



Xavier Querol Carceller

Profesor de Investigación

Instituto de Ciencias de la Tierra (CSIC)

Aerosoles atmosféricos: Características y efectos en el balance climático y en la calidad del aire



Xavier.querol@ija.csic.es

CONAMA, 26 Noviembre 2006

CONAMA 8
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE
CUMBRE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Querol X.¹, Alastuey A.¹, Viana M.M.¹, Moreno T.¹, Castillo S.¹, Pey J.¹, Artíñano B.², Salvador P.², Fernández-Patier R.³, García Dos Santos S.³, Herce M.D.³, Minguillón M.^{1,4}, Monfort E.⁴, de la Rosa J.⁵, Palomo R.⁶, Pinilla E. R.⁶, Moreno S.⁷, Negral L.⁷, Gil J.I.⁸, Menéndez M.⁸

¹Instituto de Ciencias de la Tierra del CSIC, Barcelona, ²CIEMAT, Madrid, ³Instituto de Salud Carlos III, Madrid, ⁴Instituto de Tecnología Cerámica, Castellón, ⁵Departamento Geología Universidad Huelva, ⁶Departamento de Química Analítica, Universidad de Extremadura, ⁷Universidad Politécnica de Cartagena, ⁸Departamento Mineralogía y Petrología. Universidad del País Vasco, Leioa

Contenido



D.G. Calidad y Evaluación Ambiental (MMA)- CSIC-INM (MMA)
EVALUACION DE LA CONTAMINACIÓN EN PM EN ESPAÑA
1999-2009

- **AEROSOLES: CALIDAD DEL AIRE, CLIMA**
- **METODOLOGIA**
- **RESULTADOS**
NIVELES, COMPOSICIÓN Y VARIACIÓN ESPACIAL EN ESPAÑA
- **CONCLUSIONES**

D.G. Investigación CE: EUSAAR, CIRCE; MCyT, MEyC: AMB1995, AMB1998, REN
2001, CGL 2004, CCAA: Andalucía, Cataluña, Valencia

AEROSOL (MATERIAL PARTICULADO)

Material particulado atmosférico (MPA): conjunto heterogéneo de material sólido y/o líquido (a excepción del agua pura) presentes en suspensión en la atmósfera

- Impacto en la salud
- Impacto en ecosistemas
- Modulación clima
- Degradación materiales
- Disminución de la visibilidad

COMPOSICIÓN DEL AEROSOL ATMOSFÉRICO

Componente	Origen	Tamaño	% en masa
Materia mineral	natural y antropogénico	gruesa	5 y 40
Sulfato + nitrato	antropogénico (y natural)	fina	20 y 40
Amonio	antropogénico	fina	5 y 10
Carbono orgánico	antropogénico (y natural)	fina	10 y 25
Carbono elemental	antropogénico (y natural)	fina	5 y 10
Aerosol marino	natural	gruesa	2 y 50

Desiertos, resuspensión,
agricultura, tráfico,
construcción, industria
HIDROFÓBICO

Combustibles fósiles, industria

Agricultura, industria, tráfico

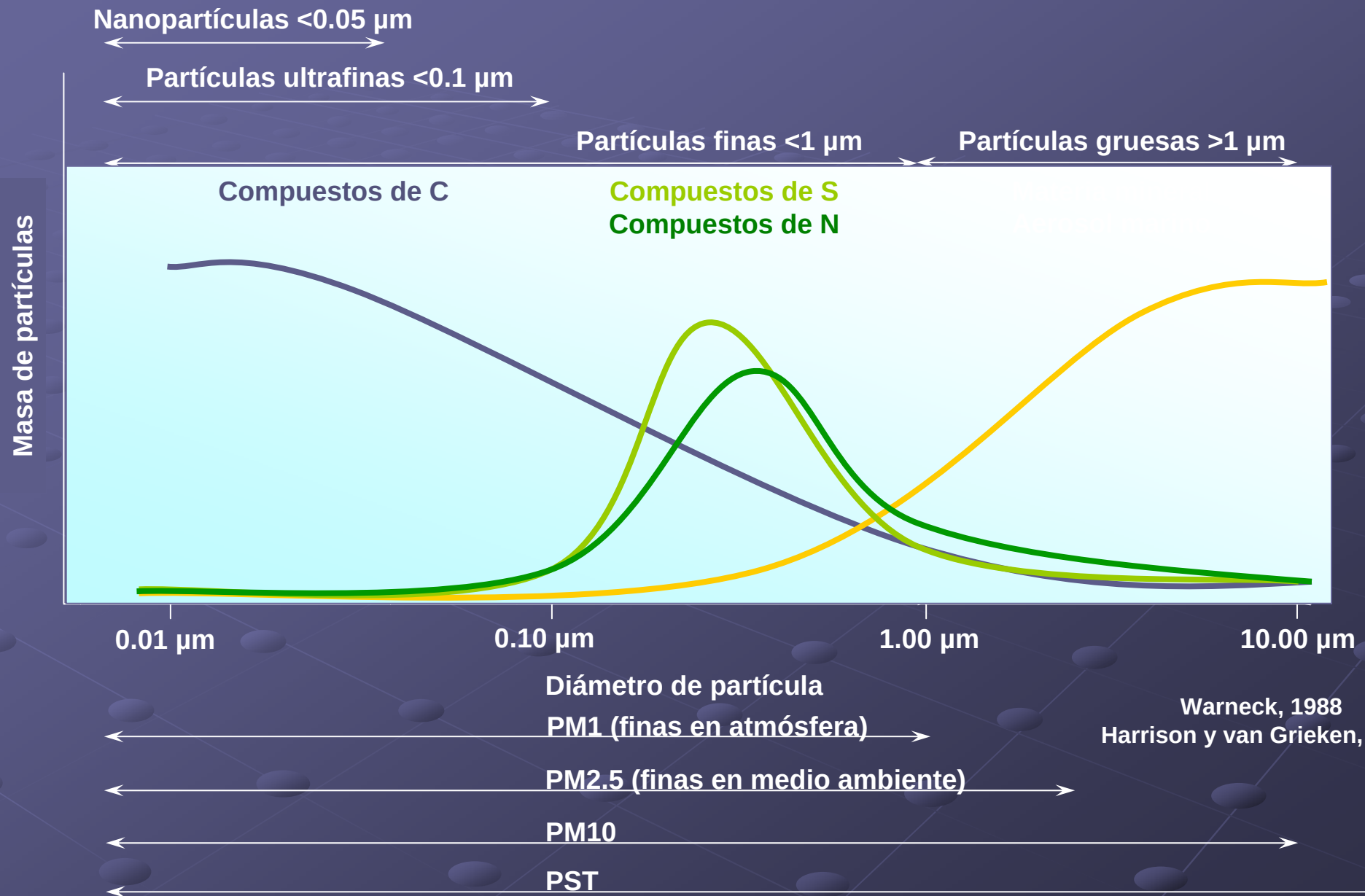
Combustión, tráfico,
Industria
HIDROFÓBICO

HIDROFÍLICO

Combustión, tráfico,
biogénicas, industria
HIDROFÍLICO (>50%)

Mares y océanos
HIDROFÍLICO

CARACTERÍSTICAS DE LOS AEROSOLES ATMOSFÉRICOS

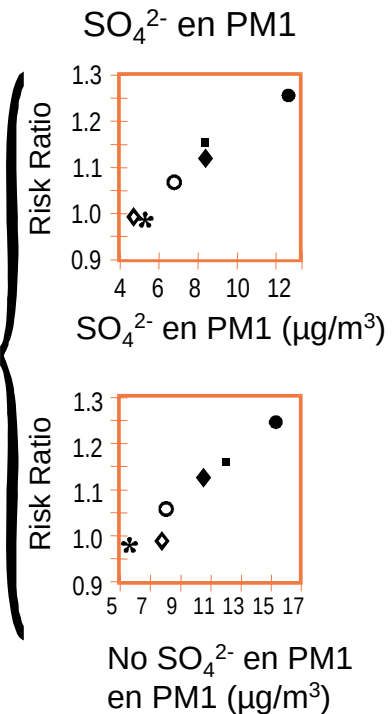
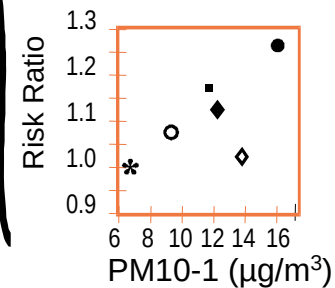
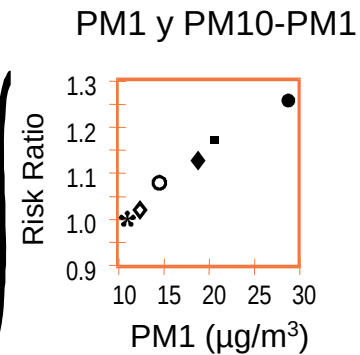
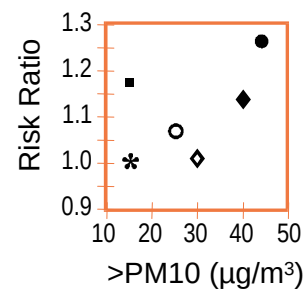
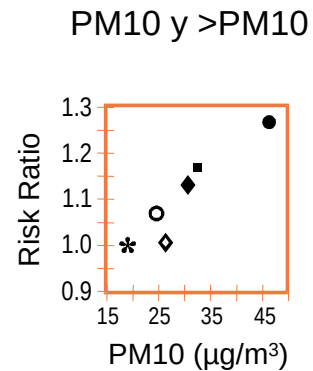
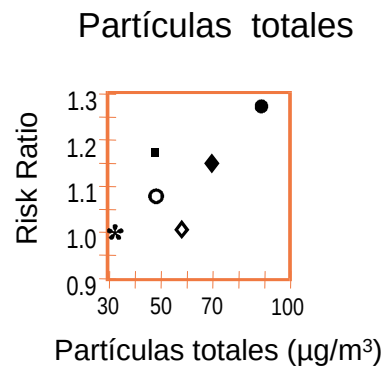


Warneck, 1988
Harrison y van Grieken, 1998

Impacto en la salud humana

(US EPA, 6 cities study)

¿Que componentes causan el efecto?
WHO 2005 reconoce que es necesario
investigar para responder



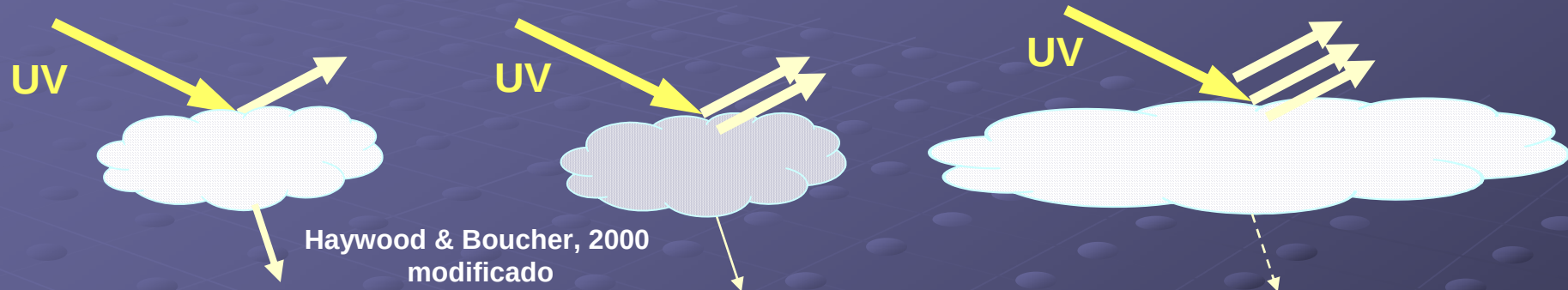
Efecto climático de los aerosoles: EFEECTO DIRECTO

- Calentamiento: absorción de radiación (EC)
- Enfriamiento: retro-dispersión de UV incidente (sulfato, materia mineral, carbono orgánico...)
- Calentamiento ó enfriamiento: aerosol mineral, dependiendo de la superficie (océanos ó continentes)
- Estos componentes están siempre mezclados y es difícil de evaluar el efecto conjunto

Efecto climático de los aerosoles: EFEECTO INDIRECTO

Interacción radiación / nube / aerosol => efecto enfriamiento

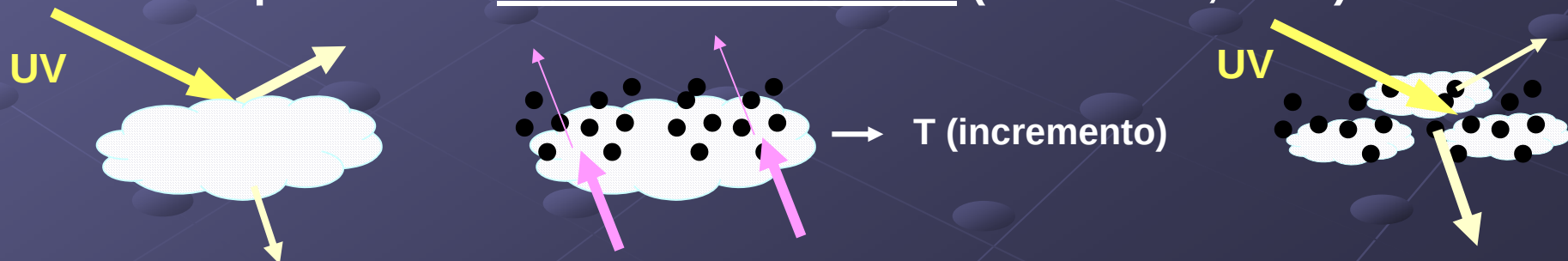
- Efecto indirecto principal: sulfato, nitrato, carbono orgánico (solubles) acentúan efecto de retro-dispersión de la radiación UV incidente en nubes



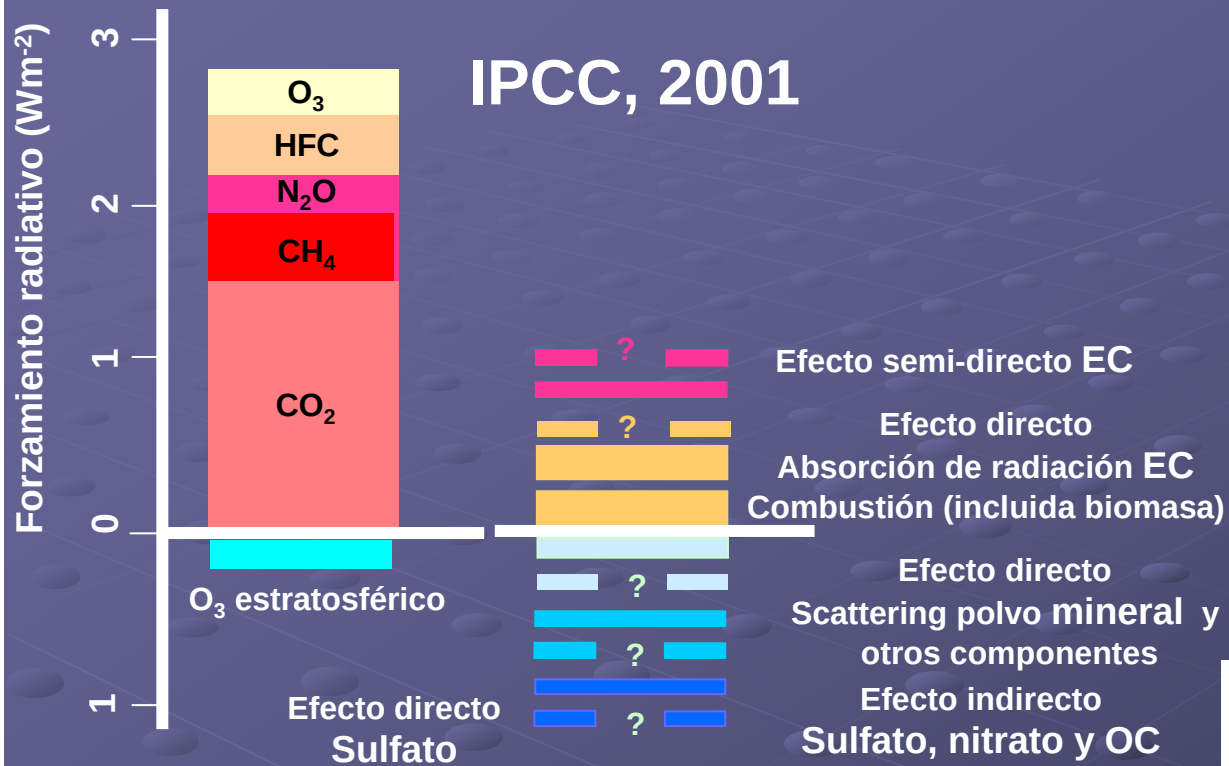
- Efecto indirecto secundario : sulfato, nitrato, carbono orgánico, extienden la vida media y la superficie de nubes

Efecto climático de los aerosoles: EFEECTO SEMIDIRECTO

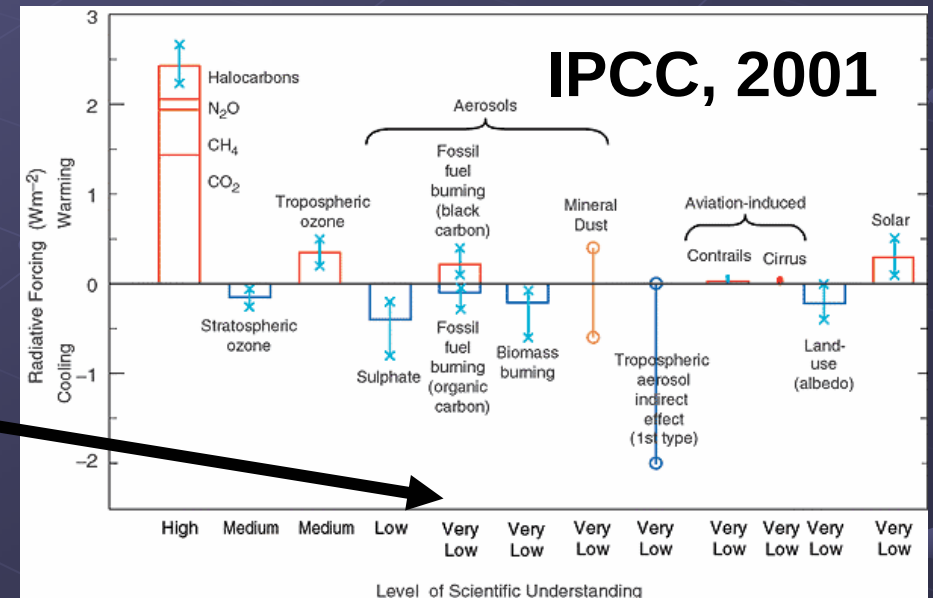
- Absorción radiación solar por CE incrementa T en troposfera media (efecto directo) => evaporación núcleos de condensación => menor retro-dispersión => Efecto calentamiento (Ackerman, 2000)



Efecto climático de los aerosoles: Cálculo cuantitativo



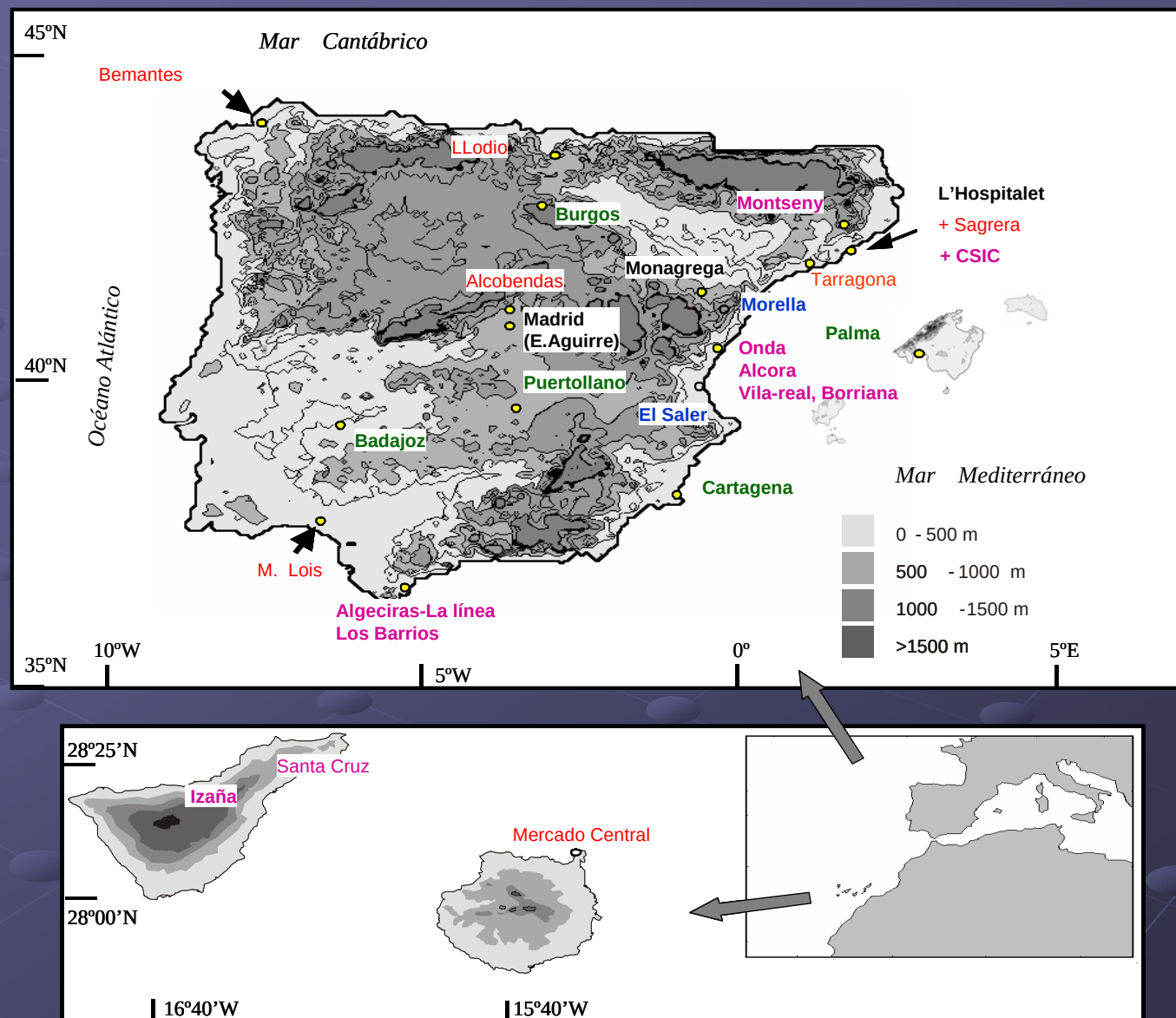
Elevada incertidumbre y necesidad de investigación



Aerosoles atmosféricos España: Metodología



1999-2000 2001 2002-2003 2002-2004 2004 2002-2006





Bemantes



Monagrega



Montseny



Morella

ESTACIONES DE FONDO REGIONAL



Burgos



Bellver, Palma



Santa Ana, Cartagena



Onda

ESTACIONES DE FONDO SUB-URBANO

SUB-URBANO INDUSTRIAL



Las Palmas



Badajoz



Alcobendas

PM10, PM2.5 gravimétricos
captadores de alto volumen

FONDO URBANO

FONDO URBANO-INDUSTRIAL



Tarragona



Huelva



Puertollano



Llodio



Barcelona CSIC



La Línea



Barcelona



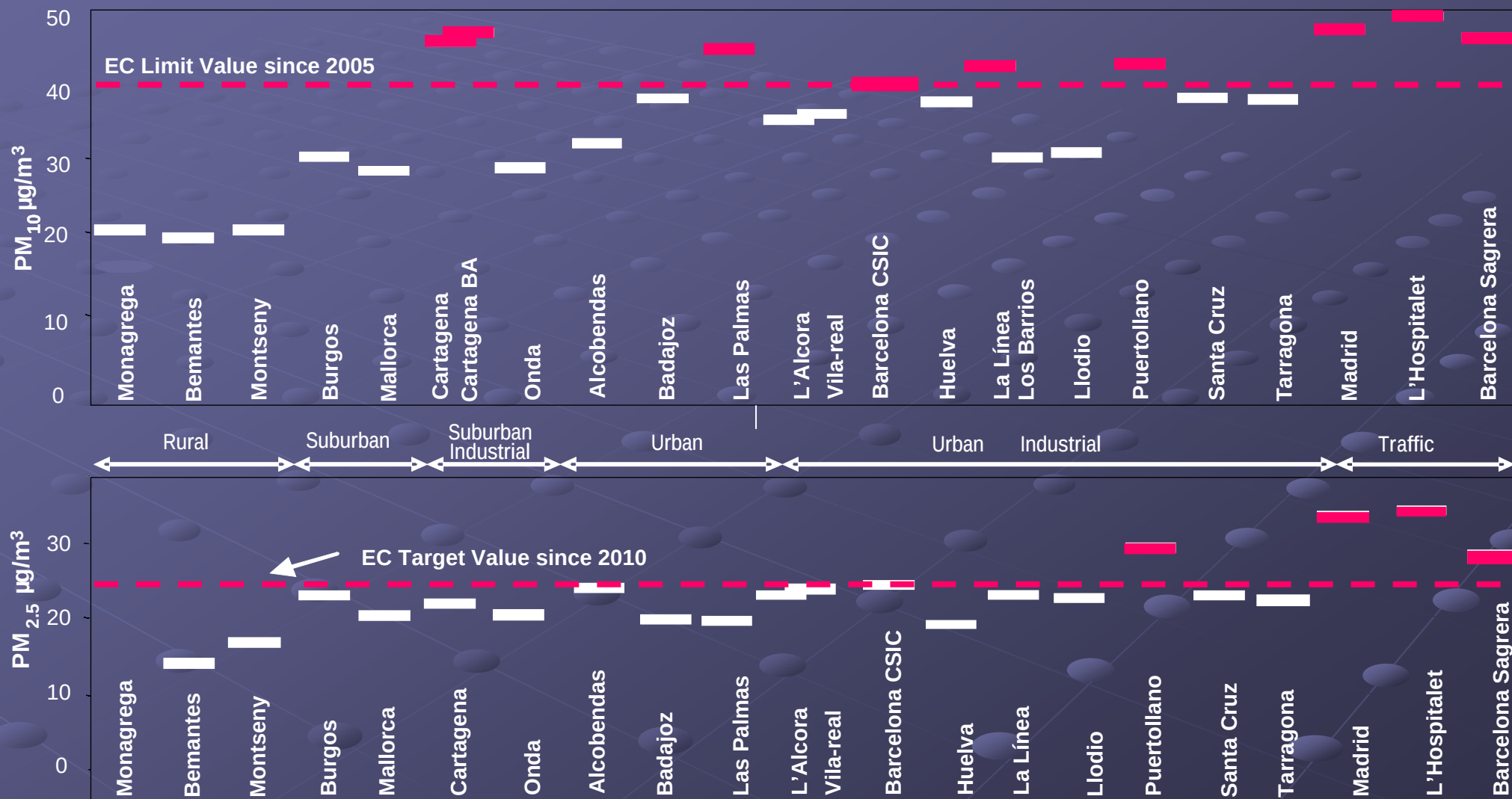
L'Hospitalet



Madrid

ESTACIONES DE TRÁFICO

Aerosoles atmosféricos España: Niveles



Aerosoles atmosféricos España: Composición

Canary Islands



PM10

Crustal

12-25%, 2-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8-10) Regional backg.

23-31%, 8-12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (15-20) Urban backg.

26-33%, 13-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Traffic-industrial

Areas with high industrial primary PM emissions

Crustal

8-11%, 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

9-17%, 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

12-16%, 4-6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM2.5

Regional backg.

Urban backg.

Traffic-industrial

EC + OM

10-26%, 2-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Regional backg.

12-32%, 5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Urban backg.

24-38%, 10-18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Traffic-industrial

EC + OM

22-34%, 2-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

25-45%, 5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

39-51%, 10-18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Regional backg.

Urban backg.

Traffic-industrial

Secondary inorganic species

28-36%, 5-8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Regional backg.

20-27%, 6-11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Urban backg.

16-31%, 8-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Industrial

Secondary inorganic species

30-35%, 4-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

21-33%, 5-9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

20-38%, 8-12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Regional backg.

Urban backg.

Industrial

Marine aerosols

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

2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

10-12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Iberian Peninsula

Coastal zones

Canary Islands

Marine aerosols

0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

1-1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

1.5-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Iberian Peninsula

Coastal zones

Canary Islands



Major specie (excluding Canary Isl.)



* Zabalza et al., 2006

○ EMEP



(Thermal instability of NH_4NO_3 along the year)



NO_3^- ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10

Seasonal trend



J F M A M J J A S O N D

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Major specie

Na_2SO_4

CaSO_4

* Zabalza et al., 2006

EMEP



nmSO_4^{2-} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10

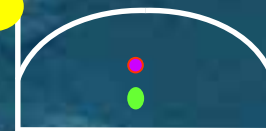
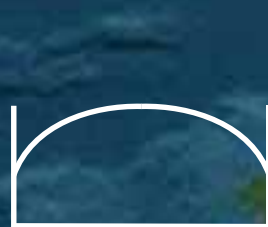
Seasonal trend

J F M A M J J A S O N D

 <3
 3-4
 4-5
 5-6
 6-7

External origin

2.5





* Zabalza et al., 2006
[No local C sources]



[Maximal dispersion, Trade winds]

OM+EC (μg/m³) PM10



* Zabalza et al., 2006



[Low re-suspension]



[Influence from Traffic]



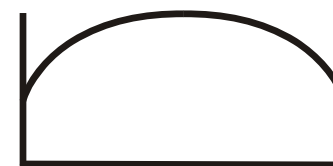
[Influence from Traffic]

[African contribution]



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

Seasonal trend



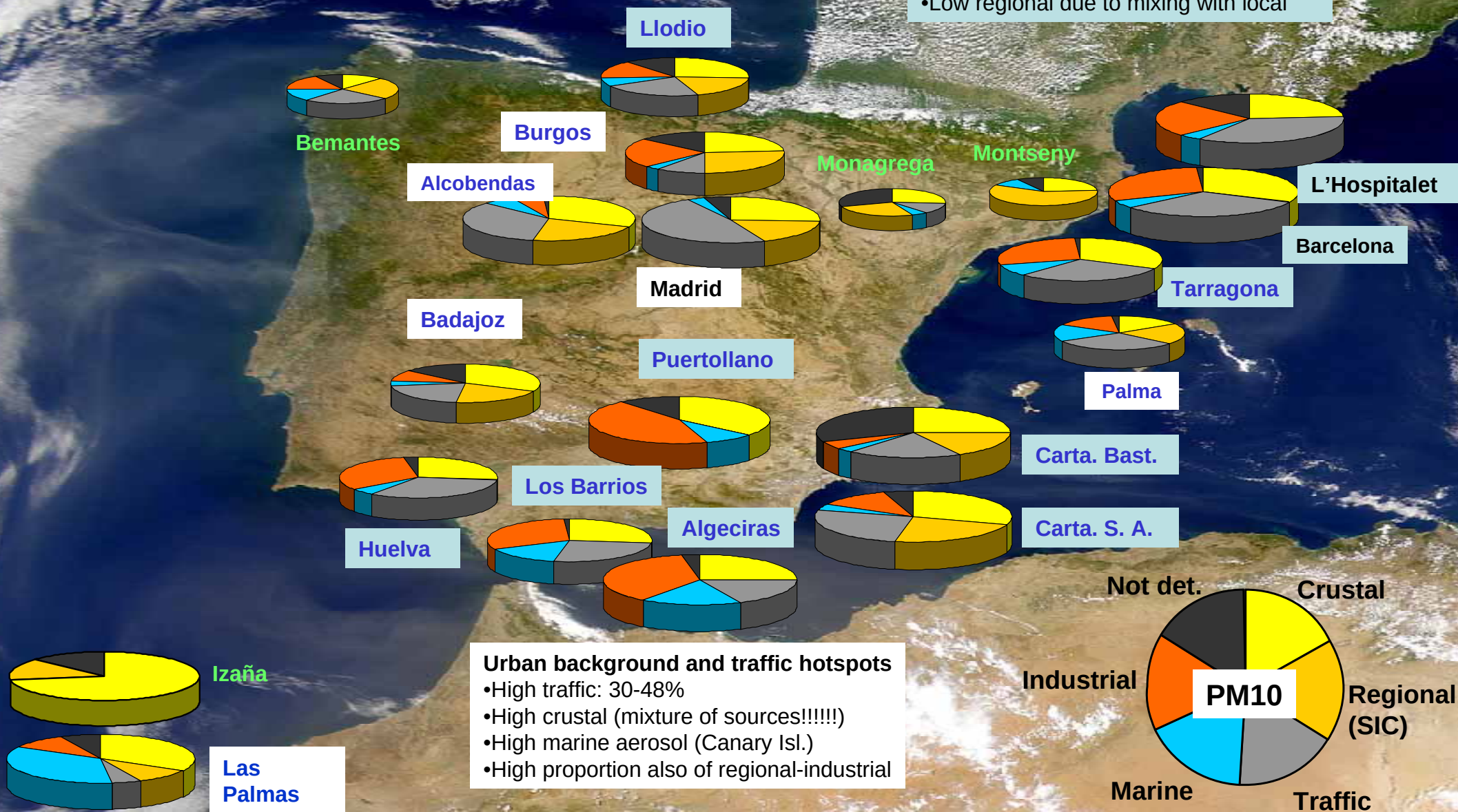
J F M A M J J A S O N D

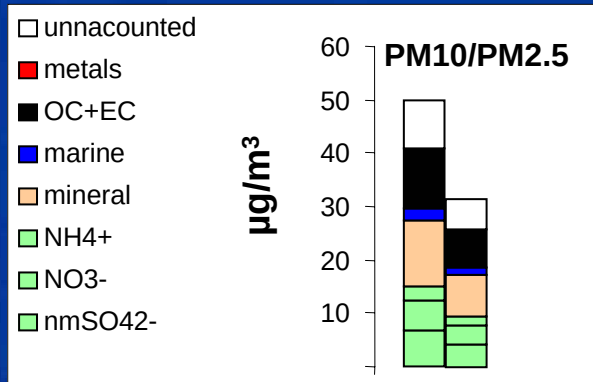
Regional Background

- High undetermined (H_2O) in remote sites
- High crustal in E & S
- Problem of origin of regional (SIC)

Urban-industrial Background

- High industrial load (30% in most 15-44)
- High crustal (mixture of sources!!!!!!)
- Low regional due to mixing with local





Berlin
40/26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Berlin
29/22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Wien
53/38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Illmitz
24/20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Basel
28/- $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Barcelona
47/28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Alcobendas
29/17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Huelva
36/19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Las Palmas
40/26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Bemantes
19/14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Helsinki
14/8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Helsinki
25/12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Wien: Schneider (2002)
 Berlin: Abraham (2001)
 Helsinki: Pakkanen et al., (2001)
 Basel: Rösli et al. (2001)
 Spain: Querol et al., 2004

Kerbside station

Urban background

Rural background

CONCLUSIONES

1. La influencia de los aerosoles sobre la salud humana y sobre la modulación del clima es ampliamente demostrada por las investigaciones realizadas en los últimos años
2. Los aerosoles son una compleja mezcla de contaminantes y no un contaminante, su origen es muy diverso y por tanto se requiere investigación para aportar información a gestores de calidad del aire para el desarrollo de planes y programas
3. IPCC, WHO, EC reconocen la necesidad de investigar sobre efecto de aerosoles en salud y clima, en lo referente a evaluar el impacto individual y sinérgico de sus componentes.
4. En España, el tráfico rodado supone como mínimo el 30-50% de la masa de aerosoles en áreas urbanas, pero quedan aún *hotspots* industriales aislados con mucha carga industrial (hasta 45% PM10). Fuera de estos núcleos las actuaciones (tecnológicas y no tecnológicas) sobre tráfico rodado son clave para la mejora de calidad del aire

Gracias por su atención !

xavier.querol@ija.csic.es



Agradecimientos: CONAMA-CSIC

Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Educación y Ciencia, VI P.M. CE

**Generalitat Valenciana, Generalitat de Catalunya,
Andalucía, Baleares, Canarias, Castilla-León, Castilla la Mancha, Euskadi,
Extremadura, Galicia, Madrid, Murcia**