0.4	
Se	0.3	0.5	
Rb	0.5	0.6	
Sr	1	5	
Y	0.1	0.1	
Zr	4	4	
Nb	0.04	0.1	
Mo	2	3	
Cd	0.2	0.2	
Sn	1	2	○
Sb	0.6	0.6	○
Cs	0.01	0.04	
Ba	5	11	○
La	0.1	0.2	
Ce	0.2	0.4	
Pr	0.1	0.1	
Hf	0.1	0.2	
W	0.01	0.03	
Tl	0.1	0.1	
Pb	5	10	
Bi	0.1	0.1	
Th	0.1	0.2	
U	0.1	0.2	

**Niveles medios anuales
elementos traza
en PM10
37 emplazamientos
en España
1999-2007
(ng/m³)**

Valores objetivo
As 6 ng/m³
Cd 5 ng/m³
Ni 20 ng/m³

Valor límite
Pb 500 ng/m³

Valores guia OMS
Mn 150 ng/m³ anual
V 1000 ng/m³ diario

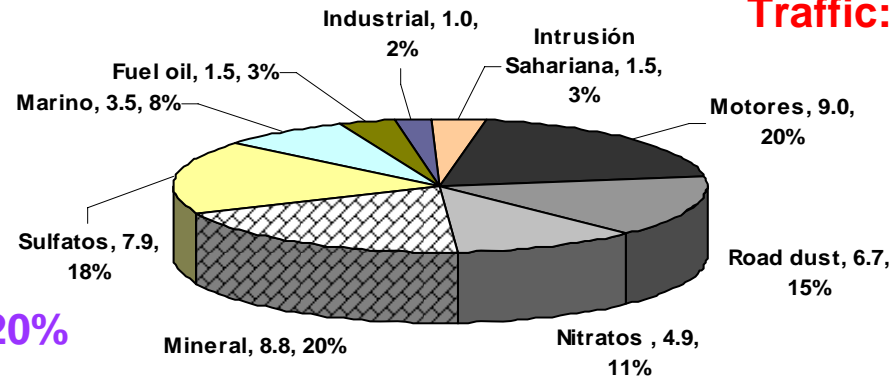
Estrategias para la mejora de la calidad del aire en zonas urbanas

Origen de la contaminación en Barcelona

PM₁₀

Max. Shipping: 3%

Traffic: 43%

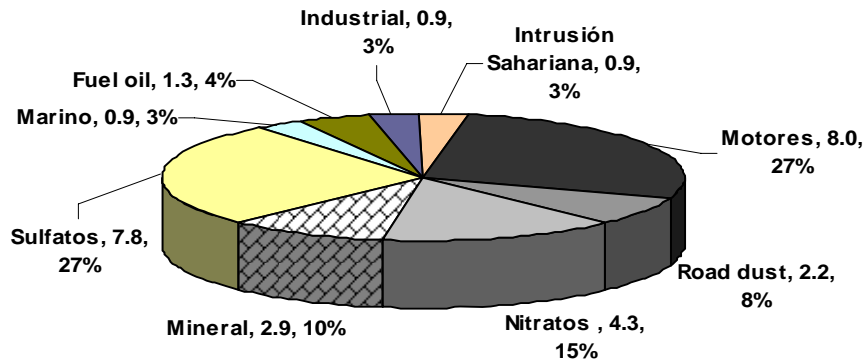


Dem.-res. (reg.): 20%

PM_{2.5}

Max. Shipping: 4%

Traffic: 46%

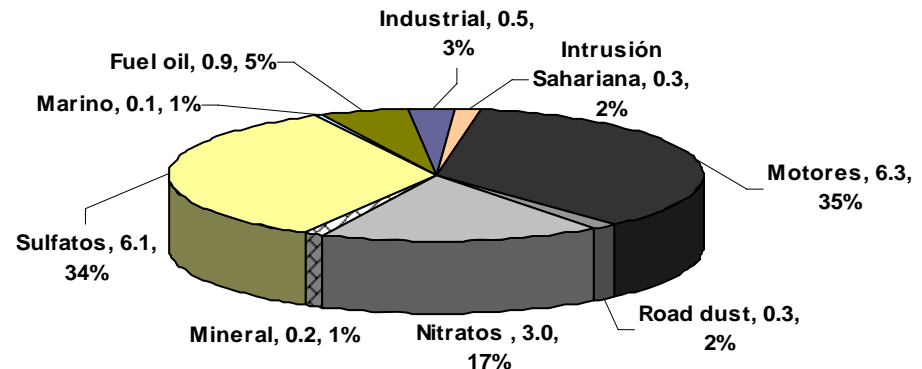


Dem.-res. (reg.): 10%

PM₁

Max. Shipping: 5%

Traffic: 50%



Dem.-res. (reg.): 1%

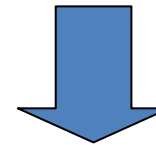
a) **tráfico rodado**, b) industria, c) otras

MEDIDAS NO TECNOLÓGICAS:

actúan sobre todos los contaminantes (PM, NO2 y también CO2)
con efecto a medio plazo
con efecto a corto plazo

MEDIDAS TECNOLÓGICAS:

no actúan sobre la resuspensión debida al tráfico, la abrasión de frenos, neumáticos y asfalto.



Son más eficaces las medidas NO-TECNOLOGICAS



LAS MEDIDAS NO TECNOLÓGICAS: SON LAS MÁS EFICACES

Medidas con impacto a medio plazo: Políticas de restricciones y ventajas a los usuarios

- Definición de ‘zonas ambientales’ con obligación de reducción progresiva emisiones y limitación de circulación a vehículos contaminantes. **LOW EMISSION ZONES**, preferible a **peaje urbano**. SE REQUIERE UNA DISMINUCIÓN DE LA DENSIDAD DE AL MENOS UN 30%.

Medidas complementarias

- Diseño de **estructuras logísticas urbanas** con criterios ambientales (ordenación del territorio)
- Incentivar **medios de transporte más ecológicos**
- **Ventajas parking** para vehículos ecológicos y parkings disuasorios
- Acondicionamiento del firme de rodadura
- No solución: Circunvalaciones y rondas

Otras Medidas sin relación con el tráfico

- Demolición, construcción, (transporte material pulverulento)
- Áreas portuarias aplicación MTD
- Emisiones residenciales,.....

ESTRATEGIAS DE MEJORA DE CALIDAD DEL AIRE EN ZONAS URBANAS

(TRÁFICO RODADO)

24



Medidas no tecnológicas con impacto a corto plazo: restringir el volumen de tráfico

- Impedir acceso a zonas céntricas a determinados vehículos (ej. **diesel anteriores a EURO2**)
- Prohibiciones temporales circulación vehículos privados **en zonas céntricas** (ej. fines de semana o días de alerta).
- **Limitación de la velocidad** de circulación 120 a 80 km/h
- Sistemas complejos de gestión del flujo de tráfico (calidad aire-volumen tráfico)
- Optimización del flujo de tráfico (actuación sobre semáforos y reducción de las obstrucciones en las vías): Solamente como medida complementaria ya que tiende a incrementar el número de vehículos
- **Limpieza del firme de rodadura** en vías de tráfico
- Muy poco efectiva: prohibición a vehículos según el número de las matrículas pares o impares

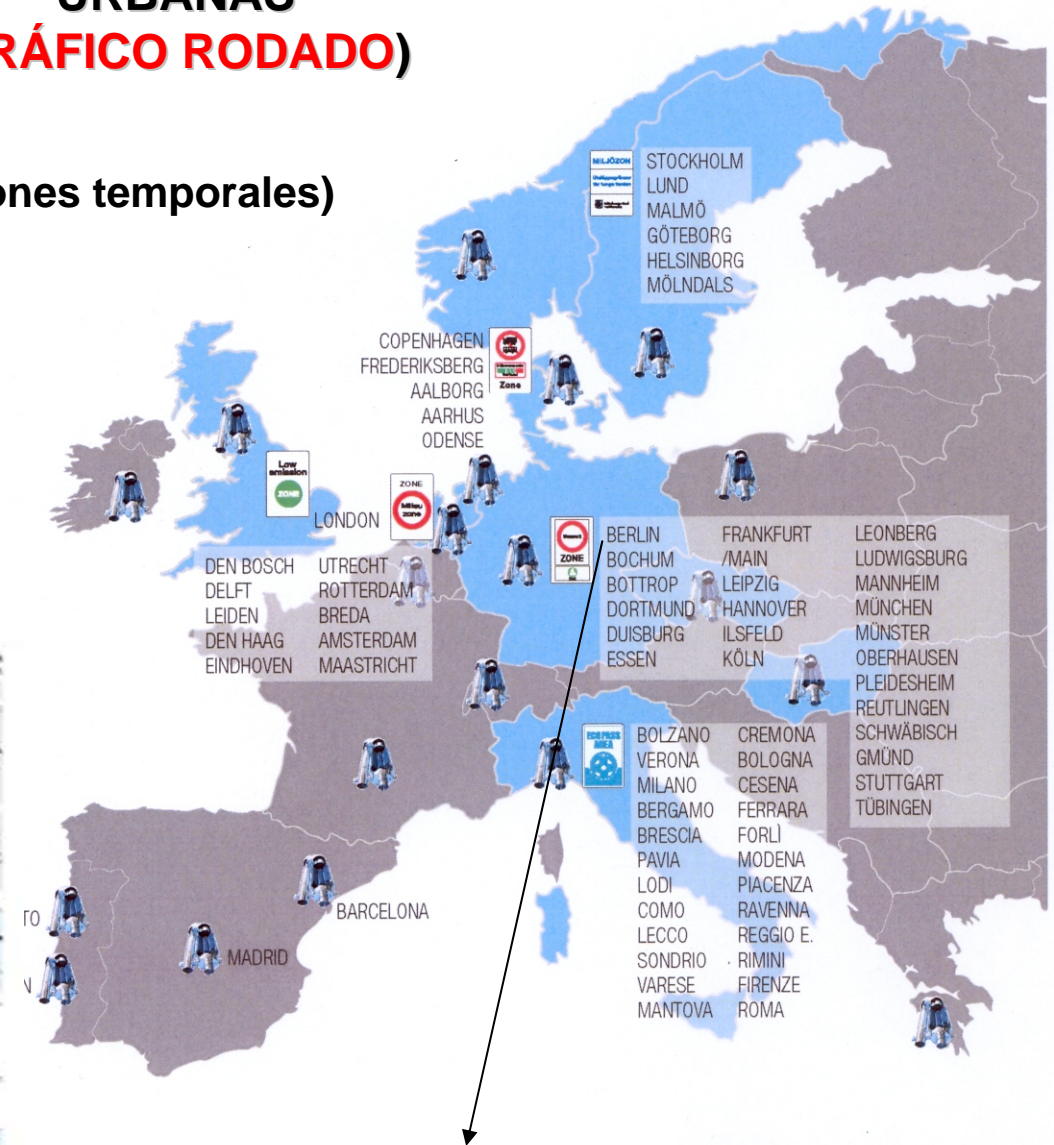
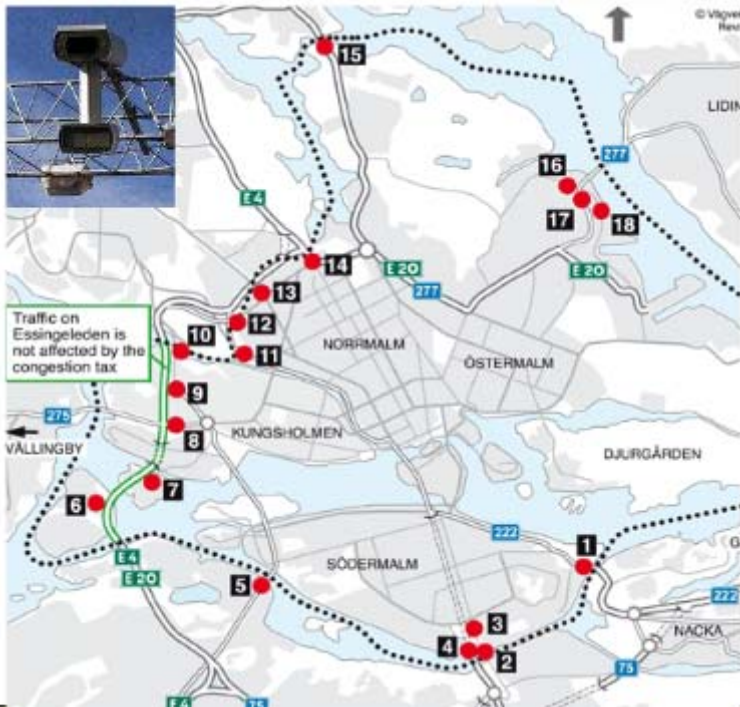
ESTRATEGIAS DE MEJORA DE CALIDAD DEL AIRE EN ZONAS URBANAS (TRÁFICO RODADO)

LAS MEDIDAS NO TECNOLÓGICAS

- LOW EMISSION ZONES (y prohibiciones temporales)



- Peaje urbano (Estocolmo, Londres)



Berlin: 70 → 35% diesel
 Estocolmo, Londres: <10%
 España: ~60%



MEDIDAS TECNOLÓGICAS (SOLAMENTE COMPLEMENTARIAS A LAS NO TECNOLÓGICAS)

Objetivo: Reducción de emisiones NOx y PM-carbonoso (emisiones m

Ejemplo evolución normativa vehículos de DIESEL pasajeros y comerciales ligeros

1992 EURO 1	180 mg PM / km
1996 EURO 2	80 mg PM / km
2000 EURO 3	50 mg PM / km
2005 EURO 4	25 mg PM / km
2009 EURO 5	5 mg PM / km

El incremento del parque de vehículos y la dieselización no han permitido detectar mejoras en calidad del aire

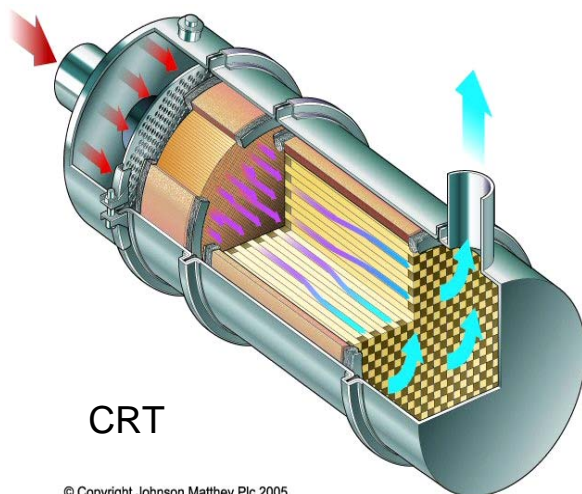
ESTRATEGIAS DE MEJORA DE CALIDAD DEL AIRE EN ZONAS URBANAS (TRÁFICO RODADO)

26

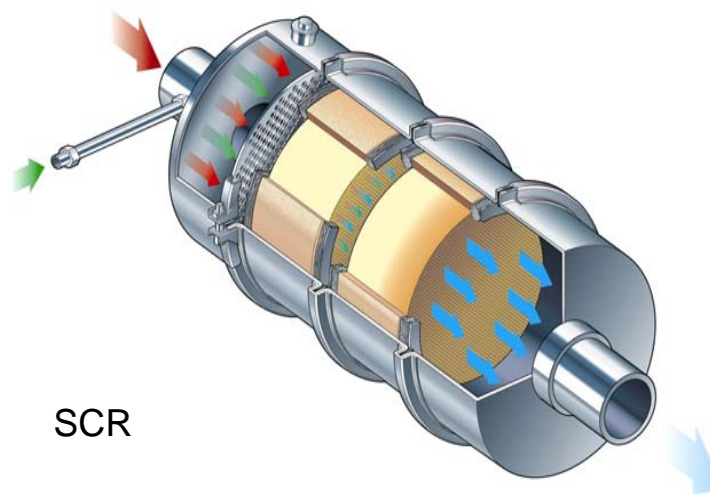


MEDIDAS TECNOLÓGICAS (SOLAMENTE COMPLEMENTARIAS A LAS NO-TECNOLÓGICAS)

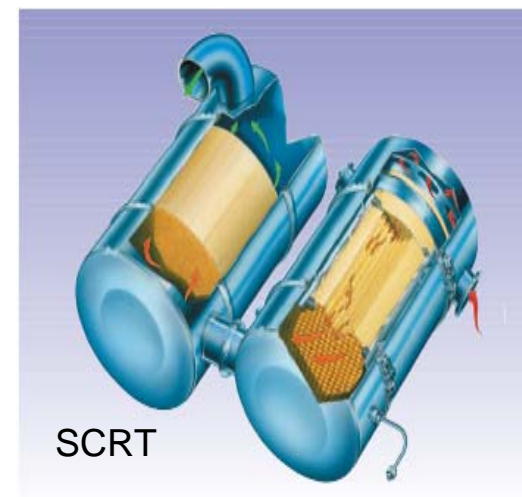
- **Nuevos vehículos:** híbridos, gas (con SCR para NOx), eléctricos, hidrógeno,
- **Nuevos motores:** EGR, inyección de combustible a alta presión, optimización combustión
- **Calidad del combustible y lubricantes:** gasolina, diesel, contenido en S, gas natural, metales en lubricantes (ZnO lubricante diesel)
- **Post-tratamiento de gases:**
 - Sistemas OC, SCR, L-NOxC,
 - Filtros de PM, tipo CRT (SCRT), FAP, FBC
 - Combinación de sistemas EGR-FP-SCR (ej. Toyota DPNR)



CRT



SCR



SCRT

- ❑ Se superan los valores límite de PM10, y los futuros (2010) valores límite de NO₂, especialmente en zonas con elevado tráfico rodado urbano. Además hay algunos hotspots industriales que registran superaciones.
- ❑ El clima y la arquitectura urbana de las ciudades españolas favorecen la acumulación de contaminantes, y por consiguiente hemos de tomar medidas específicas con respecto al resto de Europa.

NO₂

- ❑ Se requiere la aplicación de medidas drásticas **para resolver el problema de incumplimiento**.
- ❑ La densidad de tráfico muy elevada, la **dieselización** (con una gran proporción de vehículos nuevos) y las elevadas emisiones de NO₂ de los vehículos nuevos diesel de pasajeros, son las causantes del problema.
- ❑ **Se requieren medidas no tecnológicas para el tráfico (reducción del número de vehículos en la ciudad) para cumplir los requisitos normativos en NO₂**. El resto de medidas son complementarias.

PM10

- ❑ **Materia mineral** (tráfico y construcción), materia **carbonosa** (motores) y **nitrateo** (motores y amoníaco) son los componentes clave a reducir.
- ❑ Para cumplir requisitos normativos en PM, se requieren también **medidas drásticas y no tecnológicas**.
- ❑ Además, estas medidas deben ir acompañadas por la pronta normativa EURO6 de emisiones, los sistemas SCRT en buses (TMB), el **control de las emisiones de la construcción** (obras y transporte de material), **amoníaco urbano**, y polvo de rodadura en grandes áreas.

La crisis económica y aspectos meteorológicos, junto a algunas medidas de mejora de la calidad del aire aplicadas en determinadas zonas de España, son causantes de la reducción progresiva en las superaciones de valores límite de PM.

Estamos en una situación adecuada para orientar el futuro crecimiento económico con criterios ambientales

Agradecimientos: **CONAMA**, Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino y Ministerio de Ciencia e Innovación. CCAA: Andalucía, Baleares, Canarias, Cantabria, Castilla-León, Castilla la Mancha, Catalunya, Euskadi, Extremadura, Galicia, Madrid, Melilla, Murcia, Valencia, Ayuntamiento Madrid, Agencia Salut Publica Barcelona, ENDESA.



Gracias por su atención !

xavier.querol@idaea.csic.es